

Technische notitie

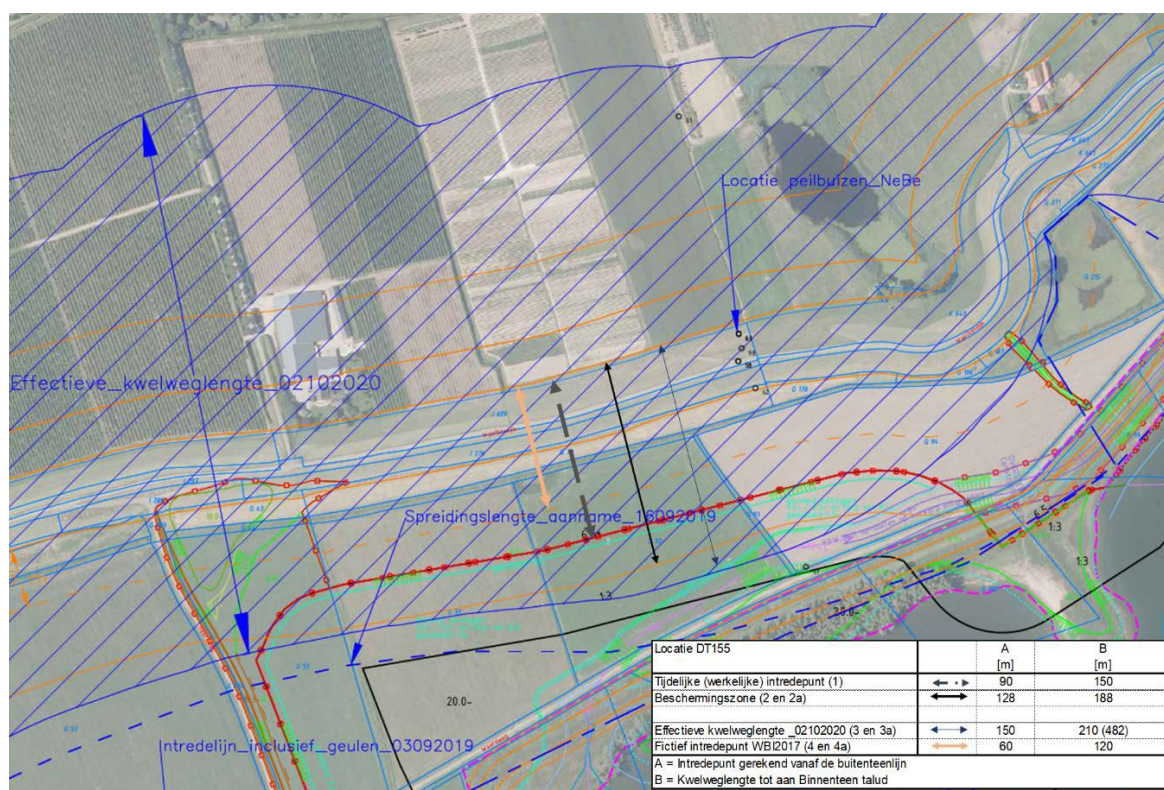
Piping tijdelijke situatie Willemspolder fase 1

Opdrachtgever	Dekker groep	Contactpersoon	Toon van Mierlo (TvM)
Projectnummer	1217-0056-001	Documentnummer	07
Datum	14-06-2021	Opgesteld door	Lisa van der Linde (LvL)
Gecontroleerd door	RMA / TvM	Vrijgegeven door	Reinder Meinsma (RMA)

1. Introductie

Binnen het project Willemspolder fase 1 worden bouwgrondstoffen gewonnen waarna het projectgebied heringericht wordt voor verschillende maatschappelijke doelstellingen.

De huidige Westput (op het traject DT 160 -DT 153) wordt tijdens de winning tijdelijk (max. 3 jaar) uitgebreid richting de dijk. Daarbij neemt het voorland tijdelijk af van een lengte van ongeveer 230 m naar een lengte van 90 m. Uit het grondonderzoek blijkt dat de aanwezige deklaag voornamelijk als klei wordt geclassificeerd met dikten variërend van 2,0 m tot 5,0 m.



In de permanente situatie na herinrichting wordt een voorland wordt gecreëerd met een lengte variërend van 200 – 230 m, gelijk aan de huidige situatie. De permanente situatie in relatie tot de dijkversterkingsopgave wordt in een afzonderlijke notitie behandeld.

In deze technische notitie wordt de tijdelijke invloed van de bouwgrondstoffenwinning op de dijkveiligheid beschouwd voor het faalmechanisme piping. Voor de beoordeling van de stabiliteitsfactor piping (SFP) is het wettelijk beoordelingsinstrumentarium WBI2017 toegepast.

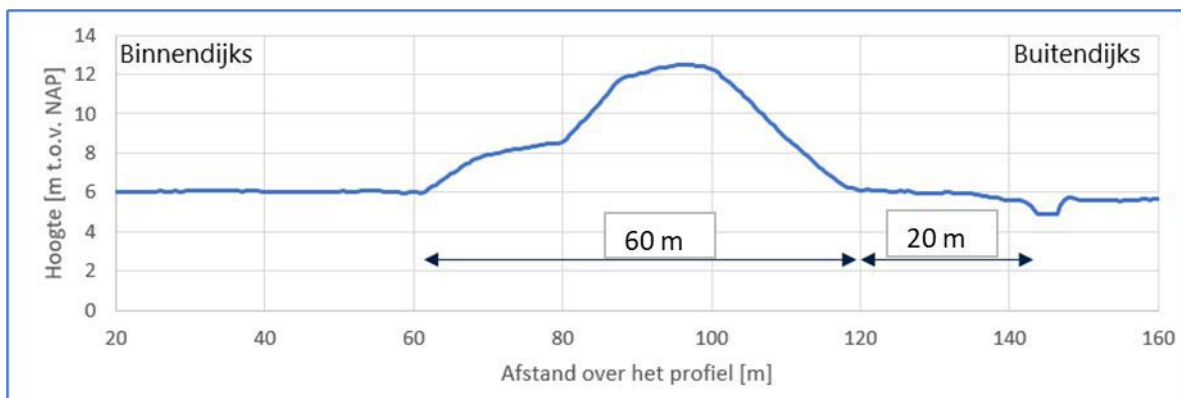
2. Uitgangspunten

Waterstanden

In het overleg met het waterschap Rivierenland (WSRL) d.d. 26-01-2021 is met WSRL overeengekomen dat in de tijdelijke situatie tijdens de winning van bouwgrondstoffen mag worden uitgegaan van een waterstand van NAP +10,6 m, die overeenkomt met een 1/100 situatie. Dit komt overeen met de waterstanden in 1993 en 1995. In een dergelijke hoogwatersituatie mag voor het binnendijkse waterpeil worden uitgegaan van NAP +6,0 m (ongeveer gelijk aan maaiveld).

Maatgevend profiel

In het kader van het MER Willemspolder fase 1 is een al een piping analyse uitgevoerd voor de Westput. De maatgevende dwarsdoorsnede bevindt zich ter hoogte van DT155. Onderstaande afbeelding geeft op deze locatie de geometrie van de waterkering weer. Het profiel is opgesteld door gebruik te maken van data uit de AHN3.



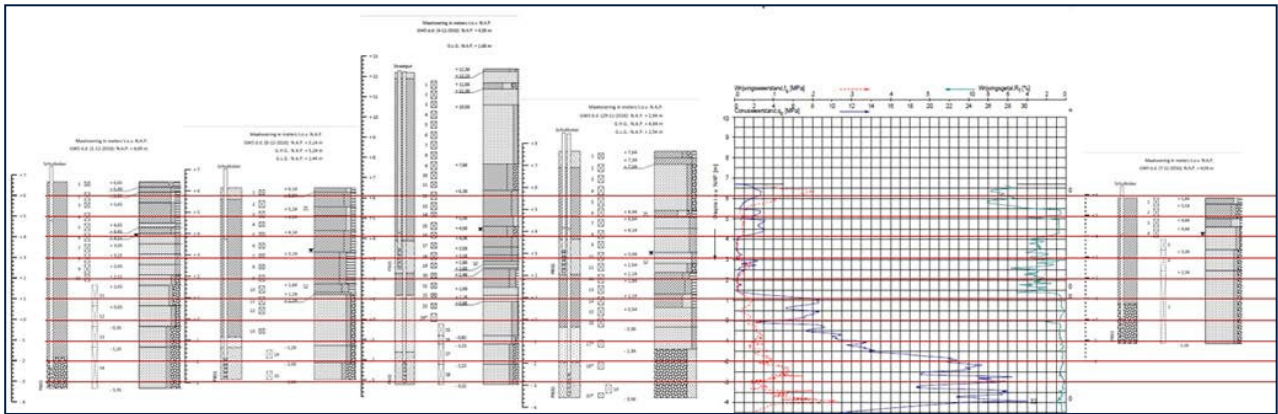
Figuur 2-1: Dwarsdoorsnede van de waterkering ter plaatse van DT 155 Bron: AHN 3

Op basis van de dwarsdoorsnede en een vergelijking met de leggerkaart

(<https://www.waterschaprivierenland.nl/keur-en-leggers>) is vastgesteld dat de breedte van de waterkering gelijk is aan ongeveer 60 m en dat er op 20 m afstand in het voorland een watergang aanwezig is. Het maaiveldniveau binnendijks is vastgesteld op NAP +6,0 m.

Bodemopbouw

Nabij DT155 is in het grondonderzoek van het waterschap Rivierenland [ii] een raai boringen met laboratoriumclassificatie aanwezig. Te wetende: DT154+084_B_BIK, DT154+048_B_VL, DT154+074_BUT, DT154+076_B_BIT en DT154_+076_B_AL. Daarnaast ligt op deze raai ook sondering DKM3 uit het Fugro onderzoek [iii]. Het betreffende onderzoek is op diepte naast elkaar gezet (figuur 3-1). Links de boring in het voorland en aan de rechterzijde de boring in het achterland.

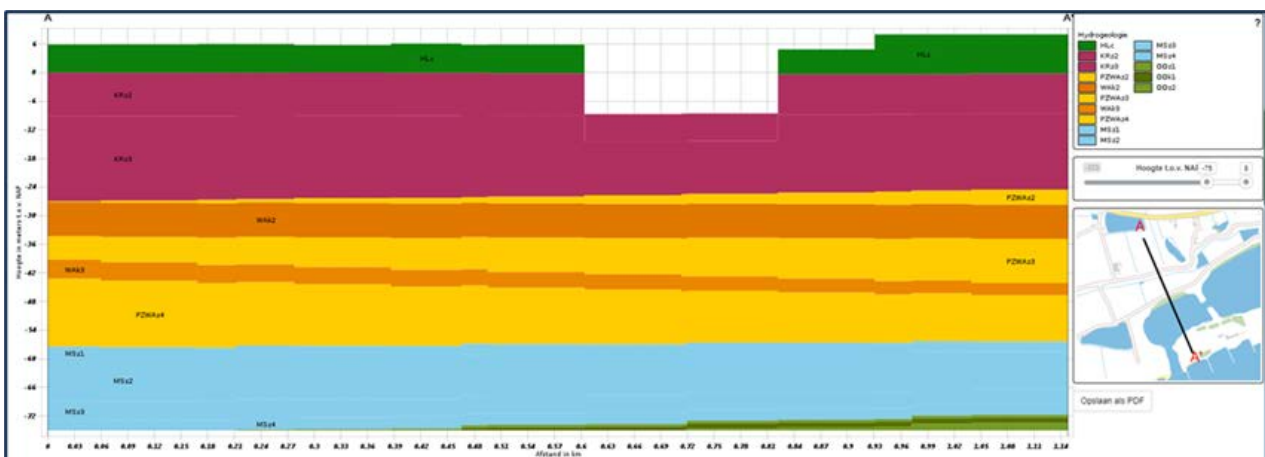


Figuur 3-1: Grondonderzoek ter plaatse van DT155 links voorland, rechts het achterland

Er is sprake van een doorlopende kleilaag onder de waterkering door. De waterkering zelf heeft een kern van zand. De dikte van de deklaag in het achterland is gelijkgesteld aan 1,8 m. De dikte van de deklaag in het voorland wordt op basis van het uitgevoerde grondonderzoek vastgesteld op 2,4 m. Het is opvallend dat de kleilaag onder de waterkering dikker is dan de deklaag in het voor of achterland.

Watervoerend pakket

De dikte van het watervoerend pakket is vastgesteld op basis van data uit REGIS II v2.2 [5]. In onderstaande afbeelding is de uitsnede die is gemaakt in REGIS II v2.2 weergegeven. Tussen NAP -26 m en NAP -35 m wordt het eerste watervoerende pakket afgesloten door een kleilaag van de Formatie van Waalre. De dikte van de aquifer wordt daarmee vastgesteld op ongeveer 24 m. Deze dikte wordt ook teruggevonden in sondering DKM3 uit het Fugro onderzoek [iv en v]. Het eerste watervoerende pakket maakt onderdeel uit van de formatie van Kreftenheye. Deze formatie is gevormd tijdens laat- midden pleistoceen en vroeg holoceen, zie figuur 3-2.



Figuur 3-2: Dwarsdoorsnede REGIS II v 2.2.

Grondparameters

In de bovenstaande paragraaf is vastgesteld dat de bodem bestaat uit een deklaag van 2,4 meter met daaronder een eerste watervoerend pakket van 26 meter. De grondparameters van deze lagen zijn overgenomen uit de uitgangspuntennotitie [iv en v]. Voor het uitvoeren van de berekeningen zijn de volgende grondparameters aangehouden.

- Het gemiddeld volumiek gewicht van de deklaag is vastgesteld op 16,5 kN/m³;
- De rekenwaarde van de doorlatendheid van de zandlaag is vastgesteld op 63 m/dag;
- De rekenwaarde van de d₇₀ is vastgesteld op 0,33 mm.
- De rekenwaarde van de doorlatendheid van de deklaag is vastgesteld op 0,01 m/dag; bron [iv]

3. Methodiek

Op basis van de randvoorwaarden en uitgangspunten zijn berekeningen uitgevoerd. Hierbij is gebruik gemaakt van de methodiek zoals omschreven in schematiseringshandleiding piping [vii]. Voor een vergelijk is voor het intredepunt insteek tijdelijke zandwinning (in figuur 2-2) de fictieve voorlandlengte toegepast volgens schematiseringshandleiding piping met:

$$\lambda_1 * \tanh\left(\frac{L_1}{\lambda_1}\right)$$

Waarin:

λ_1 Leklengte [m]

L_1 werkelijk aanwezige voorlandlengte

De berekende leklengte is voor deze locatie vastgesteld op 626 m. Vanuit buitenteen tot aan de rand van de ontgraving van de uitwisselpuut is een afstand ingemeten van 90 m (figuur 2-2) De fictieve voorlandlengte waarmee gerekend wordt is gelijk aan 89 m. In figuur 3-3 zijn de invoerwaarden gegeven voor de vaste parameters.

Parameter	Omschrijving	Grootheid	Eenheid
P_max	Faalkansen op trajectniveau	10000	[1/jaar]
ω	Faalkansruimte voor het betreffende faalmechanisme	0.00010	[-/jaar]
L_traject	Lengte van het normtraject waarop de norm van toepassing is	0.24	[-]
N	Lengte-effect factor	22.5	[km]
β_{dsn}	Beta van de doorsnedeis	69	[-]
β_{max}		4.96	[-]
P_els/dsn	Faalkansen op doorsnedeniveau	3.72	[-]
		3.48E-07	[-/jaar]
γ_{water}	Volumiek gewicht van water	9.81	kN/m ³
i_c_h	kritieke heave gradient	0.3	[-]
γ_{m_ob}	Schematiseringsfactor opbarsten	1.1	[-]
γ_{m_he}	Schematiseringsfactor heave	1.1	[-]
γ_{m_pip}	Schematiseringsfactor piping	1.1	[-]
γ_{b_up}	Schadefactor uplift	1.72	[-]
γ_{b_he}	Schadefactor heave	1.31	[-]
γ_{b_pip}	Schadefactor Piping	1.32	[-]
η	Coefficient van White (Sleepkrachtfactor)	0.25	[-]
ν	Kinematische viscositeit van water (grondwater van 10 graden Celsius)	1.33E-06	[m ² /s]
$\gamma_{sub_particles}$	Volumiegewicht van zandkorrels onder water	16.5	[kN/m ³]
g	Zwaartekrachtversnelling	9.81	[kN/m ³]
d70_m	Referentie d70-waarde	2.08E-04	[m]
θ	Rolweerstandshoek van de zandkorrels van de aangepaste Sellmeijer regel	37	[graden]
r_c	Reductiefactor voor de weerstand in het opbarstkanal	0.3	[-]
vc_d70	Variatiecoëfficiënt d70 (ondergrens)	0.12	[-]
vc_k	Variatiecoëfficiënt K zandlaag (bovengrens)	0.5	[-]
vc_y_deklaag	Variatiecoëfficiënt volumiek gewicht deklaag (ondergrens)	0.5	[-]
vc_rf	Variatiecoëfficiënt responsfactor (bovengrens)	0.1	[-]
vc_L	Variatiecoëfficiënt kwelweglengte (ondergrens)	0.1	[-]
stdev_deklaag	Variatiecoëfficiënt deklaagdikte (ondergrens)	0.50	[-]
stdev_D	Variatiecoëfficiënt dikte aquifer (bovengrens)	0.5	[-]
stdev_h_binnen	Standaarddeviatie waterstand binnendijs (ondergrens)	0.1	[-]

Figuur 3-3: Vaste invoerwaarden verkennende piping analyse.

4. Piping analyse

In tabel 4-1 zijn de resultaten weergegeven van de pipingsanalyse voor de tijdelijke situatie.

Tabel 4-1: Pipinganalyse o.b.v. Sellmeijer 2011 tijdelijke situatie

Nr	Situatie	MHW	Polderpeil	Voorland	Kwelweg ¹	Kwelweg ²	Kwelweg ³	SFP
		[m NAP]	[m NAP]	berekend [m]	Benodigd [m]	Berekend [m]	Aanwezig [m]	[-]
1	Insteek tijdelijke zandwinning Westput	10,60	6,0*	89	130	148	150	1,13

¹= Kwelweg benodigd volgens Sellmeijer 2011
²= Kwelweg berekend Dijkbasis (60 m) + berekende voorlandlengte (89 m)
³= Kwelweg gerekend tot aan de binnenteen van de primaire kering (dijkbasis 60m + voorland tijdens zandwinning 90 m)
*= Polderpeil bij een hoogwater event gedefinieerd als maaiveld polder

5. Conclusie Pipingsanalyse

Op basis van deze pipinganalyse wordt de veiligheid van de waterkering piping voldoende gewaarborgd voor wat betreft het faalmechanisme piping. De stabiliteitsfactor piping (SFP) is meer dan 1 en voldoet aan het wettelijk beoordelingsinstrumentarium WBI2017.

6. Aanbevelingen

Om de waterveiligheid in de tijdelijke situatie **extra** te waarborgen kunnen in samenwerking tussens Dekker en Waterschap Rivierenland aanvullende beheermaatregelen genomen worden. Er kunnen bijvoorbeeld afspraken gemaakt worden over:

- Het uitvoeren van een calamiteitenoefening; (o.a. opkisten van zandvoerende wellen);
- De opslag van materialen en de beschikbaarheid van materieel in geval van calamiteiten;
- Monitoring en inspecties.

Literatuur

- i. Derde toetsronde Dijkkring 43 Stabiliteit, Arcadis doc C03011.200009/GF, 18-11-2009
- ii. Geotechnisch grondonderzoek Dijkverbetering Waalbanddijk Neder-Betuwe, Waterschap Rivierenland, 1-12-2016 – 4-12-2016, referentie: 65838;
- iii. Geotechnisch onderzoek Fugro; 04-06-2020; ref: 1217-0056-130.KR01
- iv. Beschouwing geohydrologische invloed ontwikkeling Willemspolder-Fase 1; Fugro 1217-0056-001-33-R02-v1.0; 7 september 2020; concept
- v. Oeverstabiliteit zandwinputten Willemspolder Fase 1; Fugro; 1217-0056-001-34-R01-v2; 18 september 2020; concept.
- vi. Effecten Primaire kering Herinrichting Willemspolder-Fase 1; Fugro 1217-0056-001-35-R01-v2.0; 24 februari 2020; definitief
- vii. SHP Schematiseringshandleiding Piping, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 28 november 2019
- viii. SHP Schematiseringshandleiding Piping, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 28 mei 2021