

ONTWERP REGIONALE KERING EN WATERKEREND KUNSTWERK

Gemeente Waalwijk

14 SEPTEMBER 2018

Contactpersoon

Projectleider **WIEBE JANSSEN**
Geotechnisch adviseur

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

INHOUDSOPGAVE

REFERENTIES	6
1 INLEIDING	7
1.1 Aanleiding en doel	7
1.2 Projectomschrijving en locatie	7
1.3 Leeswijzer	8
2 UITGANGSPUNTEN	9
2.1 Normen	9
2.2 Programmatuur	9
2.3 Hydraulische randvoorwaarden	9
2.4 Geometrie	10
2.5 Bodemopbouw	11
2.6 Geotechnische parameters	12
2.6.1 Sterkte parameters	12
2.6.2 Parameters Sellmeijer	12
2.7 Veiligheidseisen	13
2.7.1 Macrostabiliteit	13
2.7.2 Piping	14
2.8 Uitgangspunten duiker	14
3 GEOTECHNISCH ONTWERP	15
3.1 Veldbezoek	15
3.2 Toetsing huidige situatie	16
3.2.1 Kruinhoogte	16
3.2.2 Stabiliteit binnen- en buitenwaarts	17
3.2.3 Piping	19
3.2.4 Microstabiliteit	19
3.2.5 Stabiliteit bekleding (erosie)	19
3.2.6 Aansluiting op primaire kering	19
3.3 Ontwerp grondlichaam	20
3.3.1 Uitgangspunten ontwerp grondlichaam	21

3.3.2	Macrostabiliteit binnenwaarts en microstabiliteit	22
3.3.3	Piping	23
3.3.4	Macrostabiliteit buitenwaarts en erosie gras buitentalud	24

4 ONTWERP WATERKEREND KUNSTWERK 26

4.1	Herbruikbaarheid huidige duiker	26
4.2	Sterkte nieuwe constructie	26
4.3	Piping	26
4.4	Betrouwbaarheid sluiting	27

5 SAMENVATTING ONTWERP INCLUSIEF ADVIES 29

5.1	Samenvatting	29
5.2	Advies	29

TABELLEN

Tabel 1:	globale grondopbouw ter plaatse van grondlichaam	12
Tabel 2	sterkteparameters en partiële factoren	12
Tabel 3:	parameters piping	13
Tabel 4:	overzicht samenstelling stabiliteitsfactor	13
Tabel 5:	overzicht toetsing huidige grondlichaam	16
Tabel 6:	resultaat toetsing binnenwaartse stabiliteit	18
Tabel 7:	pipingtoets	19
Tabel 8:	benodigde kwelwegverlenging voor ontwerp piping	23

BIJLAGEN

BIJLAGE A GRONDONDERZOEK	30
BIJLAGE B POTENTIALEN BEREKENING	31
BIJLAGE C SELLMEIJER BEREKENING	32
BIJLAGE D ONTWERP FILTERCONSTRUCTIE	33
BIJLAGE E SCORETABELLEN BETROUWBAARHEID SLUITING	35
BIJLAGE F ONTWERPTEKENINGEN	36

COLOFON

37

REFERENTIES

- ref 1. Vervolg analyse primaire waterkering P51, Arcadis, mei 2018
- ref 2. Leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen, STOWA, voorjaar 2015
- ref 3. Leidraad waterkerende kunstwerken in regionale waterkeringen, STOWA, 2011
- ref 4. Beleidsregel Hoogtecriteria Waterkeringen 2011, Waterschap Brabantse Delta, 29 mei 2014 [kenmerk:12IT019753]
- ref 5. Addendum I bij de Leidraad Rivieren, Ministerie van Verkeer en Waterstaat – ENW, 2007
- ref 6. Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken, TAW, september 2004
- ref 7. Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag met scoretabellen, Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu, november 2017
- ref 8. Onderzoeksrapport Zandmeevoerende Wellen, Rijkswaterstaat Ministerie van Infrastructuur en Milieu, juli 2013
- ref 9. Terreinophoging nabij nieuwe insteekhaven te Waalwijk (02P004489), Inpijn-Blokpoel ingenieursbureau, 30 april 2014

1 INLEIDING

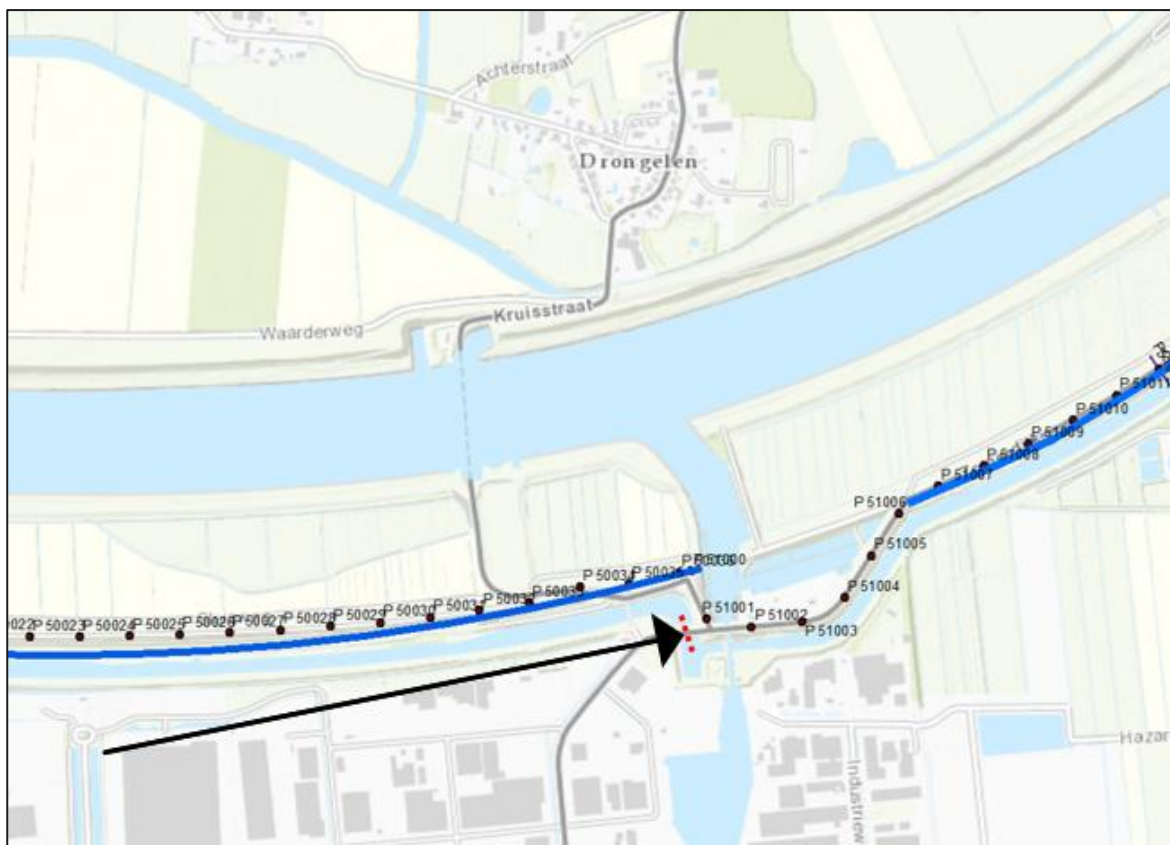
1.1 Aanleiding en doel

In het kader van de aanleg van de insteekhaven en bedrijventerrein Haven 8 wordt het oppervlaktewatersysteem in het gebied ten oosten van de sluis naar de bestaande haven van Waalwijk aangepast. Voor het realiseren van de insteekhaven wordt het Zuiderkanaal/Oude Maasje deels gedempt. Dit heeft tot gevolg dat het oostelijke deel van de regionale kering komt te vervallen. De regionale kering moet wel weer aangesloten worden op de primaire kering en de gemeente Waalwijk heeft daarom het voornemen om het grondlichaam en de bestaande duiker ter hoogte van de Sluisweg onderdeel te maken van de regionale kering.

In het voorliggende rapport is het ontwerp voor de regionale kering toegelicht en de daar doorheen liggende duiker. Het ontwerp moet voldoen aan de eisen voor regionale keringen zodat een vergunning aangevraagd kan worden bij Waterschap Brabantse Delta (hierna kortweg waterschap).

1.2 Projectomschrijving en locatie

De onderzoekslocatie (zie Figuur 1) sluit aan de westzijde aan op de regionale waterkering en aan de oostzijde aan op de primaire waterkering ter hoogte van dijkspaal P51001. De regionale kering die aangesloten wordt valt in het technisch dijkvak DWK00825. Het grondlichaam heeft in de huidige situatie geen waterkerend functie.



Figuur 1: locatie regionale kering en bestaande duiker (rode stippellijn)

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de gehanteerde uitgangspunten, zoals geotechnische parameters en waterstanden, toegelicht die gebruikt zijn voor het opstellen van het ontwerp.

In hoofdstuk 3 is het geotechnisch ontwerp uitgewerkt. Dit wordt gedaan door eerst een toetsing uit te voeren van het aanwezig grondlichaam. Op basis van de toetsing is een ontwerp uitgewerkt.

Hoofdstuk 4 beschrijft het ontwerp van het waterkerende kunstwerk. Hier wordt ingegaan op betrouwbaarheid sluiting, piping en sterkte.

In hoofdstuk 5 wordt het uiteindelijke ontwerp samengevat en wordt een advies gegeven.

2 UITGANGSPUNTEN

2.1 Normen

De geotechnische berekeningen zijn uitgevoerd conform de leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen Versie voorjaar 2015 [ref 1].

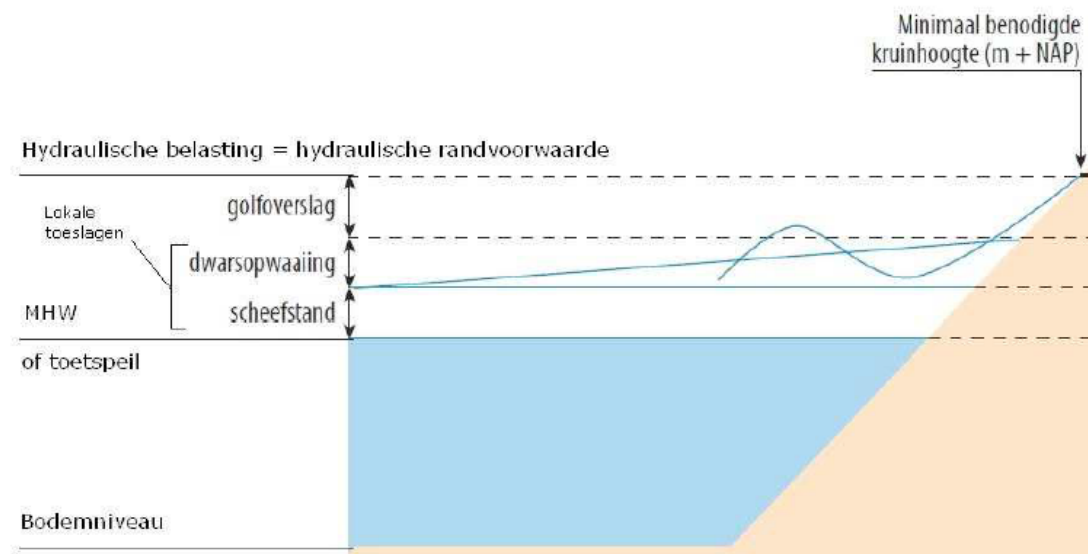
Het waterkerend kunstwerk wordt ontworpen op basis van leidraad waterkerende kunstwerken regionale keringen [ref 3].

2.2 Programmatuur

Voor de geotechnische berekening is gebruik gemaakt van het programma D-Geo Stability versie 17.1 van Deltares.

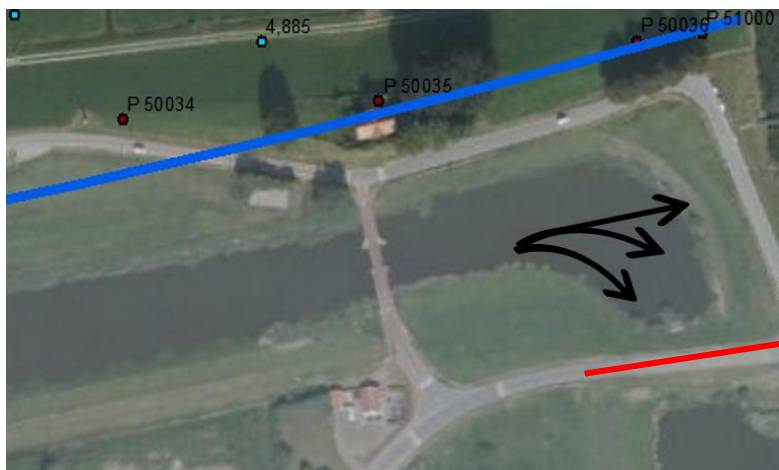
2.3 Hydraulische randvoorwaarden

In 2011 is door het waterschap de beleidsregel opgesteld ten aanzien van hoogte criteria waterkeringen [ref 4]. Het doel van deze beleidsregel is eenduidig vast te leggen welke normen gelden voor de waterkeringen (waaronder ook als waterkering aangewezen waterkerende hoogten) in beheer bij het waterschap. In de beleidsregel zijn de uitgangspunten ten aanzien van hydraulische belastingen vastgelegd. Deze worden toegepast in de onderhavige ontwerprapportage. In Figuur 2 zijn de hydraulische randvoorwaarden, waarmee de toetsing wordt uitgevoerd, schematisch weergegeven.



Figuur 2: schematische weergave van hydraulische randvoorwaarde, schematisatie van de toetsing van regionale keringen (naar: ORK 2007-02 Leidraad toetsen op veiligheid regionale waterkeringen, STOWA 2007)

Het te onderzoeken grondlichaam, zie Figuur 3, ligt in het technisch dijkvak DWK00825 dat onderdeel uitmaakt van het boezemwater het Oude Maasje.



Figuur 3: locatie grondlichaam in technisch dijkvak DWK00285

De volgende hydraulische belastingen, conform de beleidsregel [ref 4] worden gehanteerd voor het toetsen en ontwerpen van het grondlichaam en de duiker:

Toetsing huidige situatie:

- Toetspeil: NAP +1,55 m;
- Toeslag hydraulische belastingen: 0,45 m bestaande uit:
 - Lokale toeslagen: 0,2 m voor scheefstand 0 m voor dwarsopwaaiing;
 - Golfoverslag: 0,25 m.

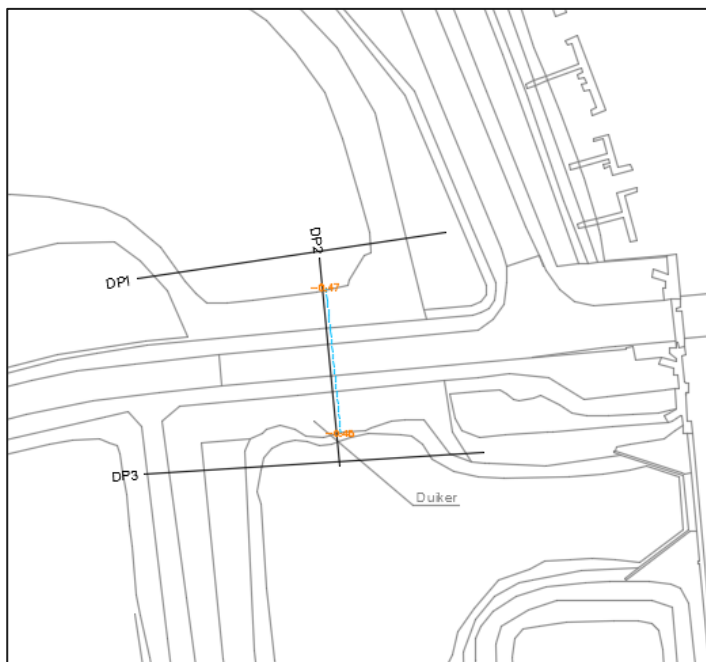
Ontwerp toekomstige situatie:

- Ontwerppeil: NAP +1,85 → is toetspeil + klimaattoeslag en robuustheidstoeslag;
- Klimaattoeslag en robuustheidstoeslag: 0,3 m;
- Toeslag hydraulische belastingen: 0,45 m bestaande uit:
 - Lokale toeslagen: 0,2 m voor scheefstand 0 m voor dwarsopwaaiing;
 - Golfoverslag: 0,25 m.

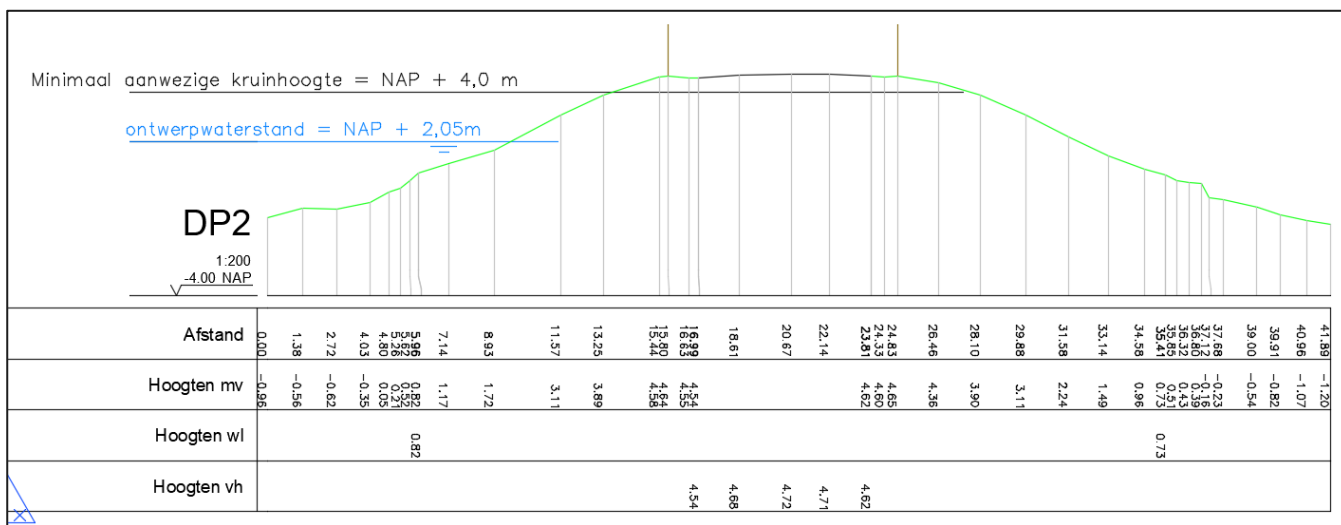
In de berekeningen wordt het lage polderpeil als uitgangspunt gehanteerd en deze bedraagt NAP -0,2 m.

2.4 Geometrie

Rondom het grondlichaam zijn hoogtemetingen uitgevoerd. Op basis van de hoogtemeting is een profiel over het grondlichaam gegenereerd op de maatgevende locatie, zie Figuur 4 voor de locatie van DP2; het maatgevende profiel dat in Figuur 5 is weergegeven. Ten oosten, richting de zomerdijk wordt het grondlichaam robuuster. Hetzelfde geldt voor het gedeelte ten westen van het maatgevende profiel. Het ontwerp wordt opgesteld voor de maatgevende locatie.



Figuur 4: locatie inmeting dwarsprofielen



Figuur 5: gemeten dwarsprofiel met ontwerpwatervl. en minimaal aanwezige kruinhoogte grondlichaam

2.5 Bodemopbouw

Op de kruin van het grondlichaam (maaiveldhoogte NAP +4,66 m) is een sondering (circa 30 m -mv) en machinale boring (circa 13 m -mv) uitgevoerd [ref 9]. In zowel de boring als de sondering ontbreekt de slappe laag die wel is waar te nemen in de boringen en sonderingen langs dijkvak P51. Hierin is een cohesieve laag te zien met de onderkant rond NAP -1,0 m. De verklaring voor het ontbreken van de cohesieve laag onder het grondlichaam ligt in het feit dat de watergangen aan binnendijs zijde van de primaire kering ontgraven zijn. Vervolgens is voor de bereikbaarheid het grondlichaam als aanvulling/ophoging aangebracht en de duiker erdoorheen gelegd.

In de sondering komt duidelijk een dunne humeuze kleilaag/sliblaag naar voren rond NAP -2,0 m. Deze lijkt op de diepte te zitten van naast gelegen watergangen en kan erop duiden dat de sliblaag uit de watergang destijds niet goed afgegraven is. De kans is groot dat deze laag volledig doorloopt onder het grondlichaam. In de toetsing en het ontwerp wordt derhalve rekening gehouden met de aanwezigheid van deze laag.

In Tabel 1 is de globale bodemopbouw weergegeven. In Bijlage A is een overzichtskaart van het grondonderzoek en de boring en sondering op locatie toegevoegd.

Tabel 1: globale grondopbouw ter plaatse van grondlichaam

Grondlaag	Bovenkant [m +NAP]
Antropogeen zand matig vast	4,7
Antropogeen zand los	1,3
Antropogeen zand matig vast	0
Lensje klei humeus / slib*	-2
Holoceen zand matig	-2,2

* deze laag is enkel aanwezig onder het huidige grondlichaam, voor het ontwerp is aangenomen dat mogelijk slib in de watergang wordt ontgraven voor aanbrengen van de versterking

2.6 Geotechnische parameters

2.6.1 Sterkte parameters

Er is veel grondonderzoek verricht in het kader van de verbetering van de regionale keringen van het waterschap, maar deze proeven komen niet uit het onderhavig projectgebied. Voor deze studie is daarom uitgegaan van tabel 2b uit NEN-EN 1997-1.

Tabel 2 sterkteparameters en partiële factoren

Grondlaag	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ_{kar} [°]	c_{kar} [kPa]	$\gamma_m \phi$	$\gamma_m c$	ϕ_d [°]	c_d [kPa]
Zand, matig vast	19	21	30	0	1,2	-	25,7	0
Zand, los	17	19	27,5	0	1,2	-	23,5	0
Klei organisch / slib	15	15	15	1	1,2	1,5	12,7	0,67
Klei bekleding (ontwerp)	18	18	17,5	5	1,2	1,5	14,7	3,3
Zand aanvulling (ontwerp)	17	19	30	0	1,2	-	25,7	0
Steenbestorting (ontwerp)	16	20	40	0	1,2	-	35	0

γ = volume gewicht veldvochtig
 γ_{sat} = volume gewicht verzadigd
 ϕ_{kar} = karakteristieke waarde voor de hoek van inwendige wrijving
 c_{kar} = karakteristieke waarde voor de cohesie
 γ_m = partiële materiaalfactor
 ϕ_d = rekenwaarde (d = design) voor de hoek van inwendige wrijving
 c_d = rekenwaarde (d = design) voor de cohesie

2.6.2 Parameters Sellmeijer

Er zijn geen zeefanalyses beschikbaar voor het hier aanwezige zand in de ondergrond. In een eerder uitgevoerde studie door Arcadis zijn voor de naastgelegen primaire waterkering pipingberekeningen uitgevoerd.

Het te onderzoeken grondlichaam sluit aan op de onderzochte kering P51. Er is voor gekozen om de parameters over te nemen uit de eerder uitgevoerde studie. In Tabel 3 zijn de gehanteerde parameters voor pipingberekeningen opgenomen.

Tabel 3: parameters piping

Parameters	Eenheid	Waarde
d Lengte opbarstkanaal	[m]	0
D Dikte watervoerend pakket	[m]	28,5
k Specifieke doorlatendheid pipinggevoelige zandlaag	[m/dag]	40
d70 70-percentiel waarde van de korrelverdeling; lage representatieve waarde (gemiddelde waarde= 2,20E-04 uit SOS met VC=0,12)	[m]	1,74E-04

2.7 Veiligheidseisen

2.7.1 Macrostabieliteit

Stabiliteitseis

De vereiste stabiliteitsfactor in de stabiliteitsanalyse van macrostabieliteit binnenwaarts en buitenwaarts is als volgt samengesteld uit de partiële factoren:

- Stabiliteitsfactor $\geq$ schadefactor $\times$ modelfactor $\times$ schematiseringsfactor.

In Tabel 4 is een overzicht gegeven van de gehanteerde waarde per factor op basis waaraan de stabiliteitsfactor is getoetst. Onder de tabel wordt per factor een toelichting gegeven welke waarde is gehanteerd.

Tabel 4: overzicht samenstelling stabiliteitsfactor

Factor	Uitgangspunt	Waarde [-]
Schadefactor	Norm 1/100 p.j.	0,9
Modelfactor	UpliftVan Bishop	1,05 1,0
Schematiseringsfactor	Nader te onderbouwen in UO	1,1
Stabiliteitsfactor	UpliftVan Bishop	1,04 0,99

Schadefactor

De schadefactor is afhankelijk van de veiligheidsnorm. Bij een normfrequentie van 1/100 per jaar bedraagt de vereiste schadefactor 0,9 conform Tabel C.4 van het LTVR2015 [ref 1]. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen de binnenwaartse en buitenwaartse stabiliteit.

Modelfactor

De toe te passen modelfactor is afhankelijk van het rekenmodel en of sprake is van opbarsten of niet. Bij de stabiliteitsanalyse met het Mohr-Coulomb materiaalmodel worden de modelfactoren toegepast conform Tabel C.5 uit de LTVR2015 [ref 1].

Schematiseringsfactor

In de eis is rekening gehouden met een schematiseringsfactor van 1,1 omdat:

- Een conservatieve aanname is gedaan in de bodemopbouw door een dunne laag humeuze klei mee te nemen, 1,2 zou in dat geval aan de hoge kant zijn.
- Op maar een klein deel van het traject de geometrie zo smal is als de geometrie die beschouwd wordt, door het robuustere grondlichaam elders zou 1,2 aan de hoge kant zijn.
- Er is beperkt grondonderzoek op het grondlichaam uitgevoerd, 1,0 zou dan te optimistisch zijn.

2.7.2 Piping

Bij pipingberekeningen dient een veiligheidsfactor en schematiseringsfactor in rekening te worden gebracht. De veiligheidsfactor is 1,2 (conform LTVR2015 [ref 1]) en de schematiseringsfactor wordt net zoals bij macrostabiliteit aangehouden op 1,1.

2.8 Uitgangspunten duiker

In de huidige situatie ligt door het grondlichaam een spirosol duiker met een diameter van 1250 mm. De bovenkant van deze duiker ligt op NAP +0,65 m en de onderkant op NAP -0,6 m en de totale lengte van de duiker is circa 30 m. Verdere specificaties van de duiker, zoals bijvoorbeeld sterkte en levensduur, zijn onbekend. Ontwerptekeningen van de spirosol duiker zijn er ook niet. De duiker dient als open verbinding tussen het Oude Maasje en het Zuider-kanaal.

Betrouwbaarheid sluiting

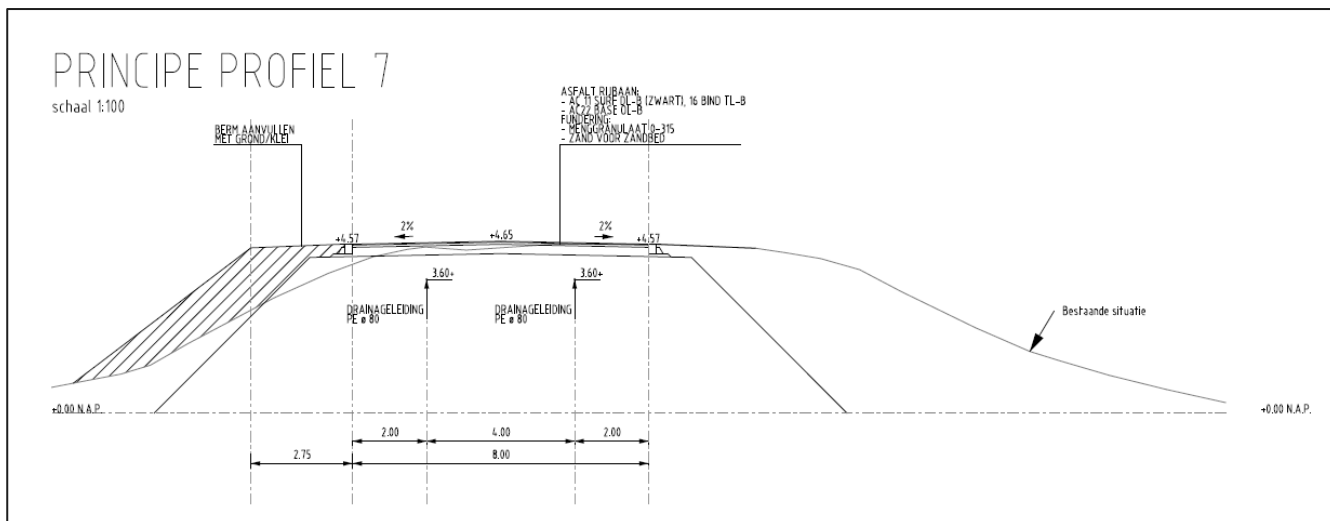
De huidige duiker is nooit ontworpen als waterkerend kunstwerk, afsluitmiddelen en pipingscherm ontbreken. Voor waterkerende kunstwerken in regionale keringen geldt dat de eis gelijk is aan die bij primaire kunstwerken, namelijk dat:

De faalkans ten gevolge van het niet sluiten van afsluitmiddelen ten hoogste 1/10 van de normfrequentie mag hebben. Voor de duiker die ontworpen wordt in deze rapportage is de gestelde eis op niet sluiten dan 1/1000 (1/10 van de norm van 1/100).

Vanuit het waterschap is aangegeven dat het waterkerend kunstwerk voorzien moet zijn van dubbele afsluitmiddelen. In de scoretabellen voor betrouwbaarheid sluiting wordt hier rekening mee gehouden.

3 GEOTECHNISCH ONTWERP

De gemeente is voornemens om in de toekomst de weg over het grondlichaam te verbreden. Dit betekent dat de kruin breder moet worden, zodat deze weg hierover gerealiseerd kan worden. Het aangeleverde profiel van de gemeente laat een verbreding buitenwaarts zien, zie Figuur 6. Aangezien het bestaande buitentalud wijzigt door de verbreding, is het niet zinvol dit eerst te beoordelen op buitenwaartse stabiliteit. Ditzelfde geldt voor de bekleding op het buitentalud.



Figuur 6: toekomstig dwarsprofiel (links = buitendijks)

3.1 Veldbezoek

Tijdens het veldbezoek is gekeken naar de geometrie, de duiker en de bekleding. De duiker bevond zich helemaal onder water. Het heersende peil (datum: 1 mei 2018) afgelezen bij gemaal Gansoyen bedroeg NAP + 1,0 m. De grasmat op zowel het buiten- als op het binnentalud is niet dicht en de ondergrond was droog. Daags voor het veldbezoek had het een langere periode geregend. Dit wekt het vermoeden dat een kleipakket op de taluds ontbreekt. Op basis het veldbezoek kan echter niet uitgesloten worden dat een kleilaag aanwezig is.

Gezien de actuele geometrie van het grondlichaam lijkt er sprake van “uitzakken” van het lage deel van zowel binnen- als buitentalud. Mogelijk ten gevolge van erosie bij fluctuerende waterpeilen of destijds bewust zo aangelegd. In Figuur 7 is een foto weergegeven van het binnentalud.



Figuur 7: binnentalud grondlichaam met tredschade (mogelijk een schapenpaadje)

3.2 Toetsing huidige situatie

Het aanwezige grondlichaam is nooit ontworpen als regionale waterkering dus moeten alle toetssporen worden doorlopen. Gezien de vereiste aanpassingen aan het profiel wordt het buitentalud echter in ieder geval aangepast en daarom blijven buitenwaartse stabiliteit en bekleding buitentalud buiten beschouwing in deze toetsing.

Aan de kruin en het binnentalud wijzigt niets vanuit de plannen met de weg over de kruin. De faalmechanismen die betrekking hebben op de kruin en het binnentalud worden wel in deze toetsing beschouwd. Het gaat om de faalmechanismen: binnenwaartse stabiliteit, piping, hoogte, bekleding binnentalud en microstabiliteit.

In Tabel 5 is een overzicht gegeven van de toetsing van de verschillende faalmechanismen. Onder de tabel zijn de toetssporen verder uitgewerkt.

Tabel 5: overzicht toetsing huidige grondlichaam

Toetsspoor	Oordeel	Opmerking
Kruinhoogte (HT)	Voldoende	Circa 2 m overhoogte
Stabiliteit binnenwaarts (STBI)	Onvoldoende	
Stabiliteit buitenwaarts (STBU)	Niet beschouwd	Door al geplande aanpassing van het buitentalud is dit mechanisme buiten beschouwing gelaten in de toetsing
Piping (STPH)	Onvoldoende	Afdekkende sliblaag
Microstabiliteit (STMI)	Onvoldoende	
Stabiliteit bekleding buitentalud	Niet beschouwd	Door aanpassing buitentalud buiten beschouwing gelaten in toetsing
Stabiliteit bekleding binnentalud	Voldoende (niet van toepassing)	Door grote overhoogte treedt hier geen golfoverslag op

3.2.1 Kruinhoogte

De benodigde kruinhoogte is gelijk aan het toetspeil + waakhogte.

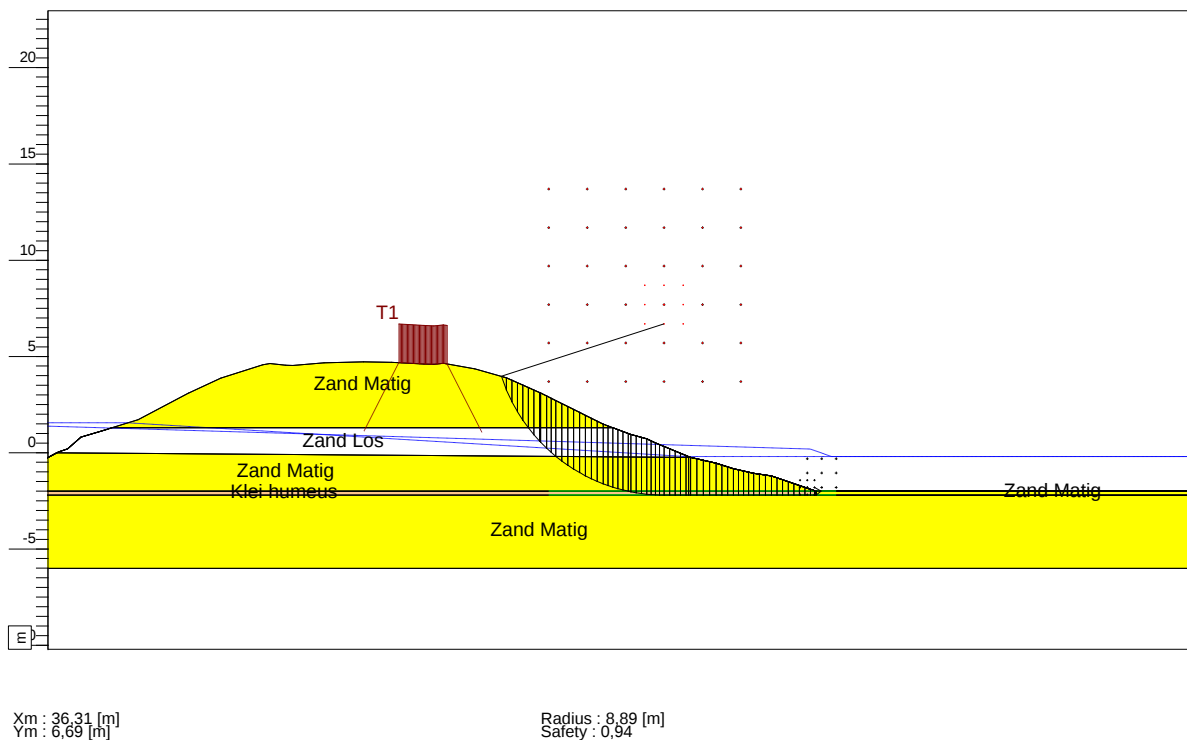
• Toetspeil:	NAP	+ 1,55 m
• Lokale toeslagen:		
– Scheefstand		+ 0,20 m
– <u>Golfoverslaghoogte:</u>		+ 0,25 m
Benodigde kruinhoogte:		+ 2,00 m
Aanwezige kruinhoogte:		+ 4,00 m

De aanwezige kruin heeft een overhoogte van 2 m ten opzichte van de benodigde kruinhoogte. Met een doorkijk naar de benodigde kruinhoogte vanuit ontwerp (circa 0,3 m hoger dan toetsen) past dit ruim in de overhoogte. Het grondlichaam scoort **voldoende** op hoogte.

3.2.2 Stabiliteit binnen- en buitenwaarts

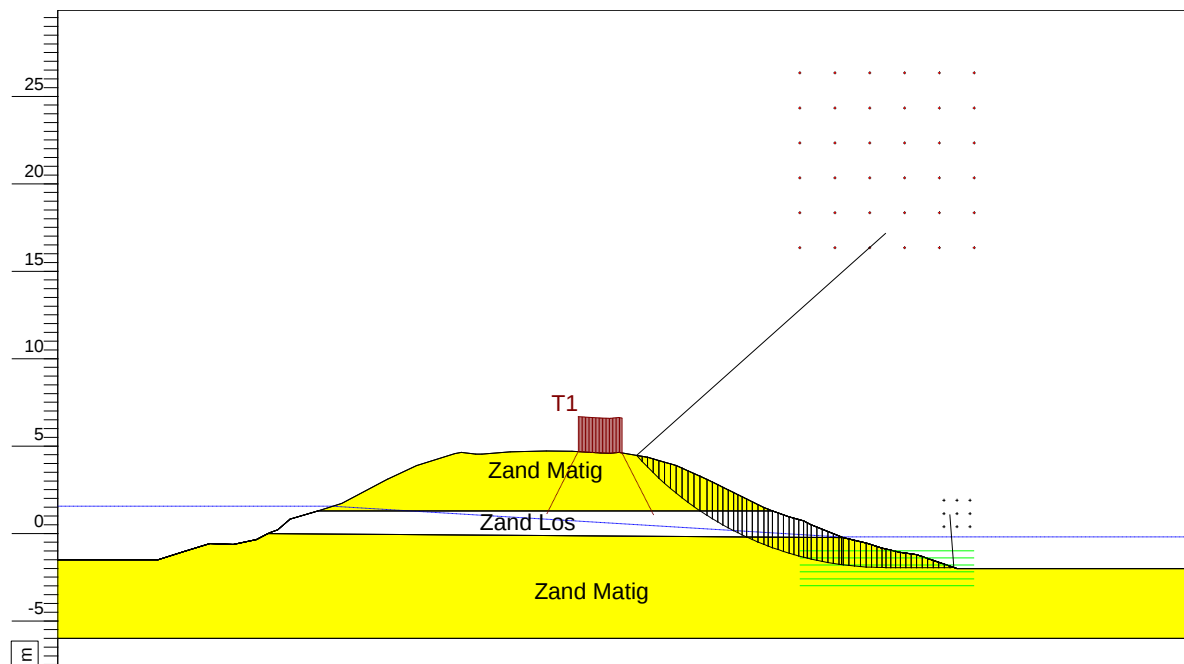
Stabiliteit binnenwaarts

In de schematisering van het huidige grondlichaam is rekening gehouden met de aanwezigheid van een humeuze kleilaag (slib) op NAP -2,0 m. Het freatische niveau is geschematiseerd op basis van Technisch Rapport Waterspanningen bij Dijken [ref 6] geval 2B (zandkern en zand als ondergrond). De bepaling van de stijghoogte is toegevoegd in Bijlage B. De stabiliteitsberekening is weergegeven in Figuur 8.



Figuur 8: stabiliteitsberekening toetsing binnenwaartse stabiliteit

Voor de beoordeling is aangenomen dat de slappe laag onder het gehele grondlichaam aanwezig is. Om de gevoeligheid in beeld te krijgen van deze laag is een berekening gemaakt exclusief sliblaag. Voor deze berekening is voor de stabiliteitseis de schematiseringsfactor aangehouden op 1,2. Deze berekening is enkel opgenomen in de rapportage als gevoeligheidsberekening. Het resultaat wordt niet gezien als de beoordeling op het faalmechanisme Macrostabiliteit binnenwaarts. De stabiliteitsberekening is weergegeven in Figuur 9.



Xm : 40,13 [m]
Ym : 17,18 [m]

Radius : 19,12 [m]
Safety : 1,18

Figuur 9: gevoeligheidsberekening binnenwaartse stabiliteit

In Tabel 6 is het resultaat van de binnenwaartse stabiliteitsanalyse weergegeven.

Tabel 6: resultaat toetsing binnenwaartse stabiliteit

Berekening	Eis UpliftVan [-]	SF [-]	Oordeel
Grondlichaam met UpliftVan (schematiseringsfactor 1,1)	1,04	0,94	Onvoldoende
Gevoeligheidsberekening (schematiseringsfactor 1,2)	1,14	1,18	Voldoende*

* gevoeligheidsberekening enkel om gevoel te krijgen bij de situatie zonder humeuze klei, resultaat wordt niet gezien als eindoordeel

In de huidige situatie voldoet het grondlichaam niet aan de eisen voor een regionale kering en scoort het **'onvoldoende'** op binnenwaartse stabiliteit.

Stabiliteit buitenwaarts

Dit faalmechanisme is niet beschouwd, omdat er al plannen zijn om de weg te verbreden en daardoor de buitenkruin al verder buitenwaarts komt te liggen. Toetsing van het buitentalud is niet meer relevant en dit wordt direct meegenomen in het ontwerp.

3.2.3 Piping

Alvorens het ontwerp wordt gemaakt is eerst een toetsing uitgevoerd doormiddel van een Sellmeijer berekening op basis van de uitgangspunten uit paragraaf 2.6.2 en 2.7.2. Het verval (ΔH) bedraagt 1,75 m (toetspeil van NAP +1,55 m en polderpeil van NAP -0,2 m). De aanwezige kwelweg van buitenteen tot binnenteen is 45 m. In Tabel 7 is het resultaat van de pipingtoets weergegeven. De Sellmeijer berekening is toegevoegd in Bijlage C.

Tabel 7: pipingtoets

Profiel	L _{aanwezig} [m]	ΔH [m]	L _{benodigd} [m]	Kwelweg- tekort	Oordeel
1	45	1,75	54	9	Onvoldoende

Het grondlichaam scoort '**onvoldoende**' op het faalmechanisme piping.

3.2.4 Microstabiliteit

Onder micro-instabiliteit wordt verstaan 'het uitspoelen van zand uit het binnentalud van de kering door uittredend grondwater'. Hierdoor wordt het profiel van de kering aangetast. Bij microstabiliteit komt de bedreiging voor de stabiliteit van binnenuit, veroorzaakt door een hoge freatische lijn in het grondlichaam. Bij dit mechanisme wordt gelet op zeer plaatselijke instabiliteit die echter ook een inleiding tot bezwijken van de gehele waterkering vormt.

Voor de toetsing op microstabiliteit is een beschouwing gemaakt of het huidige binnentalud voldoet bij de eenvoudige toetsing. Hiervoor is de huidige situatie in beeld gebracht, namelijk:

- Op het binnentalud ontbreekt een kleibekleding;
- Het binnentalud is steiler dan 1:5 en sommige delen zelfs steiler dan 1:3.

Op basis van bovengenoemde punten kan het grondlichaam niet goedgekeurd worden op basis van de eenvoudige toetsing. De toetsing is niet verder uitgevoerd, maar op basis van de geometrie en het ontbreken van een kleibekleding is de verwachting dat microstabiliteit onvoldoende is. In het ontwerp van het binnentalud wordt het mechanisme verder meegenomen.

Op basis van eenvoudige kenmerken scoort het grondlichaam voorlopig '**onvoldoende**' voor het faalmechanisme microstabiliteit.

3.2.5 Stabiliteit bekleding (erosie)

Binnentalud

De aanwezige overhoogte is groot genoeg waardoor geen golfoverslag zal optreden. Erosie van de grasbekleding op het binnentalud door golfoverslag is niet van toepassing. Door de tredschaad in de bekleding kan bij langdurige regenval door erosie mogelijk wel wat schade ontstaan.

Het grondlichaam scoort '**voldoende**' op bekleding binnentalud.

Buitentalud

Dit faalmechanisme is, vanwege eerder benoemde reden bij buitenwaartse stabiliteit, niet beschouwd.

3.2.6 Aansluiting op primaire kering

Het grondlichaam met duiker sluit aan de oostzijde met buitentalud aan op de primaire waterkering van de Bergse Maas. Op het buitentalud ligt Basalton. De bestaande aansluiting is niet expliciet beoordeeld. Het ontwerp van het nieuwe buitentalud moet voldoende overlap hebben met de bestaande Basaltonbekleding op de primaire waterkering.



Figuur 10: primaire waterkering met Basaltonbekleding

3.3 Ontwerp grondlichaam

Op basis van de uitgevoerde toetsing zijn de binnenwaartse stabiliteit, kans op piping en microstabiliteit onvoldoende bevonden. Deze faalmechanisme zijn dan ook bepalend in het ontwerp aan binnendijkse zijde.

Binnenwaartse stabiliteit: Voor dit faalmechanisme dient aan de passieve zijde extra ballast opgenomen te worden in het ontwerp. Dit kan in de vorm van een taludverflauwing, een steunberm, of het toepassen van een stabiliteitsscherm. Een vierde optie zou kunnen zijn om onderin het talud extra ballast aan te brengen in de vorm van steenbestorting.

Piping: In de huidige situatie is het kwelwegtekort 20 m. De kwelweg kan verlengd worden door een pipingberm, voorland verbetering, pipingscherm of in het binnentalud en op maaiveld (aansluitend aan de watervoerende zandlaag) zou een filterconstructie kunnen worden toegepast doormiddel van steenbestorting en geotextiel. Een eenvoudigere optie is het weggraven van de cohesieve laag en deze vervangen door grof zand.

Microstabiliteit: Om het grondlichaam te laten voldoen kan gedacht worden aan de volgende oplossingen. Het toepassen van relatief dikke kleibekleding op het binnentalud waardoor uittredend water wordt tegen gehouden. Het binnentalud verflauwen tot 1:5 vanaf het niveau waar het water uitstroomt uit de dijk. Een derde oplossing zou een filter kunnen zijn waarmee wordt voorkomen dat gronddeeltjes uitspoelen. Een pipingscherm in de binnenteen kan ook het optreden van microstabiliteit voorkomen, indien de kop voldoende hoog wordt aangelegd.

Door de grote overhoogte treedt geen overslag op. Kleibekleding voor het tegengaan van erosie op het binnentalud door overslag is daardoor niet nodig. Door het ontbreken van een kleibekleding op het binnentalud kan de dijk goed draineren, wat gunstig is voor macrostabiliteit. Het is dus ook niet gewenst om klei bekleding toe te passen.

Er zijn twee maatregelen mogelijk die oplossing bieden voor alle drie de faalmechanismen die als onvoldoende zijn beoordeeld, namelijk:

1. Een filterconstructie (geotextiel bedekken met steenbestorting) onderin het binnentalud. In de stabiliteitsberekening wordt gekeken onder welk talud het binnentalud aangelegd kan worden. Door deze oplossing blijft het ruimtegebruik beperkt en hoeven geen damwanden geplaatst te worden als pipingmaatregel. Het filter biedt ook de oplossing voor onder- en achterloopsheid bij het waterkerend kunstwerk.
2. Het plaatsen van een damwandscherm die dient als pipingscherm en als stabiliteitsscherm. Dit scherm voorkomt ook het optreden van microstabiliteit. Als het scherm wordt geplaatst rondom het kunstwerk wordt hiermee achter- en onderloopsheid bij het kunstwerk voorkomen.

Bij optie 1, de filterconstructie, bestaat het risico dat deze dichtslibt. Door de beheerder van Waterschap Brabantse Delta is aangegeven dat zij negatieve ervaring hebben met filterconstructies als pipingmaatregel. De voorkeur / wens is uitgesproken om als pipingmaatregel te kiezen voor pipingscherm. Dit vanwege de beperking in ruimtegebruik ten opzichte van bijvoorbeeld een pipingberm en de betrouwbaarheid van de oplossing. In hierop volgende paragrafen wordt optie 2 verder uitgewerkt. Het ontwerp van de optie met filterconstructie is toegevoegd in Bijlage D.

3.3.1 Uitgangspunten ontwerp grondlichaam

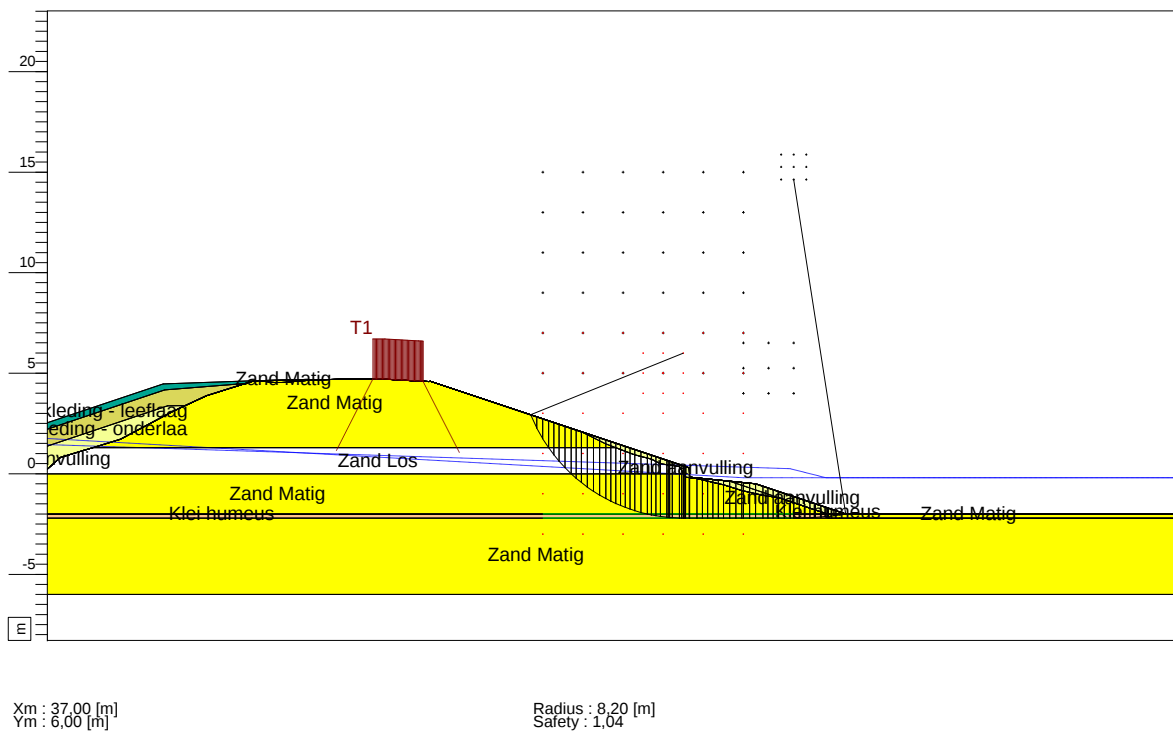
Op basis van de eerste beschouwing van het ontwerp op basis van expert judgement en het resultaat van de toetsing zijn een aantal uitgangspunten geformuleerd voor het eerste ontwerp:

- Er wordt geen kleibekleding op het binnentalud toegepast, zodat de dijk goed kan draineren.
- Buitentalud moet slecht doorlatend en erosiebestendig zijn.
- Principe profiel 7 van tekening 1638-3202-0 d.d. 18-4-2018 (Figuur 6).
- Ten behoeve van het voorgenomen wegontwerp wordt de kruin breder doordat de buitenkruin 4,75 m buitenwaarts wordt verschoven (zie, Figuur 6).

3.3.2 Macrostabiliteit binnenwaarts en microstabiliteit

Voor het binnentalud is het volgende ontwerp voorzien. Het binnentalud wordt uitgevoerd in 1:3 talud en op het talud komt 0,75 m boven grond van klei zodat de grasbekleding op het talud niet uitdroogt. Een deel van het binnentalud komt onder water te liggen. Hier kan de dekgrond niet op doorgezet worden. Voor het onderwatertalud wordt steenbestorting toegepast van bodem tot hoogte gemiddelde waterstand. Daarboven wordt een plasdrasberm toegepast. De nadere uitwerking is te zien op de ontwerptekening die is toegevoegd in Bijlage F.

In de toetsing is het binnentalud nog als onvoldoende bevonden. Ter controle of de binnenwaartse stabiliteit nog steeds een onvoldoende is, is een controle berekening uitgevoerd met de daarin de plasdras berm geschematiseerd. De berekening is weergegeven in Figuur 11.



Figuur 11: stabiliteitsberekening binnentalud met plasdras berm

De gevonden stabiliteitsfactor is 1,04 en is gelijk aan de stabiliteitseis voor model UpliftVan en daarmee is het ontwerp voldoende. Vanuit deze berekening zijn geen aanvullende maatregelen benodigd om te voldoen aan binnenwaartse stabiliteit. Daarnaast komt er nog extra veiligheid in de kering, omdat binnendijs nog pipingscherm worden geplaatst. Deze hebben ook enige invloed op de binnenwaartse stabiliteit, omdat deze tot enkele meters onder de deklaag worden doorgezet. De diepte hiervan wordt bepaald in onderstaande paragraaf.

Door de plaatsing van de damwand voor piping en het flauwere talud van de plasdras berm is microstabiliteit hier niet aan de orde.

3.3.3 Piping

Uit de beoordeling is gebleken dat het grondlichaam onvoldoende scoort op het faalmechanisme piping. Voor het ontwerp is een nieuwe berekening uitgevoerd met de ontwerpwaterstand van NAP +1,85 m. Het verval is 2,05 m. In Tabel 8 is de benodigde horizontale verlenging voor het ontwerp weergegeven.

Tabel 8: benodigde kwelwegverlenging voor ontwerp piping

Profiel	L _{aanwezig} [m]	ΔH [m]	L _{benodigd} [m]	Verlenging [m]
1	45	2,05	65	20

Het kwelwegtekort bedraagt 20 m. Bij het aanleggen van een pipingberm zou bijna de gehele watergang gedempt worden en buitendijkse ingraving van klei is niet aan te brengen onder water. Als pipingmaatregel is gekozen voor een pipingscherm aan binnendijkse zijde over de gehele lengte en die wordt doorgezet in de naastgelegen grondlichamen. De benodigde lengte van het scherm voor piping is bepaald op basis van $2\Delta H$ (uitgaande van een heavecriterium van 0,5). Dat komt neer op een lengte van 4,1 m vanaf slootbodem. Echter dient het scherm niet alleen voor piping van het grondlichaam, maar ook als achter- en onderloopsheidscherm van het kunstwerk. Om het scherm te laten fungeren als kwelscherm bij het kunstwerk wordt deze geplaatst bij de achterwand van de uitstroombak met de bovenkant op NAP +0,3 m. De totale damwand lengte komt daarmee op 6,5 m met inheinniveau op NAP -6,2 m.

Rekenen met ΔH van 2,05 m kan gezien worden als conservatieve aanname, omdat de stijghoogte binnendijs naar verwachting lager is door enige reductie vanuit de ondergrond op de stijghoogte. Echter zou voor de controle op heave bij damwanden een veiligheidsfactor en schematiseringsfactor in rekening gebracht te worden. De bepaling van de reductie binnendijs met formules is niet altijd even betrouwbaar en kan tot onveilige aannames leiden. Richting uitvoering kan door een aanvullende analyse de damwandlengte scherper bepaald worden.

Het ontwerp van het kunstwerk, ten aanzien van piping, wordt in paragraaf 4.3 verder uitgewerkt.

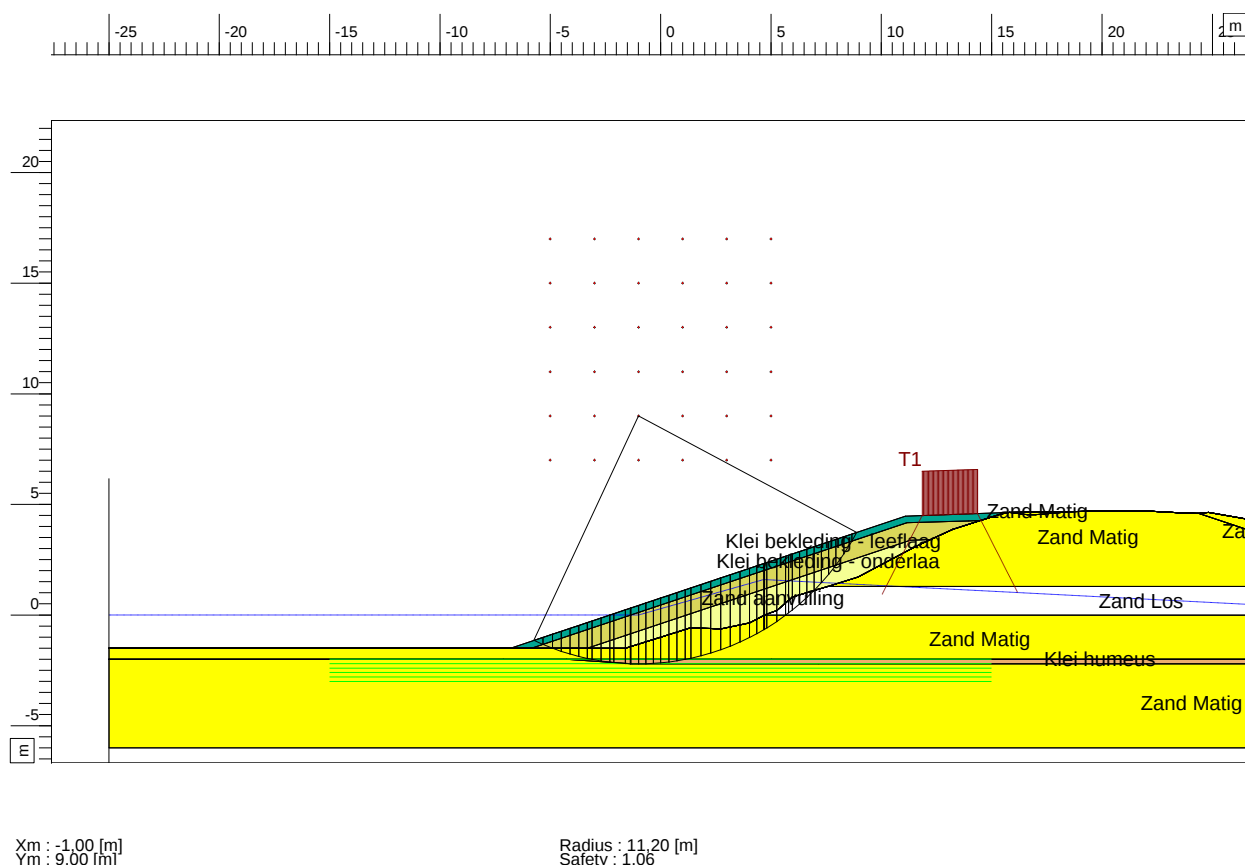
3.3.4 Macrostabiliteit buitenwaarts en erosie gras buitentalud

Op basis van de voorgenomen wegverbreding aan buitendijkse zijde, verplaatst de huidige buitenkruin circa 4,75 m buitenwaarts. Op basis van de nieuwe buitenkruin zijn ontwerpberekeningen gemaakt voor het dimensioneren van het buitentalud. De buitenwaartse stabiliteit is beschouwd met het glijvlak model van Bishop. In de berekening is rekening gehouden met een voldoende erosiebestendige en slecht doorlatende kleikleding. Op basis van Addendum I bij de Leidraad Rivieren [ref 5] en ervaring met vergelijkbare projecten wordt de volgende kleibekleding toegepast die zorgt voor een erosie bestendige en slecht doorlatende bekleding:

Golfhoogte <0,75 m:

- Onderlaag;
 - Klei van de categorie 2 met een lutumgehalte van 20-35%;
 - Dikte: 0,8 m loodrecht op het talud;
- Toplaag;
 - Klei van categorie 3 met een lutumgehalte van 10-20%;
 - Dikte 0,3 m loodrecht op het talud.

Uit de stabiliteitsberekening volgt een benodigd buitentalud van 1:3. In Figuur 12 is de ontwerpberekeningen weergegeven.



Figuur 12: ontwerpberekening buitenwaartse stabiliteit (SF, eis Bishop = 0,99)

Voor de berekeningen is uitgegaan van een volledig 1:3 talud met klei die doorgezet wordt onder water. In de praktijk is de kleibekleding niet aan te brengen (niet te verdichten) onder water. Het buitentalud wordt net zoals het binnentalud uitgevoerd met een boventalud van 1:3 tot NAP met kleikleding. Rond de gemiddelde waterstand van NAP wordt een plasdras berm aangebracht van 1 m.

Het deel tot de bodem van de watergang wordt uitgevoerd met stortsteen. De sortering dient in het uitvoeringsontwerp nader bepaald te worden. Deze uitvoering is gunstiger dan het volledig 1:3 talud en voldoet daarmee dus ook op buitenwaartse stabiliteit. Er is geen aanvullende berekening nodig.

4 ONTWERP WATERKEREND KUNSTWERK

4.1 Herbruikbaarheid huidige duiker

Omdat in de huidige situatie al een duiker door het grondlichaam ligt is in eerste instantie gekeken of deze duiker hergebruikt kan worden. Daarbij dient de duiker dusdanig aangepast te worden zodat deze kan voldoen als waterkerend kunstwerk. Op basis van het geotechnisch ontwerp en expert judgement is een beschouwing gemaakt of het hergebruiken gewenst is. Hoofdconclusie uit de beschouwing is dat het niet gewenst is om de huidige duiker te hergebruiken. De voorkeur gaat uit naar het volledig vervangen van de duiker door een nieuwe betonnen waterkerend kunstwerk, omdat:

- Gegevens over de spirosol duiker met betrekking tot sterkte en levensduur ontbreken;
- Uit het geotechnisch ontwerp volgt dat het grondlichaam breder wordt;
 - De spirosol duiker verlengd dient te worden wat leidt tot een complexe uitvoering en dit is niet wenselijk;
- De duiker voorzien moet worden van dubbele afsluitmiddelen, één binnen- en één buitendijks;
 - Hiervoor dienen in- en uitstroom voorzieningen bevestigd te worden op de spirosol duiker en ontwerp en realisatie daarvan is erg complex.

4.2 Sterkte nieuwe constructie

Voor het ontwerp in onderhavige rapportage zijn geen sterkteberekeningen gemaakt waarin de wanddiktes zijn bepaald. Het betreft een standaard betonnen constructie waar de aannemer in overleg met de leverancier de juiste wanddikte en wapening moet toepassen op basis van meegeleverde eisen op het gebied van bodemopbouw, gronddrukken en waterstanden. In de ontwerptekeningen zijn indicatieve wanddiktes aangegeven die gebaseerd zijn op kengetallen van leveranciers. Uitgangspunt is geweest:

- Wanddikte duiker = 140 mm.
- Dikte vleugelwanden = 250 mm.
- Dikte vloer in- en uitstroom = 300 mm.

Ook de aansluitingen van de duiker op de in- en uitstroomvoorziening moeten in een later stadium nader gedetailleerd worden. Dit geldt ook voor alle overige onderdelen, zoals de afsluitvoorzieningen.

4.3 Piping

Zoals voor het grondlichaam al toegelicht is, wordt als pipingmaatregel een pipingscherm toegepast. Deze sluit aan op de achterwand van de uitstroombak en wordt onder de bak doorgezet. Het kunstwerk dient gecontroleerd te worden op onderloopsheid en achterloopsheid. Voor onderloopsheid is de benodigde kwelweg gecontroleerd op basis van het rekenmodel van Lane en Heave. Voor achterloopsheid is de benodigde horizontale kwelweg bepaald aan de hand van Sellmeijer. Uitgangspunt hierbij is geweest dat de benodigde kwelweglengte gelijk is aan die van het grondlichaam, dus 65 m. De totale lengte van het kunstwerk zelf is 40 m.

Onderloopsheid

Met de empirische rekenregel van Lane is gecontroleerd of de benodigde damwandlengte van het kwelscherm bij het kunstwerk past in de bepaalde damwandlengte voor piping bij het grondlichaam.

Voor de bepaling van de benodigde verticale verlenging is gebruik gemaakt van de empirische formule van Lane, zie onderstaand.

$$\Delta H \leq \Delta H_c = \frac{\left(\frac{1}{3} L_h + L_v\right)}{C_{w, creep}}$$

Voor de creep-factor is uitgegaan matig fijn zand wat neerkomt op $C_{w,creep} = 7$. Uit de omschreven formule volgt een benodigde verticale verlenging van circa 1,5 m. Vanuit het kunstwerk gezien is een scherm nodig voor onderloopsheid van 0,75 m ten opzichte van de onderkant van de duiker.

Het benodigde ontwerp voor Heave is al beschreven bij het ontwerp van het grondlichaam. Vanuit Heave is een scherm benodigd met inheinniveau op NAP -6,2 m. Daarmee is het ontwerp voor Heave maatgevend.

Achterloopsheid

Voor achterloopsheid is gekeken naar de benodigde horizontale kwelwegverlenging op basis van Sellmeijer. Voor de achterloops. Bij de Sellmeijer berekening van het grondlichaam voor het ontwerp is vastgesteld dat de benodigde kwelweg 65 m is. De lengte van het kunstwerk is 40 m en er is dus een kwelwegverlenging benodigd van 25 m. Aangezien aan binnendijkse zijde al een pipingscherm wordt geplaatst voor de dijk wordt deze extra lang doorgezet, zodat deze ook voldoet als kwelscherm van het kunstwerk. De damwand moet aan beide zijde van het kunstwerk tot 25 m doorgezet worden. De uitwerking hiervan is terug te zien op de ontwerptekening die is bijgevoegd in Bijlage F.

4.4 Betrouwbaarheid sluiting

Voor het ontwerp van de afsluiters van het kunstwerk is gebruik gemaakt van de memo 'werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag met scoretabellen' [ref 7]. De scoretabellen uit dit document zijn doorlopen. De faalkans per jaar dient kleiner te zijn dan 1/1000 per sluitvraag. Voor betrouwbaarheid sluiting wordt het kunstwerk beoordeeld op de vier aspecten die invloed hebben op het niet sluiten, namelijk:

- Alarmering.
- Mobilisatie.
- Bediening.
- Technisch.

De eerste drie aspecten (Alarmering, Mobilisatie en Bediening) zijn met name afhankelijk van de interne organisatie bij het waterschap omtrent het sluiten van waterkerende kunstwerken. Deze aspecten gaan in op intern vastgelegde mobilisatieregelingen en sluitingsprocedures. Het vierde aspect 'Technisch' gaat in op technisch falen van de afsluitmiddelen. Hierin is bijvoorbeeld de wijze van sluiten en of een tweede keermiddel aanwezig is meegenomen.

Voor onderhavige rapportage is ervan uitgegaan dat de eerste drie aspecten op orde zijn bij het waterschap, omdat er al ervaring is met soortgelijke waterkerende kunstwerken en daar draaiboeken voor zijn. Het waterschap dient daartoe het nieuwe waterkerende kunstwerk zelf toe te voegen aan haar draaiboeken en procedures. Bij het ontbreken van bijvoorbeeld een schriftelijk vastgelegde mobiliteitsregeling kan de totale faalkans per sluitvraag nooit kleiner worden dan de gestelde eis van 1/1.000. Dan kan het kunstwerk dus nooit voldoen aan de eis. De gestelde vragen bij de eerste drie aspecten zijn dan ook een harde eis waar het waterschap intern aan moet voldoen. Voor het invullen van de scoretabellen om de totale faalkans te bepalen met het ontwerp van het waterkerende kunstwerk is op de vragen bij alarmering, mobilisatie en bediening dan ook "ja" geantwoord op alle vragen.

Op basis van de scoretabellen en de eis vanuit het waterschap dat een kunstwerk dubbele afsluitmiddelen moet hebben, volgt de volgende beoordeling van het ontwerp:

- Dubbel afsluitmiddel, aan binnendijkse zijde een spindelschuif en aan buitendijkse zijde een terugslagklep.
- Doordat het kunstwerk twee keermiddelen krijgt is voor de spindelschuif een tweede aandrijfsysteem niet strikt noodzakelijk om te voldoen aan de eis.

In Figuur 13 is een voorbeeld van een spindelschuif en terugslagklep weergegeven.



Figuur 13: impressie van afsluitmiddelen spindelschuif (links) en terugslagklep (rechts)

De totale faalkans per sluitvraag bedraagt $1,98E-04 < 1,00E-03$ waarmee het kunstwerk voldoende scoort. De ingevulde score tabellen zijn toegevoegd in Bijlage C. In het bepalen van de faalkans zijn bepaalde uitgangspunten gehanteerd die uiteindelijk als eis moeten worden gezien als het kunstwerk daadwerkelijk wordt geplaatst. Dit zit voor namelijk in:

- **Wijze van alarmering:** contact met KNMI voor voorspelde neerslag en daardoor te verwachten waterstanden op regionale wateren en metingen nabij peilschaal Gansoyen voor hoogwateralarmering.
- **Zorgen voor goede en tijdige mobilisatie:** het hebben van een schriftelijk vastgelegde, up tot date, mobilisatieregeling inclusief stand-by regeling en terugmeldingsregeling en het oefenen hiermee.
- **Het garanderen van het sluiten:** hiervoor dienen schriftelijke sluitprocedures opgesteld te worden en dient het proces jaarlijks geoefend te worden.

5 SAMENVATTING ONTWERP INCLUSIEF ADVIES

5.1 Samenvatting

In voorgaande hoofdstukken is een onderbouwing gegeven van het ontwerp van de regionale kering met kunstwerk. Hieruit zijn eisen afgeleid voor de realisatie en vervolgens verwerkt in ontwerptekeningen die zijn bijgevoegd in Bijlage F. Onderstaand is het ontwerp samengevat.

Grondlichaam

Voor het grondlichaam geldt het volgende ontwerp:

- Binnendijks talud onder een helling van 1:3 met een plasdrasberm rond NAP.
 - Grasbekleding op het binnentalud met een leeflaag van 0,75 m zonder een onderlaag van klei.
 - Talud na de plasdrasberm richting waterbodembodem bedekt met steenbestorting, sortering is nader te bepalen.
- Ter hoogte van de uitstroom van het kunstwerk een damwandscherm, AZ13, met de bovenkant op NAP +0,3 m en een lengte van 6,5 m.
- Buitendijkse kruinverbreding van 4,75 m (vanwege aanleg weg).
- Buitentalud 1:3 tot aan NAP, dan een plasdrasberm en vervolgens een 1:3 met steenbestorting tot aan waterbodembodem.
- Grasbekleding, boven plasdrasberm, op het buitentalud met:
 - 0,8 m klei onderlaag.
 - 0,3 m leeflaag van matig humeuze zavel (maximaal 5% organische stof en 10 à 20% lutum).
 - inzaaien met grasmengsel.

Waterkerend kunstwerk

Voor het kunstwerk geldt het volgende ontwerp:

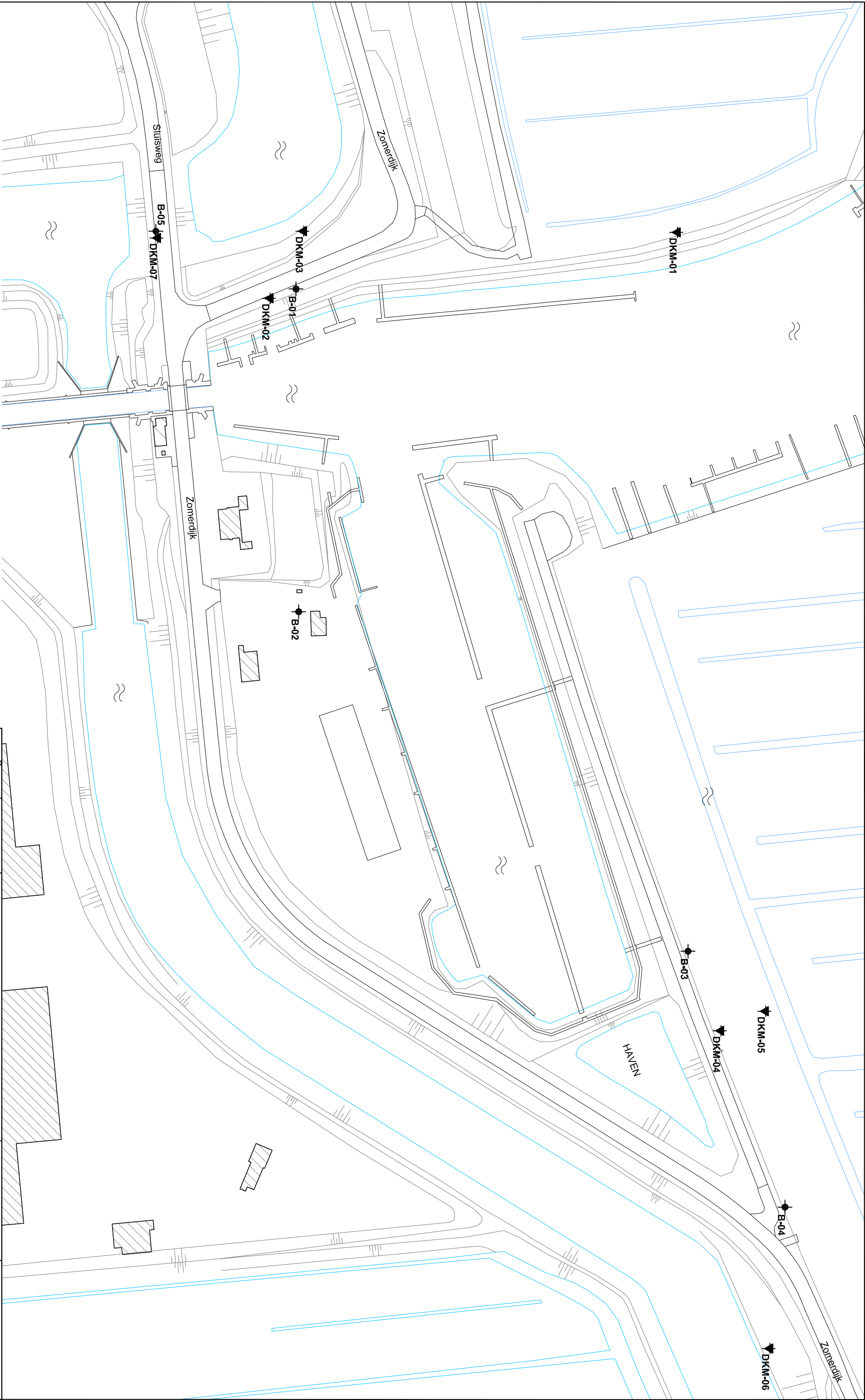
- Betonnen duiker Ø 1250 mm met een lengte van 40 m gefundeerd op staal.
- Dubbele afsluitmiddelen.
 - Buitendijkse zijde voorzien van terugslagklep.
 - Binnendijkse zijde voorzien van spindelschuif met handmatig bediening, te bedienen via een taludtrap met bordes.
- Pipingscherm voor grondlichaam dient ook als achter- en onderloopsheidscherm van het kunstwerk en wordt aan beide zijden tot 25 m doorgezet met inheinniveau op NAP -6,2 m.

5.2 Advies

Om het ontwerp tot een uitvoeringsontwerp uit te werken wordt het volgende geadviseerd:

1. Bij het bepalen van de steen sortering dient rekening gehouden te worden met de stroomsnelheid door de duiker heen.
2. Controle uitvoeren op huidige status rondom organisatie van alarmering, mobilisatie en bediening binnen het Waterschap.
3. Nadere analyse op lengte pipingscherm met behulp van respons stijghoogte aan binnendijkse zijde.
4. De aansluitingen van de duiker op de in- en uitstroomvoorziening moeten in een later stadium nader gedetailleerd worden. Dit geldt ook voor alle overige onderdelen, zoals de afsluitvoorzieningen.

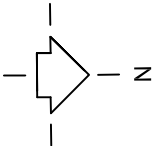
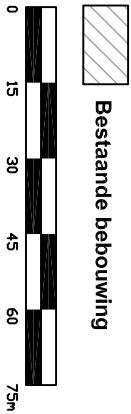
BIJLAGE A GRONDONDERZOEK



Bron:
E-nai digitale tekening
Bureau + vestigingsplaats:

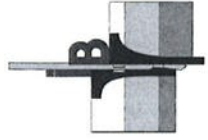
Tekening- / bladnummer:

Datum laatste bewerking:

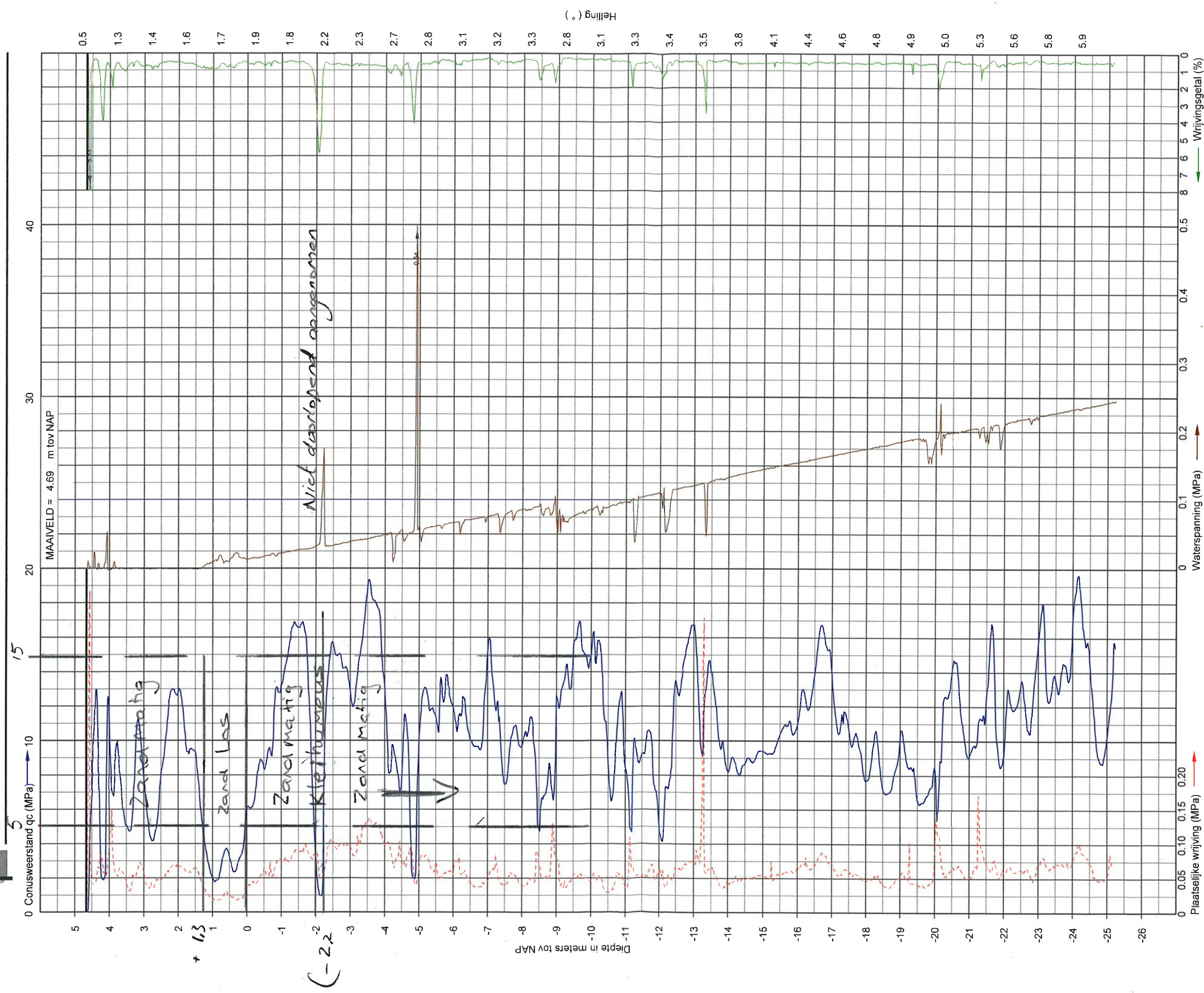


		Opdrachtnummer:		Bijlage:	
Aanvullend geotechnisch onderzoek tbv		02P010847		SIT-01	
Buitenhaven aan de Zomerdijk te Waalwijk		Bewerkt:		Datum:	
Situatietekening		CSL		12-03-2018	
Opdrachtnummer:		RD/dGPS		Schaal:	
X, Y:		1 : 1500		Formaat:	
RD/dGPS		1 : 1500		A3	

Deze situatietekening dient om inzicht te geven in de locatie van de meet- en onderzoekspunten. De tekening dient niet voor andere doeleinden te worden gebruikt.



Opdracht: 02P010847
Project: Aanvullend geotechnisch onderzoek t.b.v. Buitenhaven aan de Zomerdijk te Waalwij

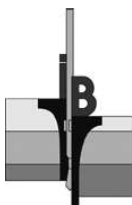


Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1
Sondeerklasse 2
Conusnummer: P10-CF11P-10

Uitvoerder S23 stanley
Datum: 2-2-2018

X: 132101,000
Y: 413244,100

Sondering 7



Opdracht: 02P010847

Project: Aanvullend geotechnisch onderzoek t.b.v. Buitenhaven aan de Zomerdijk te Waalwijk

Boring:

Uitvoering op:
Uitvoering door:

B-05

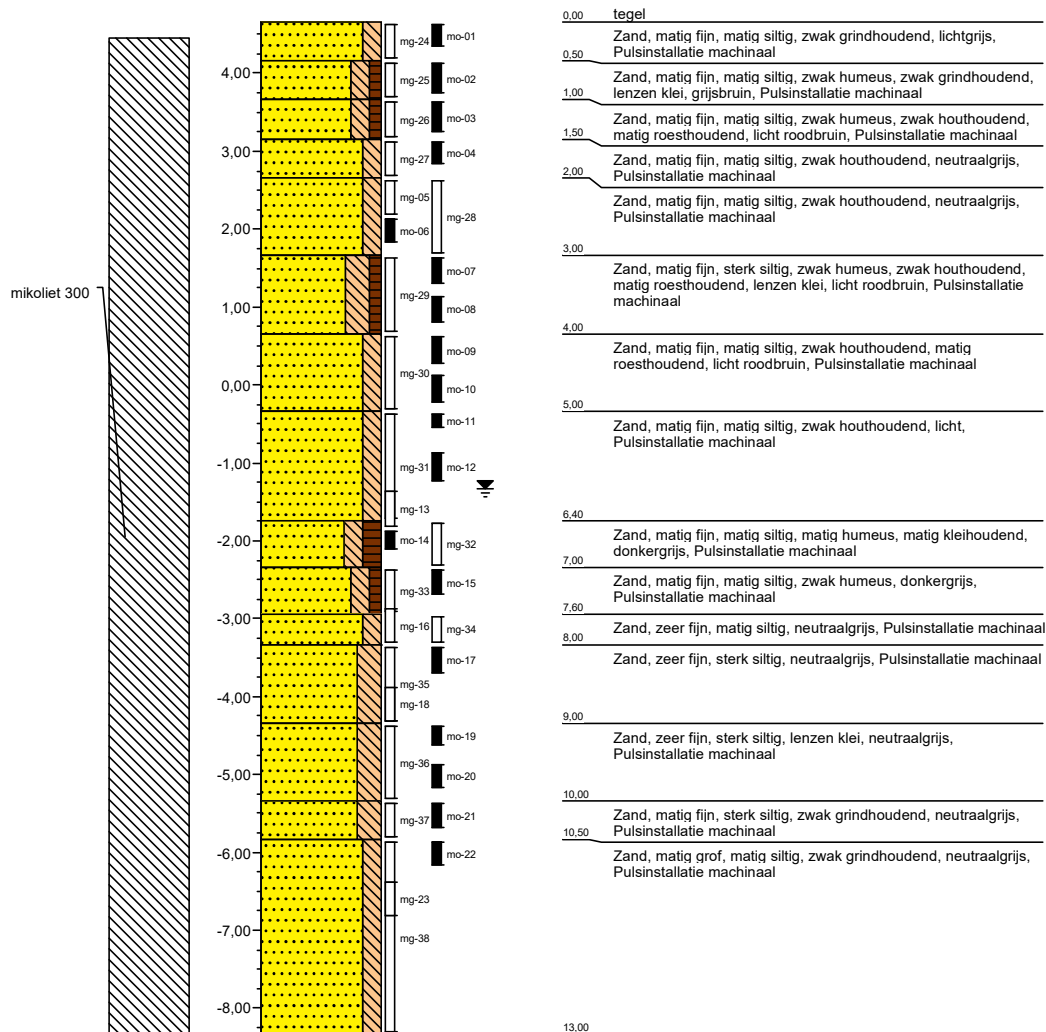
05-02-2018
MDN/pss

Boring volgens NEN-EN-ISO 22475-1

Maaiveldhoogte [m]: 4,66 N.A.P.
Grondwaterstand [cm-mv]: 600

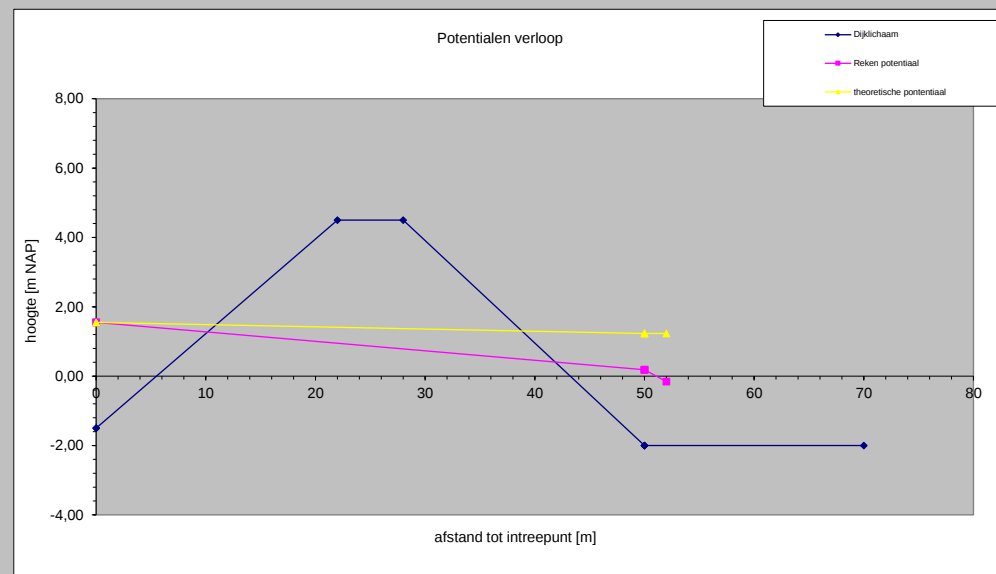
Classificatie volgens NEN 5104

x-coördinaat [m RD]: 132098,60
y-coördinaat [m RD]: 413243,60

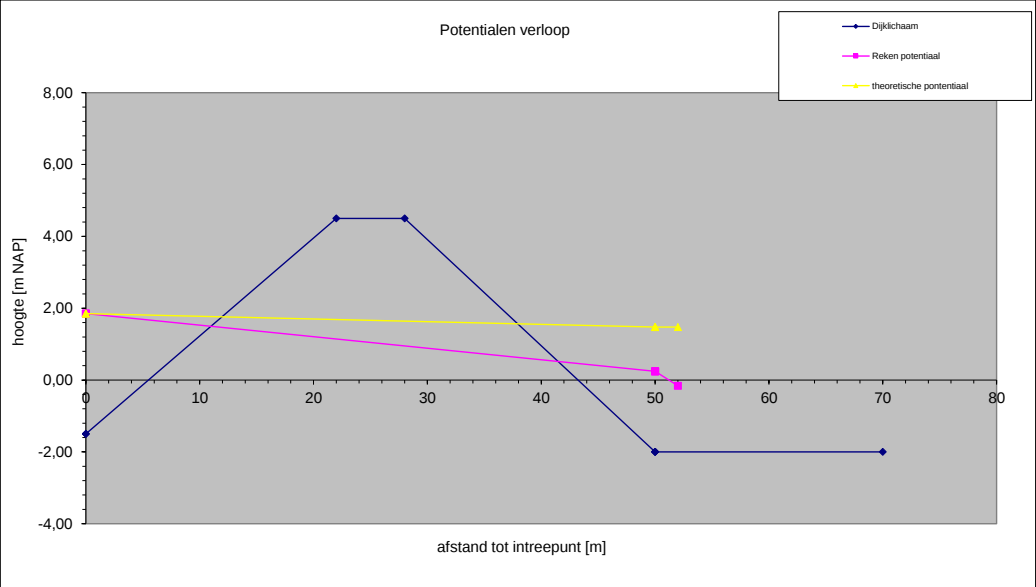


BIJLAGE B POTENTIALEN BEREKENING

Niet noodzakelijk voor berekening, invullen door gebruiker		
Noodzakelijk voor berekening, invullen door gebruiker		
resultaat berekeningen		
dijkpaal		Waalwijk - regionale kering
dikte vvp	m	28.5
kD waarde vvp	m2/dag	1140
k _v doorlatendheid klei voorland	m/dag	0.05
k _a doorlatendheid klei achterland	m/dag	0.05
C kwelfactor (Blight, Lane)	--	17
γ bermmateriaal	kN/m3	15
veiligheidsfactor opdrukken	--	1.2
uittreefactor	--	0.5
veiligheidsfactor dikte kleilaag	--	0.8
Ontwerp/toetspeil	m+NAP	1.55
Niveau maaiveld	m+NAP	-2
Grondwaterstand	m+NAP	-0.2
Breedte voorland	m	0
Breedte dijk	m	50.00
Breedte BBL-EBL	m	0.0
Breedte EBL-BIT	m	0.00
Breedte achterland	m	5000
Dikte kleilaag voorland	m	1
Dikte kleilaag achterland	m	2.2
γ _{klei} achterland	kN/m3	10
Hoogte BUT	m+NAP	-1.5
Hoogte BUK	m+NAP	4.5
Hoogte BIK	m+NAP	4.5
Hoogte BBL	m+NAP	-2
Hoogte EBL	m+NAP	-2
MHW	m+NAP	1.55
opbarstveiligheid	m+NAP	0.03
reken pot but	m+NAP	1.55
reken pot BBL	m+NAP	0.18
reken pot EBL	m+NAP	0.18
reken pot BIT	m+NAP	0.18
grenspotentiaal	m+NAP	-0.16
Theoretische potentiaal buitenteen	m+NAP	1.55
Theoretische potentiaal BBL	m+NAP	1.23
Theoretische potentiaal EBL	m+NAP	1.23
Theoretische potentiaal BIT	m+NAP	1.23



Niet noodzakelijk voor berekening, invullen door gebruiker		
Noodzakelijk voor berekening, invullen door gebruiker		
resultaat berekeningen		
dijkpaal		Waalwijk - regionale kering
dikte wvp	m	28,5
kD waarde wvp	m2/dag	1140
k _v doorlatendheid klei voorland	m/dag	0,05
k _a doorlatendheid klei achterland	m/dag	0,05
C kwelfactor (Blight, Lane)	--	17
γ bermmateriaal	kN/m3	15
veiligheidsfactor opdrukken	--	1,2
uittreefactor	--	0,5
veiligheidsfactor dikte kleilaag	--	0,8
Ontwerp/toetspeil	m+NAP	1,85
Niveau maaiveld	m+NAP	-2
Grondwaterstand	m+NAP	-0,2
Breedte voorland	m	0
Breedte dijk	m	50,00
Breedte BBL-EBL	m	0,0
Breedte EBL-BIT	m	0,00
Breedte achterland	m	5000
Dikte kleilaag voorland	m	1
Dikte kleilaag achterland	m	2,2
γ _{de} i achterland	kN/m3	10
Hoogte BUT	m+NAP	-1,5
Hoogte BUK	m+NAP	4,5
Hoogte BIK	m+NAP	4,5
Hoogte BBL	m+NAP	-2
Hoogte EBL	m+NAP	-2
MHW	m+NAP	1,85
opbarstveiligheid	m+NAP	0,03
reken_pot_but	m+NAP	1,85
reken_pot_BBL	m+NAP	0,25
reken_pot_EBL	m+NAP	0,25
reken_pot_BIT	m+NAP	0,25
grenspotentiaal	m+NAP	-0,16
Theoretische potentiaal buitenteen	m+NAP	1,85
Theoretische potentiaal BBL	m+NAP	1,48
Theoretische potentiaal EBL	m+NAP	1,48
Theoretische potentiaal BIT	m+NAP	1,48



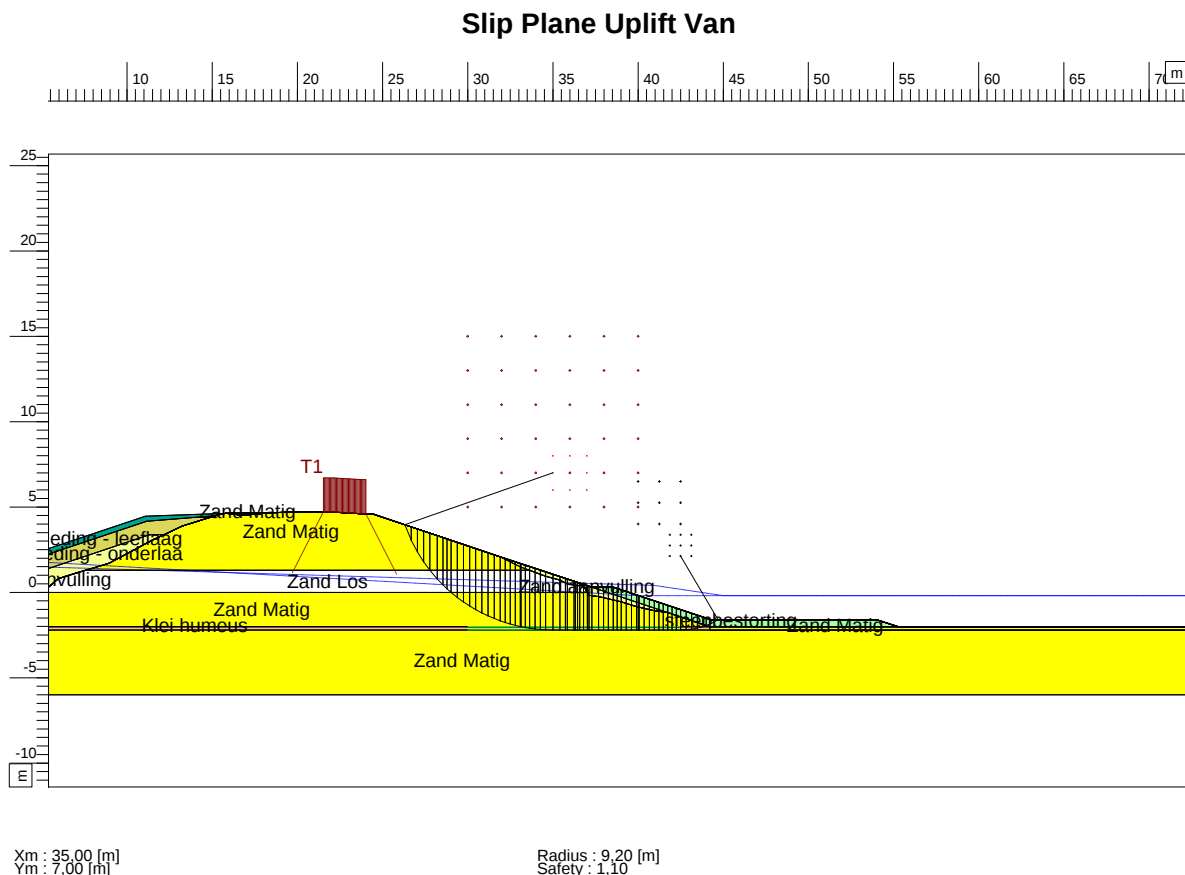
BIJLAGE C SELLMEIJER BEREKENING

LOCATIE				KWELWEG			ZANDGROFHEID			RANDVOORWAARDEN								A (eis)				B			C			TOETSING		D					
dijkpaal	dijkvak	X	Y	L1 (voorl.)	verlenging	aanwezig	k	D	D70	OWP2050+0.3	mv	slootpeil	SF opb.;rep	o.k. klei	F1	F2	F3	ΔHcrit	g m;p	g b	ΔHcrit;d	ΔHrep-0,3xd	SF opb.	opb.	nieuwe Sellmeijer	oude Sellmeijer	ΔHcrit;corr.	creepfactor	creepfactor	tekort nieuw	tekort oud				
		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/dag)	(m)	(mu)	(m +NAP)	(m +NAP)	(m +NAP)	(-)	(m +NAP)	(-)	(-)	(-)	(m)	(-)	(-)	(m)	(m)		(J/N)	A > B of C = nee	D > B of C = nee	(m)	nieuwe rekenregel	oude rekenregel	(m)	(m)				
22	toetsing Grondlichaam			45	9	54,0	40	28,5	174	1,55	-0,2	-0,2	0,3	-0,2	0,301	0,129	1,100	2,310	1,20	1,10	1,750	1,8	1,2	J	voldoet	voldoet	2,371	30,8	23	geen	geen				
22	ontwerp Grondlichaam			45	20	65,0	40	28,5	174	1,85	-0,2	-0,2	0,3	-0,2	0,301	0,121	1,138	2,706	1,20	1,10	2,050	2,1	1,2	J	voldoet	voldoet	2,815	31,7	23	geen	geen				
22	achterloopsheid duiker			40	25	65,0	40	28,5	174	1,85	-0,2	-0,2	0,3	-0,2	0,301	0,121	1,138	2,706	1,20	1,10	2,050	2,1	1,2	J	voldoet	voldoet	2,815	31,7	23	geen	geen				
controle regel					0	73,3	40	25	200	4	0	0	0,3	0	0,301	0,123	1,196	3,258	1,30	1,30	1,928	4,0	1,2	J	onvoldoende	onvoldoende	3,685	38,0	20	79	6,25197214				

BIJLAGE D ONTWERP FILTERCONSTRUCTIE

Macrostabiliteit binnenwaarts en microstabiliteit

Op basis van de keuze voor het toepassen van een filterconstructie onderin op het binnentalud zijn ontwerpberekeningen gemaakt met steenbestorting vanaf een niveau van NAP +0,3 m. De hoogte vanwaar de steenbestorting begint is bepaald op basis van de waterdruk (vuistregel: $0,25\Delta H$) die op kan bouwen in de binnenteen. In de berekening is beschouwd onder welk talud het binnentalud uitgevoerd kan worden. Met het toepassen van steenbestorting kan het binnentalud in 1:3 uitgevoerd worden. In Figuur 14 is de ontwerpberekening weergegeven.



Figuur 14: ontwerpberekening binnenwaartse stabiliteit (SF, eis UpliftVan = 1,04)

Door de toepassing van de steenbestorting met geotextiel op het binnentalud voldoet het binnentalud ook op macrostabiliteit. De steenbestorting begint op een niveau van NAP +0,3 m en wordt op de sloot bodem tot 10 m doorgezet. Dit is een ontwerpkeuze vanuit het faalmechanisme piping (zorgen voor een voldoende lange kwelweg).

Piping

Als pipingmaatregel is een filterconstructie voorzien die opgebouwd is uit een zanddicht geotextiel met daar bovenop steenbestorting. Door deze constructie kan binnendijs water omhoog kwellen, maar spoelen er geen zanddeeltjes mee. Hierdoor kan het proces van terugschrijdende erosie niet starten. Om te voorkomen dat de zanddeeltjes aan het einde van het filter uitspoelen wordt de constructie tot 10 m doorgezet in de watergang. De stijghoogte kan hierdoor over een langere afstand afnemen tot slootpeil. Voor het voorontwerp zijn nog geen berekeningen uitgevoerd voor het bepalen van het type geotextiel en welk steensortering toe te passen. Deze dienen nader bepaald te worden. Aandachtspunt voor de sortering is dat deze niet wegspoelen door stroming vanuit de duiker.

Aandachtspunt voor het doorzetten van de filterconstructie bij de duiker is het bevestigen van het geotextiel. Dit mag niet los komen te liggen. Daarom wordt voorgesteld een kopschot toe te passen van Azobé perkoenpalen en Azobé planken (met FSC-keurmerk) of een vergelijkbaar type hardhout qua levensduur.

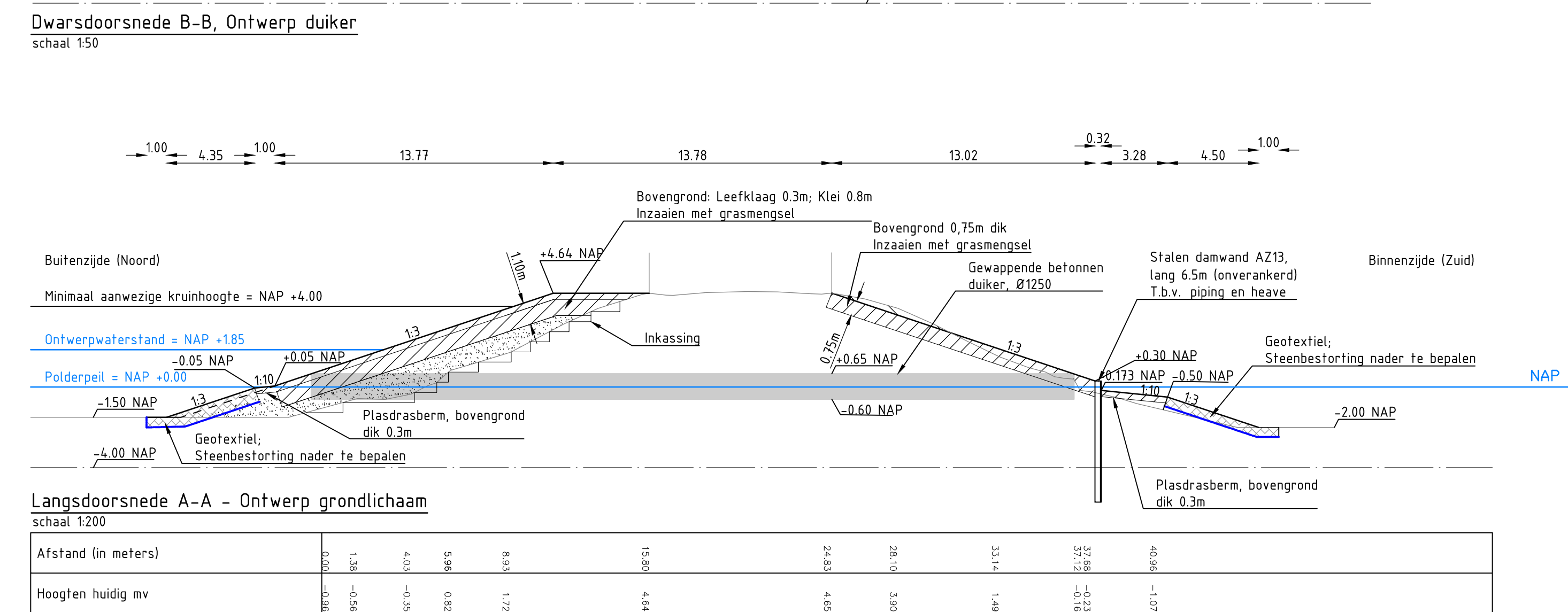
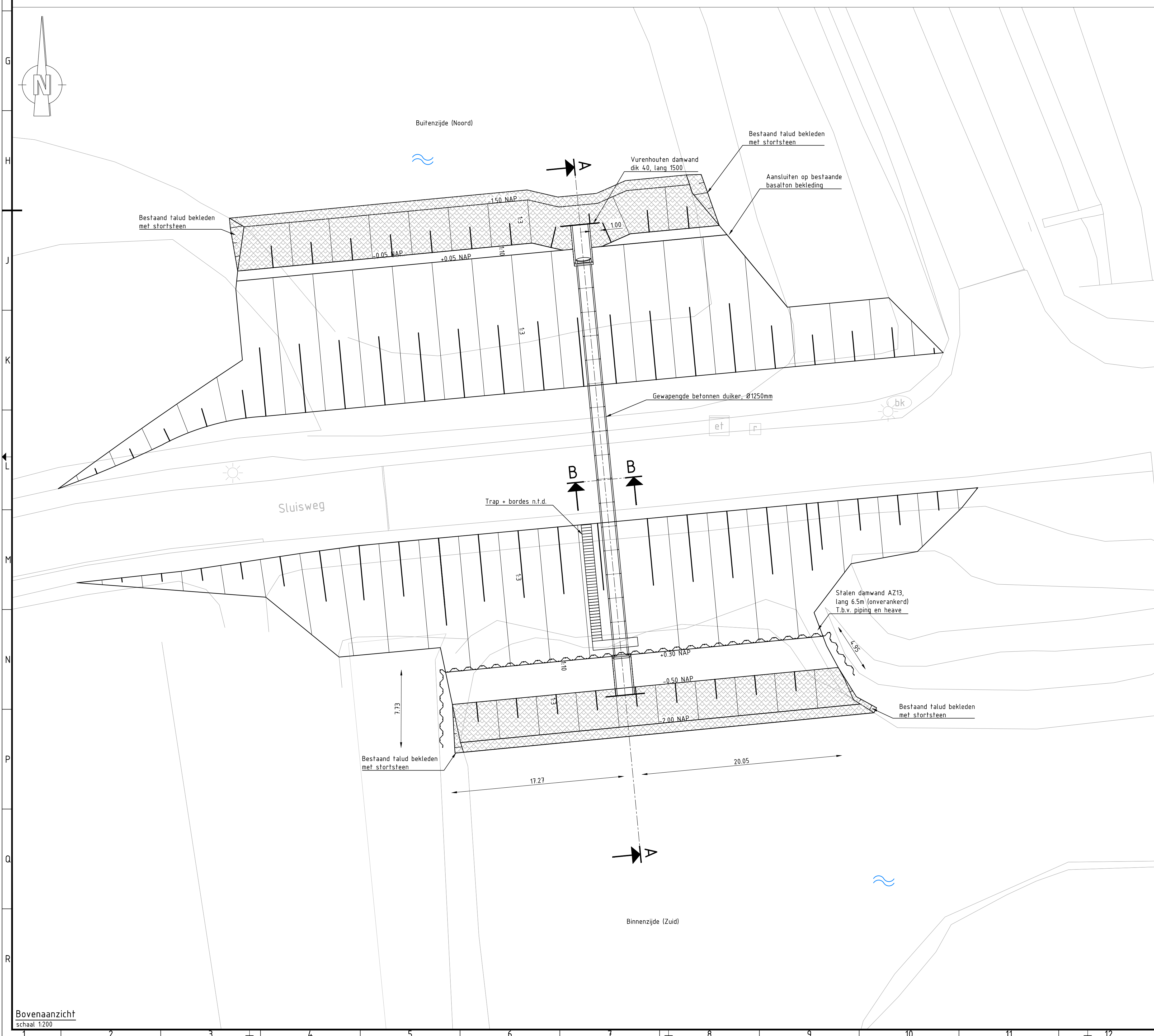
BIJLAGE E SCORETABELLEN BETROUWBAARHEID SLUITING

			Antwoord	Score	Faalkans per sluitvraag	Toelichting op antwoord	
			Invoerveld antwoord op de vraag	Score behorend bij antwoord	Evt. opmerkingen m.b.t. word-doc (toelichting scoretabel) in het geel.	Toelichting indien er geen verbetering t.o.v. huidige situatie mogelijk is.	Toelichting waar het aan moet voldoen om een positief effect te hebben op de faalkans
stap	vraag	score					
Alarmering - pag. 5							
a	Wordt het contact met Rijkwaterstaat tenminste jaarlijks geverifieerd?	Ja = 4 Nee = 0	ja	4	Opm. Toelichting par. 3.5 spreekt over a1, a2 en a3. Dit spreekt tegen met tabel 1 (alleen vraag a).	n.v.t.	Het contact met RWS laten voldoen volgens paragraaf 3.4 deel a van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. geldt het volgende: - Contact moet geborgd zijn en jaarlijks gecontroleerd - Medewerkers moeten toegang hebben tot meetresultaten (LMW) en op mailinglijst staan van WMCN en een jaarlijkse controle hierop.
b	Is er een tweede methode voor hoogwateralarmering?	Ja = 2 Nee = 0	ja	2		n.v.t.	De tweede methode moet voldoen aan paragraaf 3.4 deel b van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. geldt het volgende: - Beheerder is verantwoordelijk en dient het vastgelegd te hebben welke bronnen worden geraadpleegd, wanneer dit gebeurt en wie daar verantwoordelijk is.
c	Is er een mogelijkheid dat de bevolking tijdig waarschuwt?	Ja = 1 Nee = 0	ja	1		n.v.t.	n.v.t.
E1	Kunstwerk niet sluiten door Falen Alarmering	Optelling a+b+c			Hoogwateralarmering:		
					1,00E-07		
Mobilisatie - pag. 9							
a1	Is er een schriftelijke vastgelegde up to date mobilisatieregeling inclusief standby regeling en terugmeldingssysteem?	Ja Nee	ja			n.v.t.	De schriftelijke vastlegging moet voldoen aan par. 5.1 van document "Eisen draaiboek borging betrouwbaarheid sluiten". Dit houdt o.a. in: - Overzicht van functionarissen die bij sluitingsoperatie betrokken zijn. - De benodigde communicatie met betrokken personen. - De wijze van transport van personen en materiaal en materieel. - Concrete beheersmaatregelen bij uitval van bovengenoemde zaken. - Terugmeldingssysteem
a2	Wordt de mobilisatie jaarlijks geoefend?	Ja Nee	ja			n.v.t.	De jaarlijkse oefening moet voldoen aan paragraaf 4.4 deel a2 van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. houdt het in: - Betrokken personeel (ook derden) moeten deelnemen.
a3	Worden de ervaringen van de oefening en mobilistates teruggekoppeld en verbeteringen doorgevoerd in de mobilisatieregeling?	Ja Nee	ja			n.v.t.	Het terugkoppelen van de ervaringen moet voldoen aan paragraaf 4.4 deel a3 van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. houdt het in: - Terugkoppelen van de ervaringen en verwerken in het draaiboek.
a4	Tussenscore: Zijn de vragen a1 - a3 allemaal met ja beantwoord?	Ja = 4 Nee = 0	ja	4		n.v.t.	n.v.t.
b	Indien één of meer van de vragen a1, a2 of a3 met "nee" zijn beantwoord is, dan is de faalkans 1. In dit geval is herstel ook niet mogelijk.	Ja = 1 Nee = 0	ja	1		n.v.t.	De mogelijkheid tot herstel moet voldoen aan paragraaf 4.4 deel b van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. houdt het in: - Opgenomen in het draaiboek en mobilisatieregeling. - Nagedacht over risico's en back-up van maatregelen. - Voldoende tijd beschikbaar
c	Zijn er mogelijkheden tot herstel en zijn die opgenomen in de mobilisatieregeling? NB1: als vraag a1, a2 of a3 met 'nee' is beantwoord dan is ook geen herstel mogelijk NB2: voor een kunstwerk in het kust- of merengebied alleen van toepassing als er een permanent keermiddel aanwezig is	Ja = 1 Nee = 0	ja	1		n.v.t.	De mogelijkheid tot herstel moet voldoen aan paragraaf 4.4 deel b van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. houdt het in: - Opgenomen in het draaiboek en mobilisatieregeling. - Nagedacht over risico's en back-up van maatregelen. - Voldoende tijd beschikbaar
E2	Kunstwerk niet sluiten door falen Mobilisatie	a4+b+c			Mobilisatie:		
					1,00E-05		
Bediening - pag. 13							
a1	Is een sluitprocedure aanwezig?	Ja Nee	ja			n.v.t.	De sluitprocedure moet voldoen aan par. 5.1 van document "Eisen draaiboek borging betrouwbaarheid sluiten". Dit houdt o.a. in: - Sluitcriterium/-peil - Alle benodigde handelingen en controles - Alle benodigde middelen - Bijhouden logboek
a2	Wordt de sluitingsprocedure minstens eenmaal per jaar uitgevoerd of geoefend?	Ja Nee	ja			n.v.t.	De jaarlijkse oefening moet voldoen aan paragraaf 5.3 deel a2 van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. houdt het in: - Betrokken personeel (ook derden) moeten deelnemen en alle handelingen moeten doorlopen worden.
a3	Worden de ervaringen van de oefening en bediening teruggekoppeld en verbeteringen doorgevoerd in de sluitprocedure?	Ja Nee	ja			n.v.t.	Het terugkoppelen van de ervaringen moet voldoen aan paragraaf 5.3 deel a3 van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. houdt het in: - Terugkoppelen van de ervaringen en verwerken in het draaiboek.
a4	Tussenscore: Zijn de vragen a1 - a3 allemaal met ja beantwoord?	Ja = 3 Nee = 0	ja	3	Opm. paragraaf 5.4 stelt de bullit van Cel B26. Dit spreekt tegen cel C26 (tabel 3 van rapport) reactie hans: ik denk de 10^-1. terugkoppelen met WVL - Als je de tabel volgt wordt de faalkans 10^(0) - Als je bullit volgt wordt de faalkans 10^(-1)	n.v.t.	n.v.t.
b	Indien één of meer van de vragen a1, a2 of a3 met "nee" zijn beantwoord is, dan is de faalkans 10-1 per vraag	Ja = 3 Nee = 0	ja	3		n.v.t.	n.v.t.
b	Zijn er mogelijkheden tot herstel en zij die opgenomen in de sluitprocedure? NB1: als vraag a1, a2 of a3 met 'nee' is beantwoord dan is ook geen herstel mogelijk NB2: voor een kunstwerk in het kust- of merengebied alleen van toepassing als een permanent keermiddel aanwezig is.	Ja = 2 Nee = 0	ja	2		n.v.t.	Herstel mag alleen worden meegenomen als het is opgenomen in de sluitprocedure.
E3	Kunstwerk niet sluiten door falen Bediening	a4+b			Bediening:		
					1,00E-05		
Technisch - pag. 15							

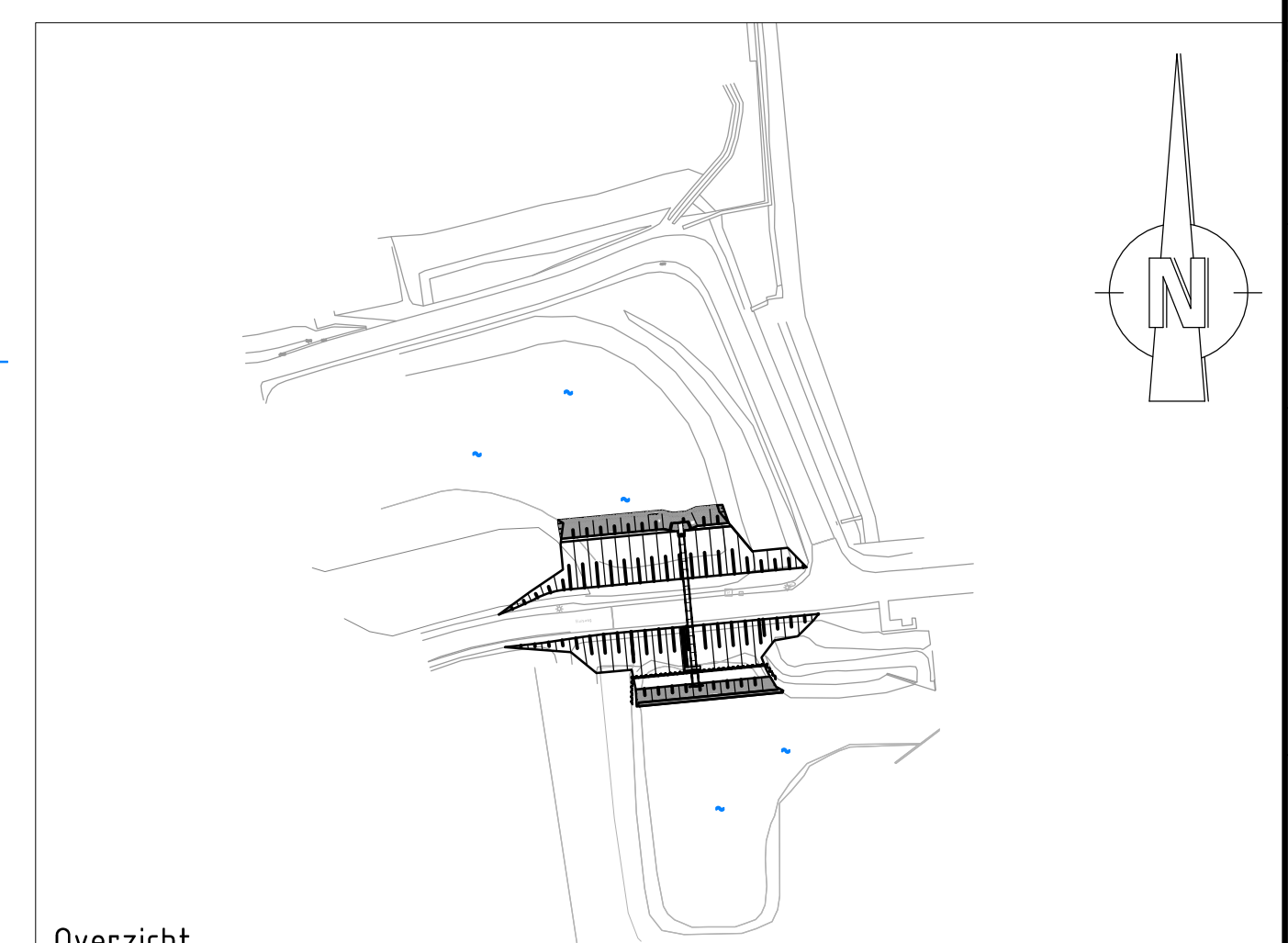
			Antwoord	Score	Faalkans per sluitvraag	Toelichting op antwoord	
			Invoerveld antwoord op de vraag	Score behorend bij antwoord	Evt. opmerkingen m.b.t. word-doc (toelichting scoretabel) in het geel.	Toelichting indien er geen verbetering t.o.v. huidige situatie mogelijk is.	Toelichting waar het aan moet voldoen om een positief effect te hebben op de faalkans
stap	vraag	score					
a1	Is er een onderhoudsplan voor het keermiddel en wordt dat nageleefd?	Ja = 0,5 nee = 0	ja	0,5		n.v.t.	De onderhoudsplannen moet voldoen aan par. 7.1 van document "Eisen draaiboek borging betrouwbaarheid sluiten". Dit houdt o.a. in: - Naleving van de voorschriften van fabrikant, leverancier - Vastlegging bevindingen B&O in logboek - Vijfjaarlijks controle op accuraatheid
a2	Wordt het primaire en indien van toepassing het secundaire keermiddel minsten tweemaal per jaar gecontroleerd en de sluiting minstens eenmaal per jaar getest, inclusief alle daarbij behorende 'aandrijfmechanismen'?	Ja = 1,5 nee = 0	ja	1,5		n.v.t.	De onderhoudsplannen moet voldoen aan par. 7.1 van document "Eisen draaiboek borging betrouwbaarheid sluiten". Dit houdt o.a. in: - Sluitlemmen en spanningen dienen 2x per jaar gecontroleerd te worden.
a3	Worden de ervaringen van de controles, tests en daadwerkelijke sluitingen teruggekoppeld en verbeteringen doorgevoerd in de mobilisatieregeling en bedieningsprotocol of zonodig aan het sluitmiddel zelf?	Ja = 0,5 nee = 0	ja	0,5		n.v.t.	Het terugkoppelen van de ervaringen moet voldoen aan paragraaf 6.3.1 deel a3 van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. houdt het in: - Terugkoppelen van de ervaringen en verwerken in het draaiboek.
c	Is het sluitmiddel op handkracht te sluiten?	Ja = 0,5 nee = 0	ja	0,5		De spindels kunnen handmatig gesloten worden en is vrij eenvoudig te sluiten.	n.v.t.
b1	Is er een tweede aandrijfsysteem?	Ja = 1 nee = 0	nee	0		n.v.t.	Het tweede aandrijfsysteem moet voldoen aan paragraaf 6.3.2 deel b1 van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. houdt het in: - grote mate onafhankelijk functioneren t.o.v. het eerste aandrijfsysteem.
d	Aandrijving faalt (tussen score)	c+b1					
e	Is er een risico van merkbaar falen van het keermiddel van betekenis?	Ja = 1 nee = 1,5	nee	1,5		Aanrijding is zeer kleine kans, omdat de afsluiters niet in een doorgaande (vaar-)weg liggen, maar veelal naast (sloot) of niet in de buurt van een weg liggen. Schade zal opgemerkt worden door dijkwachter of tijdens inspectie.	
f	Is er een risico van niet merkbaar falen van het keermiddel van betekenis?	Ja = 1,25 nee = 1,5	ja	1,25		er bestaat in openbaar gebied altijd een risico op niet merkbaar falen, veiligheidshalve is nee aangehouden.	
g	Is er een risico van betekenis op belemmering waardoor de sluiting faalt?	Ja = 0,5 nee = 1	nee	1		De bodem kan vervuild raken door takken of bomen, waardoor sluiten niet mogelijk is.	n.v.t.
b2	Is er in het sluitprotocol geanticipeerd op dit risico van belemmering?	Ja/nvt = 0,5 nee = 0	ja	0,5		n.v.t.	In het sluitprotocol moet rekening worden gehouden met de geïdentificeerde risico(s) en de daaruit voortvloeiend maatregelen. Het moet voldoen aan paragraaf 6.3.3 deel b2 van "Werkwijze bepalen kans op niet sluiten per sluitvraag". O.a. houdt het in: - opnemen in draaiboek (incl. mobilisatie en oefening)
h	Falen tijdens sluiten: belemmering (tussenscore)	g+b2					
i	Keermiddel 1 faalt (tussenscore)	min(e,f,h)					
j	Sluiting keermiddel 1 faalt (tussenscore)	min(d,i)					
b3	Is er een tweede onafhankelijk keermiddel, dat operationeel is indien het eerste keermiddel niet gesloten kon worden? Indien ja: beantwoord de vragen k en l voor het tweede keermiddel	Ja = 0,75 nee = 0	ja	0,75		In het ontwerp is een tweede keermiddel voorzien in de vorm van een terugslagklep aan buitendijkse zijde.	n.v.t.
k	Is er een risico van falen van het keermiddel van betekenis?	Ja/nvt = 0 nee = 0,25	ja/nvt	0		ja er bestaat de kans dat takken het sluiten van de terugslagklep belemmeren	n.v.t.
l	Is dit tweede afsluitmiddel op handkracht te sluiten?	Ja = 0,25 nee/nvt = 0	nee	0		De terugslag klep sluit door waterkracht, dit kan niet gezien worden als sluiten door menselijk handelen (handmatig)	n.v.t.
m	Keermiddel 2 faalt (tussenscore)	min(b3+k,b3+l)					
E4	Kunstwerk niet sluiten door technisch falen en falen herstelacties	a1+a2+a3+j+m			Technisch		
					1,78E-04		

1.98E-04 Faalkans Spindel*

BIJLAGE F ONTWERPTEKENINGEN



Alle maten in millimeters tenzij anders aangegeven
Alle hoogte maten in meters t.o.v. NAP



Overzicht schaal 1:2000			
Version	Omschrijving Definitief		
B	Datum 12-9-2018	Get. A. van der Tuyn	Con. W. Janssen
			Ver. R. Koopmans
Version	Omschrijving Concept		
A	Datum 10-01-2018	Get. A. van der Tuyn	Con. W. Janssen
			Ver. R. Koopmans
Opdrachtgever			Contact
Gemeente Waalwijk			
Advies- en Ingenieursorganisatie			
 ARCADIS			<i>Design & Consultancy for natural and built assets</i>
Project			Contact
Waalwijk - regionale kering bij insteekhek			Koopmans, R. (Rimmer)
Projectnummer : C03091.000481.000			
Fase : Voorontwerp			
Onderwerp	Ontwerp Duiker		
Schaal : zie tekening			Bladformaat : B4x1190 (A0)
Contractnummer :			Bladnummer : 1 van 1
Tekeningnummer:			Status : Definitief
001			Version B

COLOFON

ONTWERP REGIONALE KERING EN WATERKEREND KUNSTWERK

KLANT

Gemeente Waalwijk

AUTEUR

Wiebe Janssen

PROJECTNUMMER

C03071.000487

ONZE REFERENTIE

079979085 B

DATUM

14 september 2018

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

ir. Hans Niemeijer
Geotechnisch expert

VRIJGEGEVEN DOOR

ing. Rimmer Koopmans
Projectleider/ geotechnisch adviseur

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com