

OPBARST-ADVIES BEDRIJVENTERREIN URK

Gemeente Urk

9 JUNI 2022



Contactpersonen


Senior Specialist Geotechniek

M +31 
E 

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland

Versiebeheer en interne controle

Versie	Datum	Documentcode	Status	Opmerkingen
0.1	08-06-2021	D10033469	Concept	-
1.0	09-06-2022	D10033469	Definitief	Geen wijzigingen

INHOUDSOPGAVE

1	ALGEMEEN	5
1.1	Achtergrond	5
1.2	Doelstelling	6
1.3	Werkzaamheden	6
1.4	Leeswijzer	6
2	UITGANGSPUNTEN	7
2.1	Dwarsprofielen	7
2.1.1	Waterpartijen	7
2.1.2	Rioleringsleuven	8
2.2	Huidig maaiveldniveau	9
2.3	Waterpeil	10
2.4	Geotechnische uitgangspunten	10
2.4.1	Grondopbouw	10
2.4.2	Volumiek gewicht grond	11
2.5	Stijghoogte	12
2.6	Vak indeling	13
2.6.1	Waterpartijen	13
2.6.2	Rioleringsleuven	14
2.7	Uitgangpunten overzicht	16
3	BEREKENINGEN	18
3.1	Bezwijken door opbarsten conform Eurocode 7	18
3.2	Maatregelen	18
3.2.1	Waterpartijen	18
3.2.2	Rioleringsleuven	19
3.3	Resultaten	20
3.3.1	Waterpartijen	20
3.3.1.1	Uitvoering	21
3.3.2	Rioleringsleuven	21
4	OPBARST-ADVIES	23

4.1	Vakken Smal-1, Smal-2, Breed-1 en Breed-2 (waterpartijen)	23
4.2	Vakken Rio-1 en Rio-2 (rioleringssleuven)	23
4.3	Optimalisatiemogelijkheden	24

5	BIJLAGES	25
----------	-----------------	-----------

COLOFON	29
----------------	-----------

1 ALGEMEEN

1.1 Achtergrond

In de komende jaren wordt in de Gemeente Urk het nieuwe bedrijventerrein Port of Urk gerealiseerd. Het nieuwe bedrijventerrein zal aansluiten op het bestaande bedrijventerrein (Zwolsehoek) en met dit bedrijventerrein wil de Gemeente Urk de vraag naar geschikte terreinen voor bedrijven/bedrijfskavels faciliteren. In Figuur 1-1 is de locatie van het bedrijventerrein Port of Urk weergegeven.



Figuur 1-1 Locatie bedrijventerrein Port of Urk

Het gebied waar het bedrijventerrein Port of Urk wordt gesitueerd, betreft een zettingsgevoelig gebied met hoge archeologische verwachtingen. Voordat de bouw van het bedrijventerrein kan worden gestart, moet het gebied bouwrijp gemaakt worden. In Figuur 1-2 is het voorlopige stedenbouwkundig plan van het bedrijventerrein Port of Urk te zien.

Het bedrijventerrein zal voornamelijk bestaan uit uitgeefbaar terrein, verharding (infrastructuur) en waterpartijen. Tijdens het bouwrijp maken (BRM) van het projectgebied zullen de waterpartijen en de rioleringsseuven ontgraven worden. Verder kan vermeld worden dat er zich twee windmolens in het gebied bevinden, waarvan de funderingen op minimaal ca. 15 m afstand van het toekomstige bedrijventerrein lijken te liggen.

Het bedrijventerrein wordt aan de westelijke zijde begrenst door de primaire waterkering van het IJsselmeer. Vanwege de relatief korte afstand tot het IJsselmeer kan deze invloed hebben op de stijghoogte onder het bedrijventerrein en dus op de verticale stabiliteit van de ontgravingen van de waterpartijen en de rioleringsseuven. De Gemeente Urk heeft Arcadis gevraagd om te beoordelen of opbarsten kan optreden en welke maatregelen noodzakelijk zijn indien het noodzakelijk is opbarsten te voorkomen.

Dit rapport geeft het opbarst-advies over de toekomstige waterpartijen en rioleringsseuven binnen het bedrijventerrein Urk. In overleg met de Gemeente Urk geeft dit rapport het opbarst-advies over de ontgravingen binnen de percelen E20 t/m E24, zie Figuur 1-2.



Figuur 1-2 Stedenbouwkundig plan bedrijventerrein Port of Urk [5]

1.2 Doelstelling

Bij het uitgraven van de waterpartijen en rioleringsseuven kan stabiliteitsverlies van de ondoorlatende deklaag optreden, doordat de waterdruk in het watervoerende pakket hoger ligt dan het gewicht van de ondoorlatende deklaag erboven. Bij het uitgraven van de waterpartijen en rioleringsseuven wordt het gewicht van de grond op de ondoorlatende laag verminderd en daarmee het risico op opbarsten vergroot. Op basis van opbarst-berekeningen is onderzocht of opbarsten een risico vormt en/of er maatregelen noodzakelijk zijn om opbarsten van de ondoorlatende deklaag te voorkomen. Hierbij is zowel rekening gehouden met de eindsituatie als met de stabiliteit tijdens de uitvoering in het geval een grondverbetering noodzakelijk is.

1.3 Werkzaamheden

Voor dit advies zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- inventarisatie uitgangspunten.
- analyse grondonderzoek.
- opbarst-berekeningen voor zowel de eindsituatie als de uitvoeringssituatie incl. opstellen eventuele maatregelen. Berekeningen zijn uitgevoerd voor zowel de waterpartijen als de rioleringsseuven.
- rapportage van de berekeningen incl. opstellen opbarst-advies.

1.4 Leeswijzer

De uitgangspunten voor dit advies zijn beschreven in hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 bevat een beschrijving van de resultaten van de opbarst-berekeningen. In hoofdstuk 4 zijn de berekeningsresultaten geïnterpreteerd en aan de hand hiervan is een opbarst-advies opgesteld.

2 UITGANGSPUNTEN

De uitgangspunten voor dit advies zijn gebaseerd op het mondeling overleg met de opdrachtgever en de volgende rapportages:

- [1] "Geotechnisch advies Bouwrijpmaken Schokkerhoek – Nota van uitgangspunten" Ingenieursbureau Boorsma BV d.d. januari 2019;
- [2] "Geotechnisch advies Bouwrijpmaken Schokkerhoek – Zettingsberekeningen" Ingenieursbureau Boorsma BV d.d. maart 2019;
- [3] "Geotechnisch advies Bouwrijpmaken Schokkerhoek – Opbarstberekening" Ingenieursbureau Boorsma BV d.d. maart 2019;
- [4] "Opbarst-advies Zeeheldenwijk Noord" Arcadis d.d. 23-07-2019;
- [5] "Resultaten Grondonderzoek – Uitbreiding bedrijventerrein, Urk Zuid" Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV d.d. 10 maart 2021;
- [6] "BDBT-ARC-SI-00-M2-CE-VO-0100 – Binnendijs bedrijventerrein Port of Urk – Situatie" Arcadis d.d. 11 september 2020;
- [7] "BDBT-ARC-SI-00-M2-CE-VO-0100 – Binnendijs bedrijventerrein Port of Urk – Principedwarsprofielen" Arcadis d.d. 11 september 2020;
- [8] "BDBT-ARC-SI-00-DR-CE-VO-9400 – Binnendijs bedrijventerrein Port of Urk – Peilenplan nieuwe situatie" Arcadis d.d. 5 maart 2021;
- [9] "BDBT-ARC-SI-00-DR-CE-VO-9600 – Binnendijs bedrijventerrein Port of Urk – Hoogtekaarten zandlagen" (8 bladnummers) Arcadis d.d. 26 maart 2021;
- [10] "BDBT-ARC-SI-00-DR-CE-VO-9600 – Binnendijs bedrijventerrein Port of Urk – Hoogtekaart bestaande situatie" Arcadis d.d. 3 maart 2021;
- [11] "Ontwerpnoot – Nieuwbouw en aanpassingen rioolgemaal Urk" Sweco d.d. 7 december 2020.

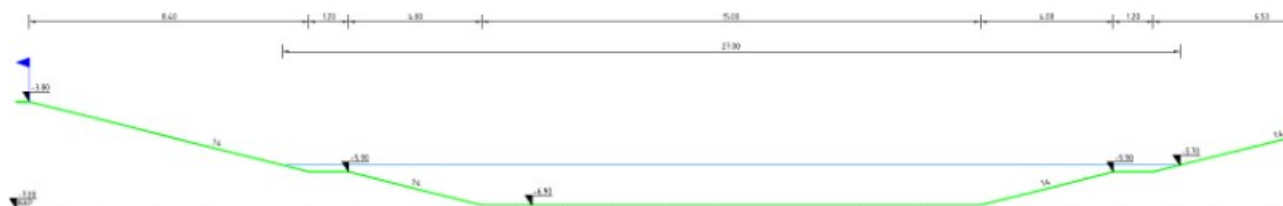
Ten aanzien van de uitgangspunten zijn de volgende aspecten behandeld:

- dwarsprofielen;
- waterpeil;
- geotechnische uitgangspunten
- stijghoogte;
- vak indeling;
- uitgangspunten overzicht.

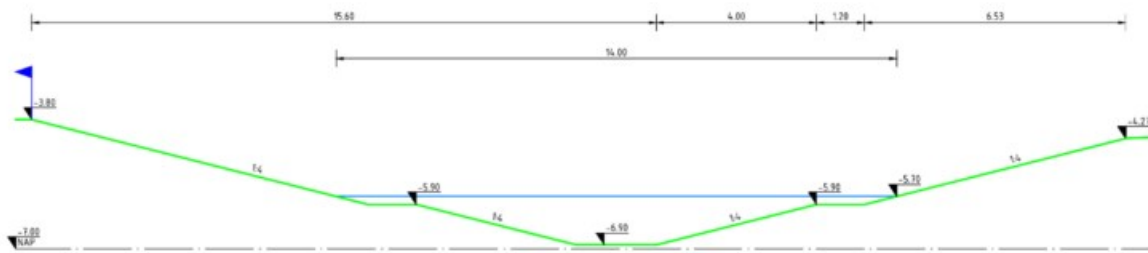
2.1 Dwarsprofielen

2.1.1 Waterpartijen

De waterpartijen binnen het bedrijventerrein hebben verschillende breedtes. Centraal door het bedrijventerrein loopt een brede waterpartij met een breedte van de waterbodem tussen de ca. 15 m en 60 m. Verder lopen er in het noorden en zuiden van het terrein smalle waterpartijen met een breedte van de waterbodem van ca. 2 m. Een principe dwarsprofiel van de brede waterpartij is weergegeven in Figuur 2-1 en van de smalle waterpartij in Figuur 2-2. Het maaiveldniveau, het bodemniveau van de waterpartij, de breedte van de waterbodem en de breedte van het talud in de dwarsprofielen zijn gebruikt in de opbarst-berekeningen. In de opbarst-berekeningen is er vanuit gegaan dat het terrein reeds is opgehoogd tot de toekomstige hoogte (ca. NAP -3,8 m), voordat de waterpartijen worden gegraven.



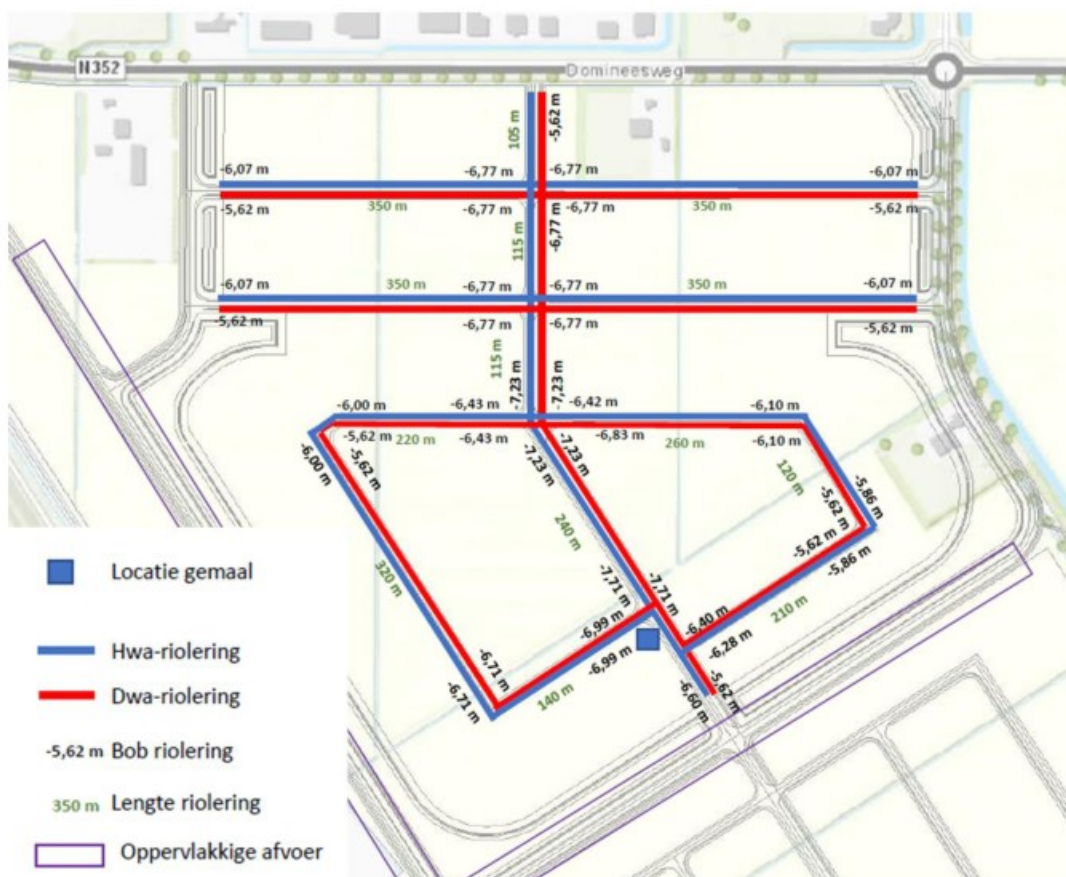
Figuur 2-1 Principe dwarsprofiel brede waterpartij [7]

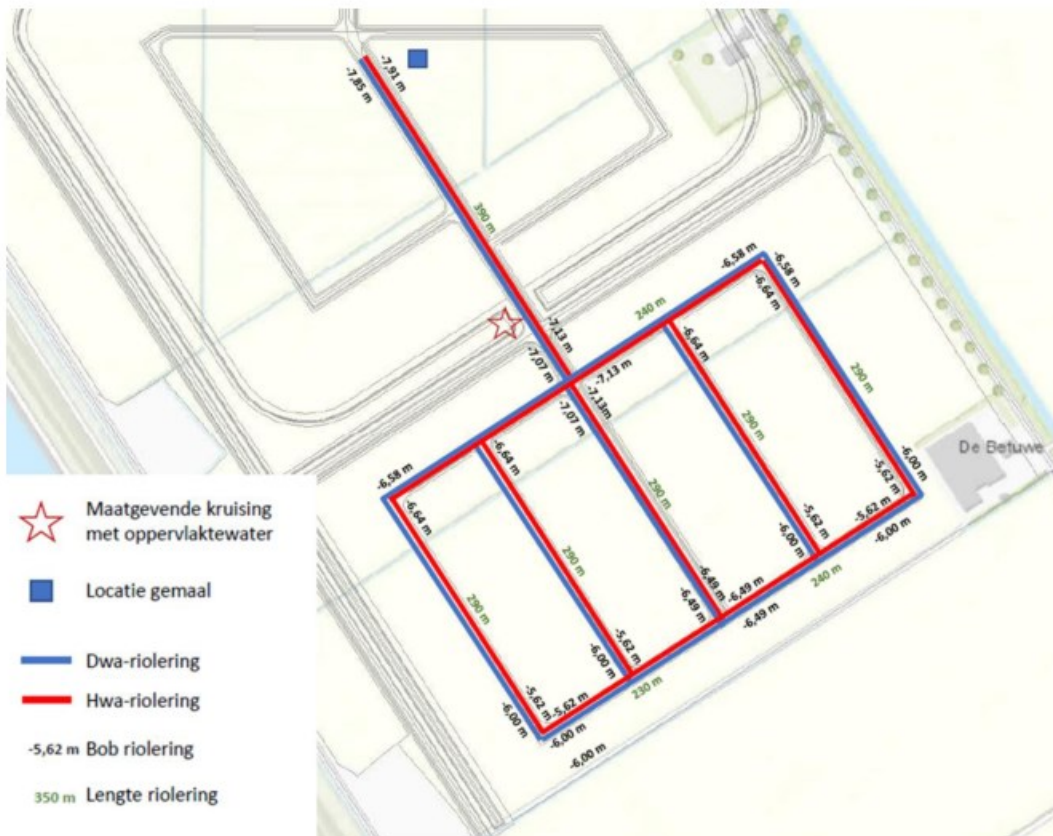


2.1.2 Riolerings sleuven

Binnen het bedrijventerrein zullen HWA- en DWA-rioleringen worden aangelegd. Beide rioleringen zullen onder afschot komen te liggen richting twee centraal gelegen gemalen. De rioleringssleuven liggen centraal in het gebied het diepst en hier is het risico op opbarsten groter.

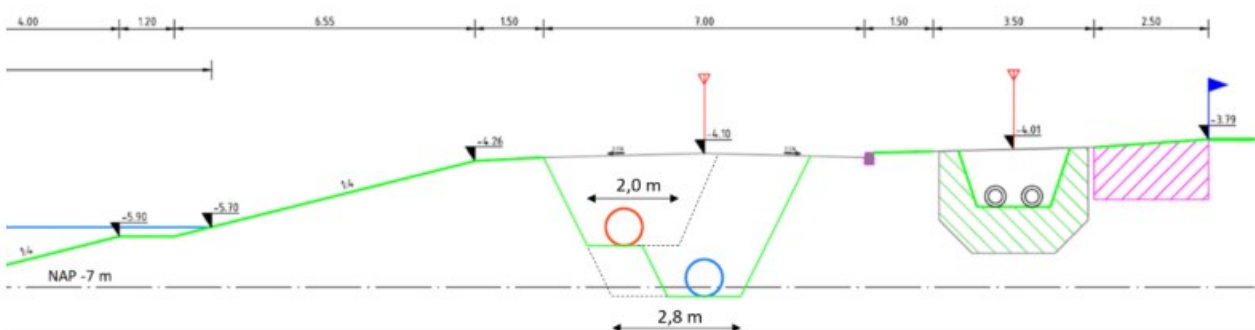
Het voorontwerp (VO) van de toekomstige riolering in het bedrijventerrein is weergegeven in Figuur 2-3 en Figuur 2-4. In de figuren zijn tevens de niveaus van de b.o.b. (binnenkant onderkant buis) riolering weergegeven. De riolering centraal in het gebied in beide figuren overlappen elkaar. De b.o.b. van de betreffende riolering in Figuur 2-4 is het diepst en maatgevend voor opbarsten.





Figuur 2-4 VO riolering bedrijventerrein zuid [11]

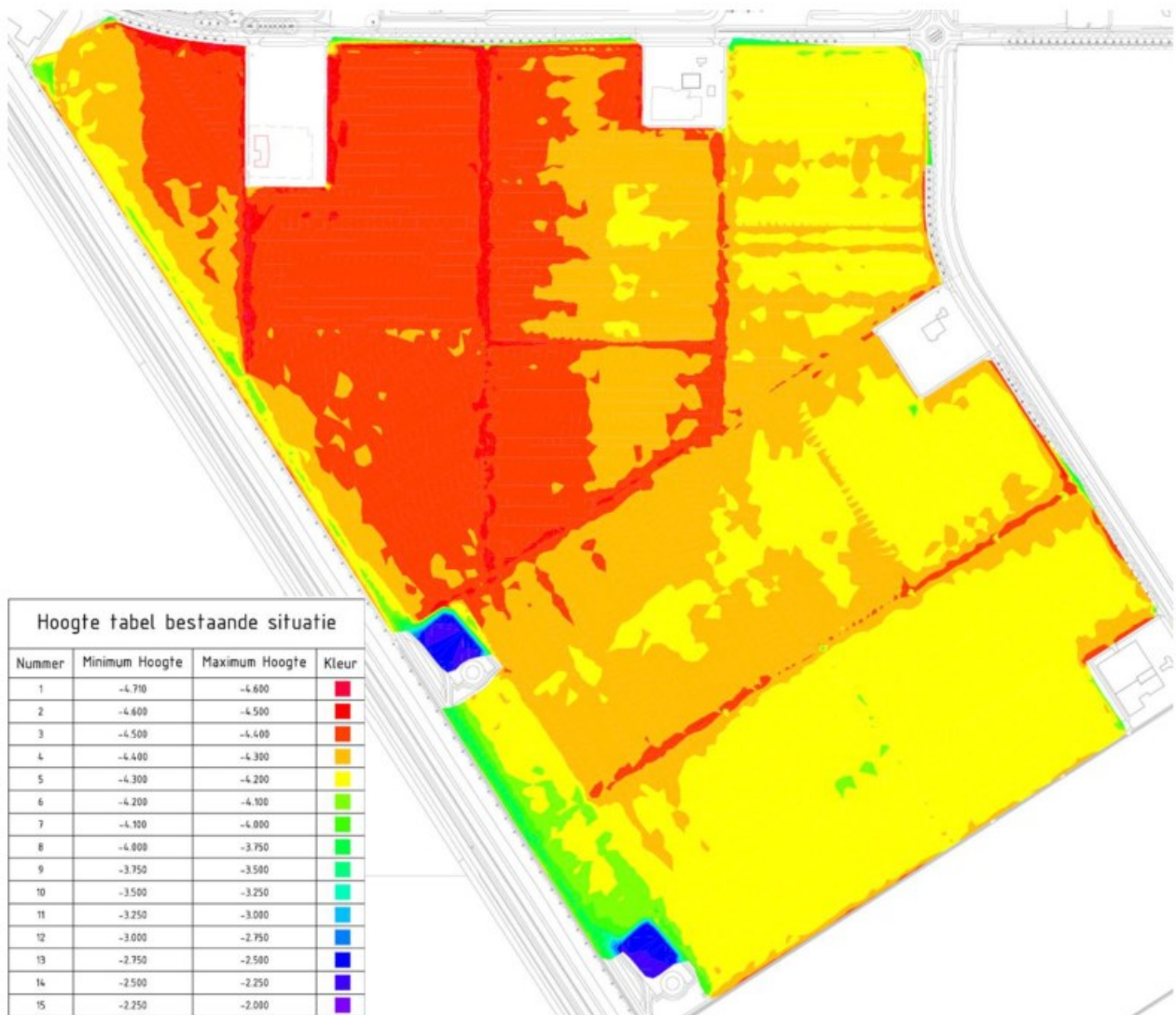
De riolering zal in het cunet van de infrastructuur worden gelegd. Een principe dwarsprofiel 4 uit Figuur 1-2 over de infrastructuur is weergegeven in Figuur 2-5. In de opbarst-berekeningen is rekening gehouden met een ontgravingsdiepte van 0,3 m onder het b.o.b.-niveau van de riolering. De DWA- en HWA-riolering hebben een verschillend b.o.b.-niveau. Het is mogelijk dat beide rioleringen in dezelfde of in een aparte ontgravings sleuf worden aangebracht. Om deze reden is er rekening gehouden met zowel een sleufbreedte van 2,0 m (enkele riolering in sleuf) als 2,8 m (dubbele riolering in sleuf). Verder is er zowel rekening gehouden met een ontgravingstalud van 1:1 als met verticale taluds m.b.v. sleufbekisting. In de opbarst-berekeningen is er vanuit gegaan dat het terrein reeds is opgehoogd tot de toekomstige hoogte (ca. NAP - 4,1 m), voordat de rioleringssleuven worden gegraven. Wanneer de rioleringssleuven voorgesleufd worden dient het naastgelegen terrein te zijn opgehoogd.



Figuur 2-5 Principe dwarsprofiel 4 uit Figuur 1-2 [7]

2.2 Huidig maaiveldniveau

De huidige maaiveldhoogtes zijn ingemeten begin 2021, in opdracht van de Gemeente Urk. Een overzicht van de resultaten van deze inmeting is weergegeven in Figuur 2-6. Over het algemeen varieert het huidige maaiveldpeil tussen NAP -4,2 m en NAP -4,5 m. Verder bevinden er zich nog ondiepe watergangen t.b.v. landbouw in het gebied ter afscheiding van de verschillende percelen. In de opbarst-berekeningen is er vanuit gegaan dat het terrein reeds is opgehoogd voordat de waterpartijen of rioleringssleuven gegraven worden.



Figuur 2-6 Huidige maaiveldhoogtes o.b.v. inmeting begin 2021 [10]

2.3 Waterpeil

Op het gehele bedrijventerrein is volgens de principe doorsnedes, zoals in Figuur 2-1 en Figuur 2-2 het streefpeil NAP -5,7 m gelijk aan het streefpeil van de Urkervaart. Aangenomen is dat dit een constant peil betreft. In de opbarst-berekeningen is het waterpeil in de waterpartijen op NAP -5,7 m aangehouden.

2.4 Geotechnische uitgangspunten

Voor het opstellen van dit geotechnisch advies is grondonderzoek uitgevoerd door Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV, bestaande uit sonderingen, boringen en peilbuizen [1]. Op dit moment zijn nog niet alle sonderingen uitgevoerd, is het laboratoriumonderzoek nog in uitvoering en zijn er nog geen peilbuismetingen beschikbaar. In deze rapportage zijn (conservatieve) aannames gedaan voor deze ontbrekende geotechnische uitgangspunten. Achteraf zullen deze uitgangspunten en berekeningsresultaten worden getoetst aan de resultaten van de resterende sonderingen en het laboratoriumonderzoek.

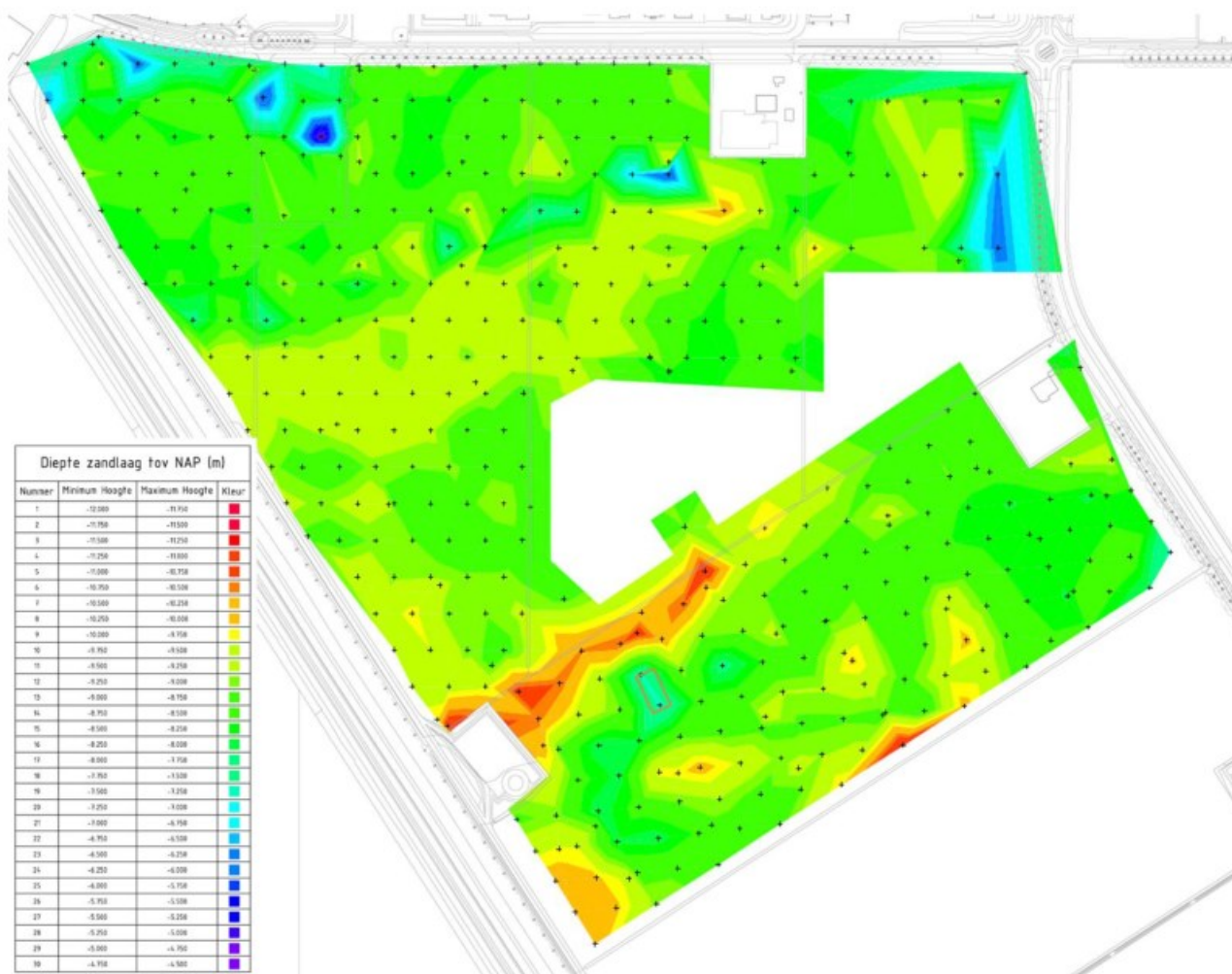
2.4.1 Grondopbouw

Naast de sonderingen en boringen zijn er in het projectgebied ook archeologische boringen uitgevoerd om de diepte van de vaste zandlaag te bepalen. In deze rapportage is tevens de diepte van de vaste zandlaag bepaald voor de uitgevoerde sonderingen en boringen. Deze resultaten zijn samengevoegd in een overzichtstekening waarop de diepte van de zandlaag is weergegeven, zie Figuur 2-7.

De witte vlakken in Figuur 2-7 geven de locatie van het ontbrekende grondonderzoek weer. Over het algemeen is het samendrukbare pakket boven de zandlaag gemiddeld ca. 4 m en maximaal ca. 7 m dik.

Opvallend is het rood-oranje gebied in het midden van het terrein, waar een relatief dik samendrukbaar pakket aanwezig is. Dit gebied is dus het minst gevoelig voor opbarsten. De blauwe gebieden, met een relatief dun samendrukbaar pakket, zijn het meest gevoelig voor opbarsten.

Per vak is de maatgevende sondering gehanteerd voor de opbarst-berekeningen. Dit betreft de sondering waar de onderkant van het ondoorlatende pakket het minst diep ligt. Een overzicht van de maatgevende sondering per berekening is weergegeven in Tabel 2-2. Op basis van deze sonderingen is de grondopbouw bepaald op basis van CUR162, Eurocode 7 en ervaringsgegevens. Een overzicht van de grondopbouw per opbarst-berekening is weergegeven in Bijlage A.



Figuur 2-7 Diepte bovenkant zandlaag bedrijventerrein [8]

2.4.2 Volumiek gewicht grond

In het reeds opgestelde "Opbarst-advies Zeeheldenwijk Noord" [4] is ter plaatse van de Zeeheldenwijk op basis van laboratoriumonderzoek het volumiek gewicht bepaald voor drie grondtypes:

- Siltige klei;
- Organische klei;
- Veen.

Het bedrijventerrein ligt aangrenzend aan de Zeeheldenwijk en de grondopbouw in het bedrijventerrein is vergelijkbaar. Om deze reden zijn deze waarden voorlopig gehanteerd in de opbarst-berekeningen. Deze uitgangspunten zullen worden getoetst aan de resultaten van het nog uit te voeren laboratoriumonderzoek. De gehanteerde volumiek gewichten zijn samengevat in Tabel 2-1.

De bepaling van het volumiek gewicht van een geboord zandmonster in het laboratorium is niet betrouwbaar, doordat het geboorde zandmonster verstoord raakt en van volume verandert. Het volumiek gewicht van zand is aangenomen aan de hand van tabel 2.b van de NEN 9997-1 (karakteristieke waarden

van grondeigenschappen). Voor ophoogzand is een verzadigd volumiek gewicht $\gamma_{\text{ver}} = 19 \text{ kN/m}^3$ aangehouden. Voor de ophogingen van de taluds langs de waterpartijen is zand met een onverzadigd volumiek gewicht $\gamma_{\text{onver}} = 16 \text{ kN/m}^3$ aangehouden.

Tabel 2-1 Volumieke gewichten grondtypes [4]

Grondtype	Dichtheid $\gamma_{\text{ver};k} [\text{kN/m}^3]$ (karakteristiek)
Siltige klei	15,1
Organische klei	12,2
Veen	10,7

2.5 Stijghoogte

De stijghoogte in het watervoerende pakket ter plaatse van het bedrijventerrein is onbekend, omdat er nog geen peilbuismetingen in het projectgebied beschikbaar zijn. Er is in dit opbarst-advies een conservatieve aanname gedaan voor de stijghoogte op basis van bestaande peilbuismetingen in de omgeving afkomstig van het DINOloket. Achteraf zullen deze uitgangspunten worden getoetst aan de resultaten van de peilbuismetingen. De locaties van de uitgezette peilbuizen zijn weergegeven in Figuur 2-8.



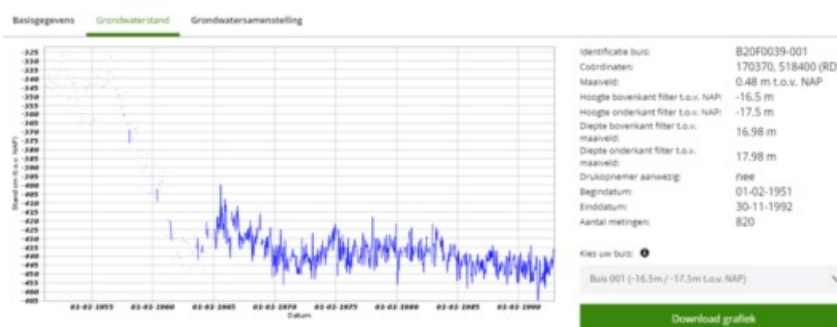
Figuur 2-8 Locaties peilbuizen en mechanische boringen [5]

In Figuur 2-9 is de peilbuismeting B20F0039 weergegeven. De peilbuis bevindt zich juist ten noorden van het bedrijventerrein en bevat metingen tussen 1951 en 1992. Het filter van de peilbuis bevindt zich in het eerste watervoerende pakket (tussen NAP -16,5 m en NAP -17,5 m). De metingen voor 1970 zijn onvolledig en dusdanig oud dat deze niet als betrouwbaar worden geacht. De maximale stijghoogte na 1970 in deze peilbuis is ca. NAP -4,2 m.

In Figuur 2-10 is peilbuismeting B20F1254 weergegeven. De peilbuis bevindt zich op enige afstand ten zuiden van het bedrijventerrein weergegeven en bevat metingen tussen 1994 en 2012. De betrouwbaarheid van deze metingen is laag, omdat de filterdiepte van deze peilbuis onbekend is. Echter, de metingen komen enigszins overeen met peilbuismeting B20F0039 dus is het goed mogelijk dat het filter zich in het eerste watervoerende pakket bevindt. De maximale stijghoogte in deze peilbuis is ca. NAP -4,2 m.

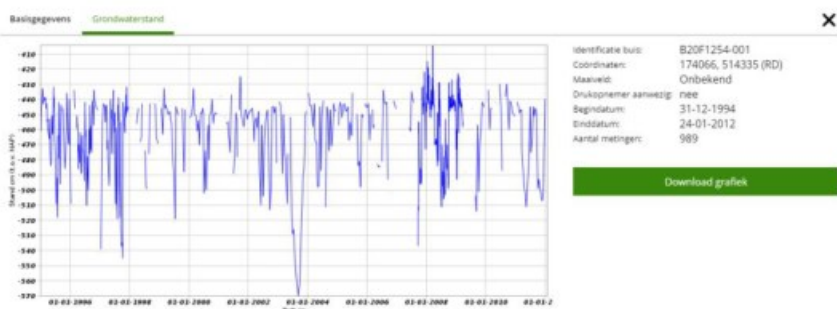
Op basis van deze peilbuismetingen is voor de opbarst-berekeningen een stijghoogte van NAP -4,2 m aangehouden. Mogelijk is dit een conservatieve waarde, omdat deze peilbuizen zich vlak langs de primaire waterkering van het IJsselmeer bevinden.

Put met onderzoeksgegevens DINO
Identificatie B20F0039



Figuur 2-9 Peilbuismeting B20F0039 (Dinoloket)

Put met onderzoeksgegevens DINO
Identificatie B20F1254



Figuur 2-10 Peilbuismeting B20F1254 (Dinoloket)

2.6 Vak indeling

2.6.1 Waterpartijen

In dit opbarst-advies is op basis van de grondopbouw en geometrie een vak indeling gemaakt voor de waterpartijen. De vak indeling is gemaakt, met als doel dat van ieder vak de geometrische uitgangspunten en de grondopbouw zoveel mogelijk overeenkomen.

Een overzicht van de vak indeling van de waterpartijen is weergegeven in Figuur 2-11. Allereerst is er onderscheid gemaakt tussen de smalle en de brede waterpartij. Verder zijn beide waterpartijen onderverdeeld in twee vakken, de eerste met een relatief diep niveau bovenkant zandlaag (Smal- en Breed-1) en de tweede met een relatief ondiep niveau bovenkant zandlaag (Smal- en Breed-2). De grenzen van de vak indeling zijn vlak langs de uitgevoerde maatgevende sonderingen en boringen gekozen. Dit is een conservatieve aanname. Voor ieder vak zijn opbarst-berekeningen gemaakt en is er advies gegeven over eventuele (opbarst)-maatregelen.

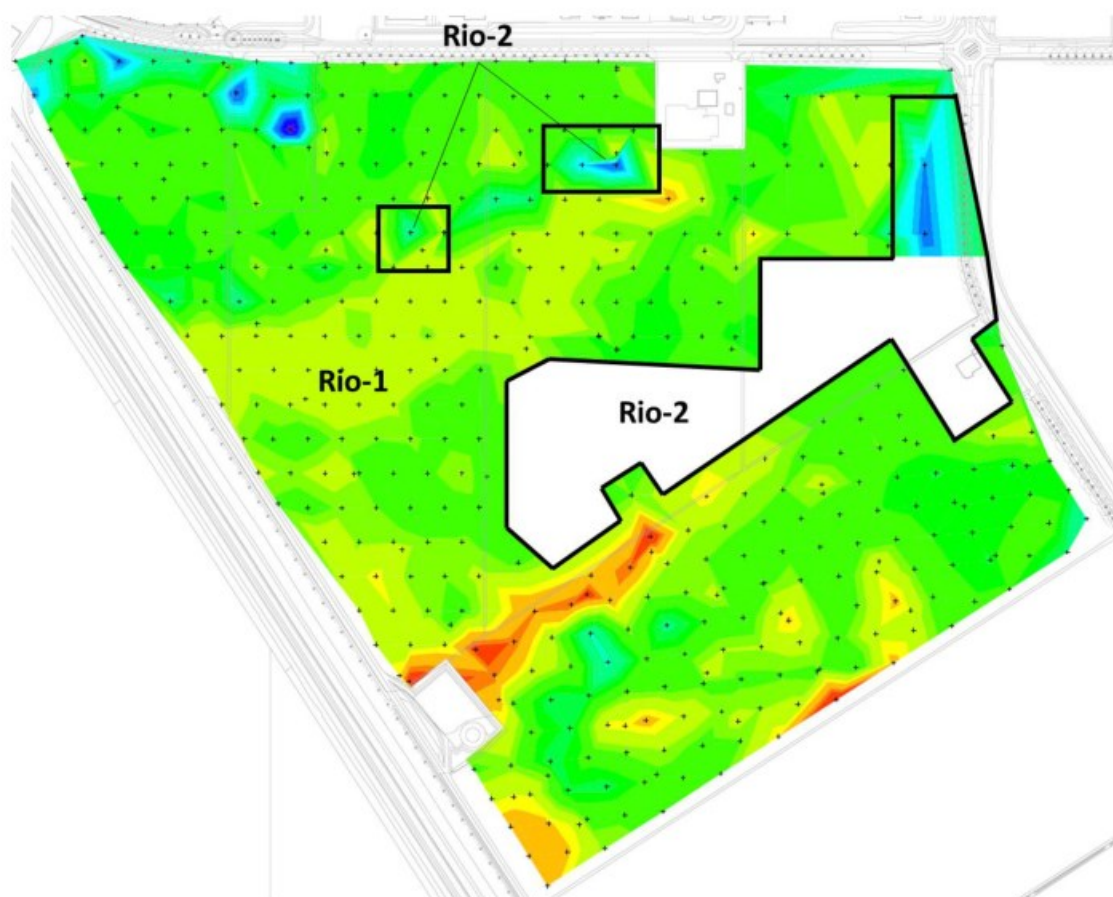


Figuur 2-11 Vak indeling waterpartijen

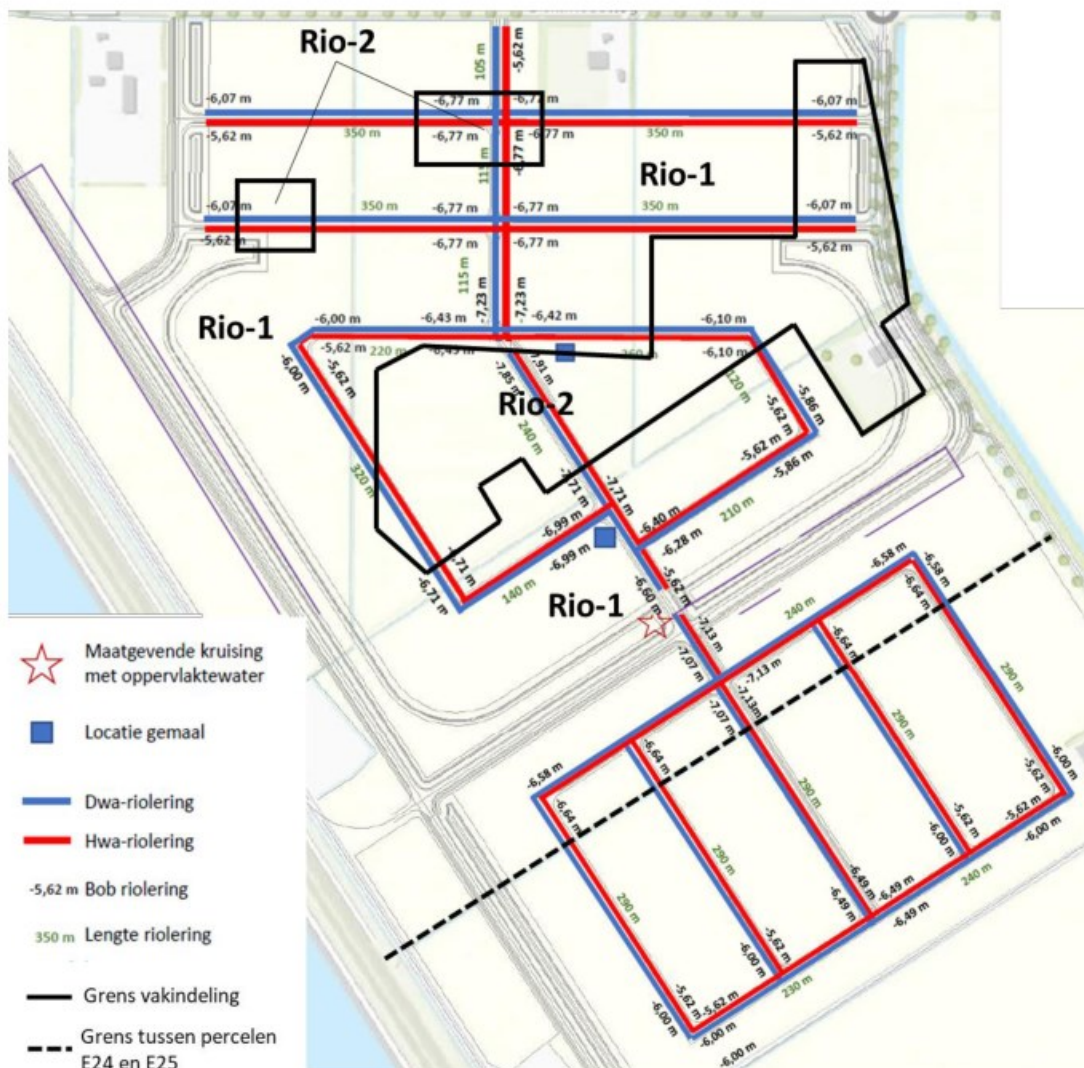
2.6.2 Rioleringsseuven

In dit opbarst-advies is op basis van de grondopbouw tevens een vak indeling gemaakt voor de rioleringsseuven. De vak indeling is gemaakt, met als doel dat van ieder vak de grondopbouw zoveel mogelijk overeenkomt.

Een overzicht van de vak indeling van de rioleringsseuven is weergegeven in Figuur 2-12 en Figuur 2-13. Er is voor de rioleringsseuven onderscheid gemaakt tussen relatief ondiepe ontgraving (Rio-1) en diepe ontgraving (Rio-2). Op dit moment zijn nog niet alle sonderingen uitgevoerd, namelijk ter plaatse van de witte vlakken. In deze rapportage zijn (conservatieve) aannames gedaan voor de ontbrekende uitgangspunten. Dit betekent dat het witte vlak in het midden wordt beschouwd als vak Rio-2. Voor beide vakken zijn opbarst-berekeningen gemaakt en is advies gegeven over eventuele (opbarst)-maatregelen.



Figuur 2-12 Vak indeling rioleringsseuven 1



Figuur 2-13 Vak indeling rioleringssleuven 2

2.7 Uitgangspunten overzicht

In Tabel 2-2 is een overzicht gegeven van de uitgangspunten per vak. In de laatste kolom is de dikte van de ondoorlatende laag gegeven, berekend als het verschil tussen de onderkant van de deklaag en het bodemniveau van de ontgraving. Het niveau van de onderkant deklaag in de opbarst-berekening is bepaald op basis van de minimale waarde van de diepte van de zandlaag, zoals gepresenteerd in Figuur 2-7.

Vanwege het sterk variërende ontgravingsniveau van de rioleringssleuven is de bodem van de ontgraving niet gegeven. Voor de rioleringssleuven zijn berekeningen gemaakt voor verschillende ontgravingsniveau's om op deze wijze inzicht te krijgen in de benodigde maatregelen.

Opvallend is dat het bodemniveau van de vakken Smal-2 en Breed-2 dieper is dan de onderkant van de ondoorlatende laag van de maatgevende sondering of boring. Dit betekent dat zonder maatregelen in deze vakken kwel zal optreden in de sleuf doordat de ontgraving hier in direct contact zal komen met de onderliggende zandlaag. Kwel wordt door de Gemeente Urk en het waterschap niet geaccepteerd, dus dient dit voorkomen te worden.

Tabel 2-2 Uitgangspunten overzicht

Vak	Sonderingen (of boringen) in gebied	Maatgevende sondering of boring	Onderkant deklaag [m NAP]	Bodem ontgraving [m NAP]	Dikte deklaag [m]	Niveau maaiveld [m NAP]
Smal-1	12, 17, 20, 28	17	-8,5	-6,9	1,7	-3,8
Smal-2	HB34 en PB4	PB4	-6,5	-6,9	0,0	-3,8
Breed-1	5 - 11, 28, 50 - 55	54	-8,5	-6,9	1,6	-3,8
Breed-2	HB34 en HB49	HB49	-6,5	-6,9	0,0	-3,8
Rio-1	18, 21, 22, 24, 30 - 32, 36 - 39, 44 - 48, 52, 56 - 60	39	-8,5	-6,0 tot -8,2	0,3 tot 2,5	-4,1
Rio-2	23, 29	23	-6,5	-6,0 tot -8,2	0,0 tot 0,5	-4,1

3 BEREKENINGEN

In dit hoofdstuk is de aanpak van opbarst-berekeningen beschreven en zijn de berekeningsresultaten gegeven en besproken.

3.1 Bezijken door opbarsten conform Eurocode 7

In dit opbarst-advies zijn de waterpartijen gecontroleerd op bezijken door opbarsten (opdrijven) conform hoofdstuk 10.2 van de Eurocode 7 (NEN 9997-1). De stabiliteit tegen opbarsten van een grondlaag met een lage doorlatendheid moet zijn gecontroleerd door de blijvende weerstand biedende krachten (gewicht van de grond en het water) te vergelijken met de blijvende (en variabele) aandrijvende krachten door het water. In de opbarst-berekeningen zijn de partiële factoren voor de (blijvende) belastingen zoals weergegeven in Figuur 3-1 gebruikt (Eurocode 7).

Belasting	Symbol	Waarde
Blijvend		
Ongunstig ^a	$\gamma_{G,dst}$	1,0
Gunstig ^b	$\gamma_{G,stb}$	0,9
Veranderlijk		
Ongunstig ^a	$\gamma_{Q,dst}$	1,5
^a Aandrijvend. ^b Weerstandbiedend.		

Figuur 3-1 Partiële factoren opbarst-berekeningen (Eurocode 7)

De veiligheid tegen opbarsten is op basis van de weerstand biedende belasting ($G_{stb;k}$) en de aandrijvende belasting ($V_{dst;k}$) volgens onderstaande vergelijking berekend. Wanneer de veiligheidsfactor $\geq 1,0$, is de waterpartij bestand tegen opbarsten van de bodem.

$$Veiligheidsfactor = \frac{G_{stb;k} \cdot \gamma_{G,stb}}{V_{dst;k} \cdot \gamma_{G,dst}}$$

Conform de Eurocode 7 wordt voor de opbarst-berekeningen van de definitieve situaties van de waterpartijen gerekend met een $\gamma_{G,stb} = 0,9$. Voor de tijdelijke situaties van de rioleringsseuven gerekend met een $\gamma_{G,stb} = 1,0$. In de opbarst-berekeningen is onderzocht of de taluds van de waterkeringen (een positief) effect hebben op de veiligheidsfactor (2D-effect). Het is gebleken dat vanwege de breedte van de brede waterpartijen en de taluds voor deze doorsneden geen 2D-effecten spelen.

3.2 Maatregelen

In dit opbarst-advies is allereerst voor ieder vak in de waterpartij de veiligheidsfactor met betrekking tot opbarsten berekend. Wanneer de veiligheidsfactor $\geq 1,0$, is de waterpartij bestand tegen opbarsten van de bodem en kan de waterpartij zonder maatregelen gegraven worden, zolang tijdens de ontgraving het waterpeil in de waterpartij wordt gehandhaafd op een minimaal peil van NAP -5,7 m. Wanneer de veiligheidsfactor $< 1,0$, zijn er maatregelen noodzakelijk om opbarsten van de bodem te voorkomen. Er zijn verschillende mogelijke maatregelen om opbarsten te voorkomen. In dit hoofdstuk worden de mogelijke maatregelen voor de waterpartijen en rioleringsseuven behandeld.

3.2.1 Waterpartijen

De volgende maatregelen voor de waterpartijen zijn in dit opbarst-advies behandeld:

- ontgraven van de ondoorlatende lagen;
- grondverbetering met zand;
- grondverbetering met klei;
- grondverbetering met zand in combinatie met folie.

Wanneer de waterpartij niet bestand is tegen opbarsten van de bodem, kan er gekozen worden om de ondoorlatende laag te ontgraven. Op deze wijze wordt er voorkomen dat de ondoorlatende lagen kunnen opbarsten en vormt de watervoerende laag (eerste zandlaag) de bodem van de waterpartij. Wanneer de stijghoogte in de watervoerende laag hoger is dan het waterpeil in de waterpartij, zal er kwel ontstaan vanuit de watervoerende laag in de waterpartij. Volgens de Gemeente Urk is kwel onwenselijk vanwege de waterkwaliteit. Deze maatregel wordt dus niet toegepast in dit opbarst-advies.

Verder is het mogelijk om een grondverbetering met zand toe te passen. Op deze wijze wordt de bovenste laag van de waterbodem vervangen door een zwaardere laag. Bij deze maatregel behoudt de overblijvende ondoorlatende laag zijn functie om eventuele kwel te voorkomen. Het is hierbij van belang dat de overblijvende ondoorlatende deklaag minstens 0,5 m dik is, om zijn ondoorlatende functie te behouden en om eventuele variaties in het niveau van onderliggende zandlaag en/of dikte van de ondoorlatende laag op te vangen. Hiermee is rekening gehouden in dit opbarst-advies. Voor het zand in de grondverbetering is een verzadigd volumiek gewicht $\gamma_{\text{ver}} = 19 \text{ kN/m}^3$ aangehouden.

Tevens is het mogelijk om een grondverbetering bestaande uit klei toe te passen. Bij voldoende dikte wordt hiermee een ondoorlatende laag gecreëerd en de kwel beperkt. Het risico bij deze maatregel is dat er eventueel kwel gangen kunnen ontstaan tussen de aangebrachte brokken klei, met name als dit in "den natte" wordt aangebracht. Daarnaast is het in de praktijk lastig om de klei op de waterbodem aan te brengen vanwege de kwel uit het watervoerende pakket. Bij deze maatregel wordt daarom geadviseerd om tijdens de uitvoering het waterpeil in de waterpartij te verhogen naar de stijghoogte van het watervoerende pakket, om kwel tijdens de uitvoering te beperken. In dit opbarst-advies is onderzocht tot welk niveau de klei minimaal moet worden toegepast, om te voldoen aan een veiligheidsfactor $\geq 1,0$. Dit is berekend voor een verzadigd volumiek gewicht van de aan te brengen klei van $\gamma_{\text{ver}} = 15 \text{ kN/m}^3$.

Daarnaast kan er gekozen worden om een grondverbetering met zand in combinatie met folie toe te passen. Het voordeel van een grondverbetering met zand is dat het volumiek gewicht van zand relatief hoog is en deze dus tot minder grote diepte moet worden aangebracht. De folieconstructie in deze maatregel wordt onder de zandverbetering aangebracht en dient als ondoorlatende laag om kwel te voorkomen. In de praktijk is het lastig om de grondverbetering met zand in combinatie met folie aan te brengen vanwege de kwel uit het watervoerende pakket. Bij deze maatregel wordt daarom geadviseerd om tijdens de uitvoering het waterpeil in de waterpartij te verhogen naar de stijghoogte van het watervoerende pakket, om kwel tijdens de uitvoering te beperken. Voor het zand is een verzadigd volumiek gewicht $\gamma_{\text{ver}} = 19 \text{ kN/m}^3$ aangehouden.

3.2.2 Riolerings sleuven

De DWA- en HWA-riolering hebben een verschillend b.o.b.-niveau. Het is mogelijk dat beide rioleringen in dezelfde of in een aparte ontgravings sleuf worden aangebracht. Om deze reden is zijn de berekeningen uitgevoerd met zowel een sleufbreedte van 2,0 m (enkele riolering in sleuf) als 2,8 m (dubbele riolering in sleuf). Daarbij zijn de berekeningen uitgevoerd voor een ontgravingstalud van 1:1 en verticale taluds m.b.v. sleufbekisting. Verder variëren de ontgravingsniveaus van de riolerings sleuven (door de verschillende b.o.b.-niveaus) in het projectgebied sterk. Om deze reden zijn er verschillende berekeningen uitgevoerd voor de volgende ontgravingsniveaus:

- NAP -6,5 m;
- NAP -7,0 m;
- NAP -7,5 m;
- NAP -8,0 m.

Wanneer de bodem van een riolerings sleuf volgens de berekening niet bestand is tegen opbarsten, zijn in dit opbarst-advies de volgende maatregelen behandeld:

- ontgraven van de ondoorlatende lagen;
- spanningsbemaling.

Wanneer de riolerings sleuf niet bestand is tegen opbarsten van de bodem, kan er gekozen worden om de ondoorlatende laag te ontgraven. Op deze wijze wordt er voorkomen dat de ondoorlatende lagen kunnen opbarsten en vormt de watervoerende laag (eerste zandlaag) de bodem van de ontgraving. Dit betekent dat zonder maatregelen in dit vak kwel zal optreden in de sleuf doordat de ontgraving hier in direct contact zal

Verder is het mogelijk om spanningsbemaling toe te passen in de watervoerende laag. Op deze wijze wordt de opwaartse druk onder de ondoorlatende laag verkleind en opbarsten voorkomen. In dit opbarst-advies is de maximale stijghoogte bepaald waarbij de doorsnede niet opbarst.

Tabel 3-1 Resultaten opbarst-berekeningen waterpartijen

Vak	Onderkant deklaag [m NAP]	Bodem waterpartij [m NAP]	Veiligheidsfactor [-]	Min. niveau grondverb. zand [m NAP]	Dikte grondverb. zand [m]	Veiligheidsfactor met grondverb. zand [-]
Smal-1	-8,5	-6,9	0,64	-8,0	1,1	0,84
Smal-2	-6,5	-6,9	-	-	-	-
Breed-1	-8,5	-6,9	0,62	-8,0	1,1	0,81
Breed-2	-6,5	-6,9	-	-	-	-

Tabel 3-2 Resultaten opbarst-berekeningen waterpartijen

Vak	Onderkant deklaag [m NAP]	Bodem waterpartij [m NAP]	Niveau ontgr. deklaag [m NAP]	Min. niveau grondverb. klei (15 kN/m ³) [m NAP]	Min. niveau grondverb. zand + folie [m NAP]
Smal-1	-8,2	-6,9	-9,5	-10,2	-8,9
Smal-2	-6,8	-6,9	-8,6	-10,2	-8,9
Breed-1	-5,7	-6,7	-9,9	-11,3	-9,1
Breed-2	-5,7	-6,9	-8,6	-11,3	-9,1

3.3.1.1 Uitvoering

Bij de grondverbeteringen met klei en zand in combinatie met folie wordt er ter plaatse van de maatgevende sonderingen minstens tot (en zelfs in) het watervoerend pakket gegraven en zal alleen kwel optreden. Wel blijft lokaal opbarsten van de waterbodem tijdens de uitvoering voor deze maatregelen mogelijk op plaatsen waar de ondoorlatende laag tot dieper reikt dan de ontgravingsdiepte. Daarbij is het lastig om deze grondverbeteringen aan te brengen vanwege de kwel uit het watervoerende pakket. Daarom wordt er bij deze maatregelen geadviseerd om tijdens de uitvoering het waterpeil in de waterpartij te verhogen naar de stijghoogte van het watervoerende pakket, om kwel tijdens de uitvoering te beperken. Er is in dit opbarstadvies een conservatieve aanname gedaan voor de stijghoogte op basis van bestaande peilbuismetingen in de omgeving afkomstig van het DINOloket, namelijk NAP -4,2 m. Achteraf zullen deze uitgangspunten worden getoetst aan de resultaten van de peilbuismetingen.

3.3.2 Riolerings sleuven

In Tabel 3-3, Tabel 3-4 en Tabel 3-5 zijn de resultaten van de opbarst-berekeningen van de riolerings sleuven per vak weergegeven. In Tabel 3-3 is allereerst de onderkant van de ondoorlatende laag en de bodem van de waterpartij uit Tabel 2-2 gegeven. Verder zijn in Tabel 3-3 de maximale ontgravingsdieptes gegeven bij verschillende geometrieën van de ontgraving, namelijk:

- Sleufbreedte van 2 m (enkele riolering in sleuf) en verticale taluds m.b.v. sleufbekisting;
- Sleufbreedte van 2 m (enkele riolering in sleuf) en taluds van 1:1;
- Sleufbreedte van 2,8 m (dubbele riolering in sleuf) en verticale taluds m.b.v. sleufbekisting;
- Sleufbreedte van 2,8 m (dubbele riolering in sleuf) en taluds van 1:1.

Uit de resultaten en de b.o.b.-niveaus van de rioleringen in Figuur 2-3 en Figuur 2-4 blijkt dat er nergens riolerings sleuven zonder maatregelen bestand zullen zijn tegen opbarsten van de bodem. In vak Rio-2 is het bodemniveau dieper dan de onderkant van de ondoorlatende laag van de maatgevende sondering of boring. Dit betekent dat zonder maatregelen in dit vak kwel zal optreden in de sleuf doordat de ontgraving hier in

direct contact zal komen met de onderliggende zandlaag. Kwel wordt door de Gemeente Urk en het waterschap niet geaccepteerd. Om de riolering in den droge te kunnen uitvoeren is het mogelijk om een open bemaling toe te passen, welke de grondwaterstand en de eventuele kwel vanuit de watervoerende laag onttrekt. Wanneer de kwel in de gebruiksfase voorkomen dient te worden, kan er gekozen worden om een grondverbetering met zand in combinatie met folie toe te passen.

Om opbarsten te voorkomen in vak Rio-1 dient spanningsbemaling toegepast te worden in de watervoerende laag. In Tabel 3-4 en Tabel 3-5 zijn de maximale bemalingsniveaus (stijghoogtes) bepaald waarbij de doorsnede niet opbarst bij verschillende ontgravingsdieptes en geometrie van de ontgraving (verticaal talud m.b.v. sleufbekisting en taluds van 1:1). Verder is het ook mogelijk om in vak Rio-1 het bodemniveau dieper te ontgraven dan de onderkant van de ondoorlatende laag van de maatgevende sondering of boring en een open bemaling toe te passen. Wanneer de kwel in de gebruiksfase voorkomen dient te worden, kan er gekozen worden om een grondverbetering met zand in combinatie met folie toe te passen.

Tabel 3-3 Resultaten opbarst-berekeningen rioleringssleuven

Vak	Onderkant deklaag [m NAP]	Bodem sleuf [m NAP]	Max ontgr. (2 m - vert.) [m NAP]	Max ontgr. (2 m - 1:1) [m NAP]	Max ontgr. (2,8 m - vert.) [m NAP]	Max ontgr. (2,8 m - 1:1) [m NAP]
Rio-1	-8,5	-6,0 tot -8,2	-5,9	-5,5	-5,6	-5,4
Rio-2	-6,5	-6,0 tot -8,2	-	-	-	-

Tabel 3-4 Resultaten opbarst-berekeningen rioleringssleuven

Vak	Bemalingsniveau bij max ontgr. NAP -6,5 m (2,8 m - vert.) [m NAP]	Bemalingsniveau bij max ontgr. NAP -7,0 m (2,8 m - vert.) [m NAP]	Bemalingsniveau bij max ontgr. NAP -7,5 m (2,8 m - vert.) [m NAP]	Bemalingsniveau bij max ontgr. NAP -8,0 m (2,8 m - vert.) [m NAP]
Rio-1	-5,3	-6,1	-7,1	-7,9
Rio-2	-	-	-	-

Tabel 3-5 Resultaten opbarst-berekeningen rioleringssleuven

Vak	Bemalingsniveau bij max ontgr. NAP -6,5 m (2,8 m - 1:1) [m NAP]	Bemalingsniveau bij max ontgr. NAP -7,0 m (2,8 m - 1:1) [m NAP]	Bemalingsniveau bij max ontgr. NAP -7,5 m (2,8 m - 1:1) [m NAP]	Bemalingsniveau bij max ontgr. NAP -8,0 m (2,8 m - 1:1) [m NAP]
Rio-1	-5,9	-6,6	-7,4	-8,0
Rio-2	-	-	-	-

4 OPBARST-ADVIES

Uit de opbarst-berekeningen blijkt dat geen enkel vak zonder maatregelen bestand is tegen opbarsten van de waterbodem. Er zijn verschillende mogelijke maatregelen om opbarsten te voorkomen. In dit hoofdstuk is per vak een opbarst-advies gegeven. De volgende maatregelen voor de waterpartijen zijn in dit opbarst-advies behandeld:

- ontgraven van de ondoorlatende lagen;
- grondverbetering met zand;
- grondverbetering met klei;
- grondverbetering met zand in combinatie met folie.

De volgende maatregelen voor de rioleringssleuven zijn in dit opbarst-advies behandeld:

- ontgraven van de ondoorlatende lagen;
- spanningsbemaling.

4.1 Vakken Smal-1, Smal-2, Breed-1 en Breed-2 (waterpartijen)

De vakken Smal-1 en Breed-1 zijn zonder maatregelen niet bestand tegen opbarsten van de bodem. Daarbij is een grondverbetering met zand ook niet voldoende om opbarsten te voorkomen. Verder is het volledig ontgraven van de ondoorlatende laag zonder grondverbetering niet mogelijk, omdat kwel in de watergang niet wordt geaccepteerd door de Gemeente Urk en het Waterschap. In de vakken Smal-2 en Breed-2 is het bodemniveau dieper dan de onderkant van de ondoorlatende laag van de maatgevende sondering of boring. Dit betekent dat zonder maatregelen in deze vakken kwel zal optreden in de sleuf doordat de ontgraving hier in direct contact zal komen met de onderliggende zandlaag. Verder is er in de opbarst-berekeningen vanuit gegaan dat het terrein reeds is opgehoogd tot de toekomstige hoogte (ca. NAP -3,8 m), voordat de waterpartijen worden gegraven.

Om opbarsten en kwel te voorkomen, zal een grondverbetering met klei of zand in combinatie met folie moeten worden toegepast in deze vakken. Hierbij heeft de grondverbetering met zand in combinatie met folie de voorkeur, vanwege het ondiepere aanlegniveau. Daarbij dienen de werkzaamheden in den natte uitgevoerd te worden en is het bij het aanbrengen en verdichten van klei onder water lastig om waterdichtheid te verwezenlijken. Een overzicht van de resultaten van de opbarst-berekeningen bij deze verbeteringen is gegeven in Tabel 3-2.

Tijdens de uitvoering van de grondverbetering met klei of zand in combinatie met folie wordt geadviseerd om het waterpeil in de waterpartij te verhogen naar de stijghoogte van het watervoerende pakket. Op deze wijze wordt lokaal opbarsten van de waterbodem en kwel tijdens de uitvoering voorkomen.

4.2 Vakken Rio-1 en Rio-2 (rioleringssleuven)

In vak Rio-1 zijn de rioleringssleuven zonder maatregelen niet bestand tegen opbarsten van de bodem. In vak Rio-2 is het bodemniveau dieper dan de onderkant van de ondoorlatende laag van de maatgevende sondering of boring. Dit betekent dat zonder maatregelen in dit vak kwel zal optreden in de sleuf doordat de ontgraving hier in direct contact zal komen met de onderliggende zandlaag. Kwel wordt door de Gemeente Urk en het waterschap niet geaccepteerd. Om de riolering in den droge te kunnen uitvoeren dient een open bemaling toegepast te worden. Wanneer de kwel in de gebruiksfase voorkomen dient te worden, kan er gekozen worden om een grondverbetering met zand in combinatie met folie toe te passen. Eventueel is een grondverbetering met klei ook mogelijk. Het risico bij deze maatregel is dat er eventueel kwel gangen kunnen ontstaan tussen de aangebrachte brokken klei en dat de bovenliggende riolering en/of verharding extra zetting zal ondervinden.

In de opbarst-berekeningen is er verder vanuit gegaan dat het terrein reeds is opgehoogd tot de toekomstige hoogte (ca. NAP -4,1 m), voordat de rioleringssleuven worden gegraven. Wanneer de rioleringssleuven voorgesleufd worden dient het naastgelegen terrein te zijn opgehoogd.

Om opbarsten te voorkomen in vak Rio-1 wordt geadviseerd om spanningsbemaling toe te passen in de watervoerende laag. In Tabel 3-4 en Tabel 3-5 zijn de maximale bemalingsniveaus (stijghoogtes) bepaald

waarbij de doorsnede niet opbarst bij verschillende ontgravingsdieptes en geometrie van de ontgraving. Om opbarsten te voorkomen in vak Rio-2 wordt geadviseerd om een open bemaling toe te passen, welke de stijghoogte in het watervoerend pakket verlaagd en eventuele kwel hieruit onttrekt. In de definitieve situatie kan het kwel geaccepteerd worden of kan er gekozen worden om een grondverbetering met zand in combinatie met folie toe te passen. Eventueel is een grondverbetering met klei ook mogelijk. Het risico bij deze maatregel is dat er eventueel kwel gangen kunnen ontstaan tussen de aangebrachte brokken klei en dat de bovenliggende riolering en/of verharding extra zetting zal ondervinden.

Daarbij dient er een geohydrologische analyse te worden uitgevoerd om het invloedsgebied van de bemaling en het effect hiervan op de (zetting van de) omgeving en bestaande bebouwing te bepalen.

4.3 Optimalisatiemogelijkheden

Voor de opbarst-berekeningen uitgevoerd in deze rapportage zijn verschillende optimalisatiemogelijkheden mogelijk. Ten eerste is het mogelijk om de stijghoogte te optimaliseren aan de hand van peilbuismetingen. Op dit moment zijn de peilbuizen geïnstalleerd en worden de eerste metingen uitgevoerd. Er is in dit opbarstadvies een conservatieve aanname gedaan voor de stijghoogte op basis van bestaande peilbuismetingen in de omgeving afkomstig van het DINOloket. Achteraf zullen deze uitgangspunten worden getoetst aan de resultaten van de peilbuismetingen. De locaties van de uitgezette peilbuizen zijn weergegeven in Figuur 2-8.

Verder zijn op dit moment nog niet alle sonderingen en boringen uitgevoerd. In deze rapportage zijn (conservatieve) aannames gedaan voor de ontbrekende uitgangspunten. De opbarst-berekeningen kunnen op basis van deze gegevens eventueel worden geoptimaliseerd in de vakken Smal-2, Breed-2 en Rio-2.

Daarbij kan het risico op opbarsten van de waterpartijen verder beheerst worden door deze ondieper en/of smaller uit te voeren. Eventueel is het ook mogelijk om in de waterpartijen ruggen grond te laten staan. Deze ruggen kunnen de ecologische waarde van de waterpartijen vergroten. De waterpartij zal plaatselijk ondiep worden, maar wordt wel onbevaarbaar. De benodigde afmetingen van de ruggen zullen nader moeten worden onderzocht.

5 BIJLAGES

BIJLAGE A GRONDOPBOUW PER VAK

Vak Smal-1

Grondopbouw				
Sondering	17			
Grondsoort		Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_{di})
[-]		[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]
Zand		-3.80	-4.50	16.0
Siltige klei		-4.50	-5.30	15.1
Organische klei		-5.30	-6.30	12.2
Veen		-6.30	-8.50	10.7

Vak Smal-2

Grondopbouw				
Sondering	PB4			
Grondsoort		Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_{di})
[-]		[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]
Zand		-3.80	-4.50	16.0
Siltige klei		-4.50	-5.50	15.1
Zand		-5.50	-6.00	19.0
Veen		-6.00	-6.50	10.7

Vak Breed-1

Grondopbouw				
Sondering	54			
Grondsoort		Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_{di})
[-]		[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]
Zand		-3.80	-4.20	16.0
Organische klei		-4.20	-5.10	12.2
Siltige klei		-5.10	-6.10	15.1
Veen		-6.10	-8.50	10.7

Vak Breed-2

Grondopbouw				
Sondering	HB49			
Grondsoort		Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_{di})
[-]		[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]
Zand		-3.80	-4.00	16.0
Siltige klei		-4.00	-6.50	15.1

Vak Rio-1

Grondopbouw				
Sondering	39			
Grondsoort		Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_{di})
[-]		[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]
Siltige klei		-4.50	-5.70	15.1
Organische klei		-5.70	-6.20	12.2
Veen		-6.20	-8.50	10.7

BIJLAGE B OPBARST-BEREKENING VAK SMAL-1

Opbarsten Invoer & Uitvoer

Opbarsten volgens artikel 10.2 Bezijden door opdrijven conform NEN 9997-1 (UPL)

Design & Consultancy
for natural and
built assets

Opdrachtgever:

Projectomschrijving:

Projectleider:

Geotechnisch Specialist:

Gecontroleerd door:

Projectnr:

Gemeente Urk

Bouwrijp maken Bedrijventerrein

Blad 1

Datum: 12-mei-21

Uitgangspunten en invoergegevens**Niveau's**

Maaiveldniveau (h_m)	-3.80	NAP meter
Onderkant afsluitende laag (h_a)	-8.50	NAP meter
Stijghoogte in zandlaag (h_s)	-4.20	NAP meter

Afmetingen bouwput

Bodem watergang/bouwput (h_b)	-6.90	NAP meter
Breedte watergang/bouwput (b_{wb})	2.00	meter
Breedte van het talud (a)	13.60	meter

Situatie/bouwwijze

Water in watergang of bouwput?	ja	ja/nee
Waterstand watergang/bouwput (h_w)	-5.70	NAP meter
Toepassing van onderwaterbeton	nee	ja/nee
Dikte onderwaterbeton (d_{ob})	0.00	meter
Gewicht onderwaterbeton (γ_{ob})	0.0	kN/m ³
Situatie opbarsten	2	-D

Grondopbouw

Sondering	17		
Grondsoort	Bovenkant laag (h_b)	Onderkant laag (h_a)	Volumiek gewicht (γ_a)
	[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]
Zand	-3.80	-4.50	16.0
Siltige klei	-4.50	-5.30	15.1
Organische klei	-5.30	-6.30	12.2
Veen	-6.30	-8.50	10.7

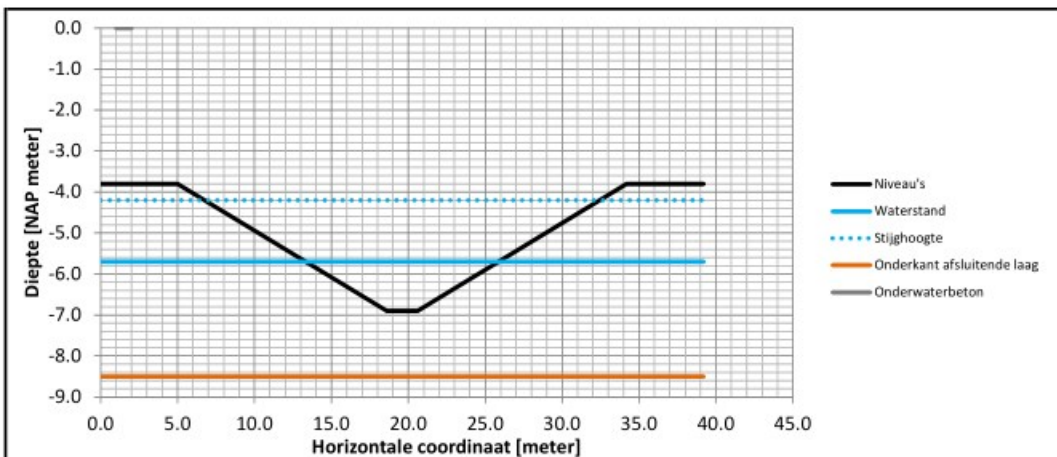
Gegevens water

Volumiek gewicht	9.81	kN/m ³
------------------	------	-------------------

Berekening

Partiele factor gunstige belasting ($\gamma_{G,stab}$)	0.9	-
Partiele factor ongunstige belasting ($\gamma_{G,inst}$)	1.0	-

Partiele materiaalfactor (γ_f)	1.0	-
Tabel A.2/A.15 NEN 9997-1+C1:2012		

Dwarsprofiel**Uitvoer****Weerstand biedende blijvende verticale belasting (G_{stab})**

Gronddruk 1-D (G_{stab1})	0.0	kN/m ²
Gronddruk incl. taluds 2-D (G_{stab2})	18.3	kN/m ²
Gronddruk incl. taluds 3-D (G_{stab3})	0.0	kN/m ²
Waterdruk in watergang/bouwput (G_{stabw})	11.8	kN/m ²
Druk onderwaterbeton in bouwput (G_{stabob})	0.0	kN/m ²
Waterdruk en onderwaterbeton ($G_{stabw+ob}$)	0.0	kN/m ²
Totaal G_{stab}	30.0	kN/m²

Aandrijvende blijvende belasting (V_{aet})

Totaal V_{aet}	42.2	kN/m ²
------------------	------	-------------------

Toets op opbarsten ($V_{aet,d} \leq G_{stab,d}$)

Rekenwaarde aandrijvend ($V_{aet,d}$)	42.2	kN/m ²
Rekenwaarde weerstand ($G_{stab,d}$)	27.0	kN/m ²
Veiligheidsfactor	0.64	-
Voldoet	nee	ja/nee

Aandachtspunten voor de beoordeling van het risico van opbarsten bij bouwputten :

- de stijghoogte in de zandlaag moet bepaald zijn op basis van frequente metingen van de grondwaterstand over enkele jaren
- de grondopbouw moet bepaald zijn op basis van voldoende grondonderzoek (en bij voorkeur laboratoriumonderzoek)
- voor de uitvoering zijn geen partiële factoren gedefinieerd, vaak wordt voor $\gamma_{G,stab}$ een waarde aangehouden van 0,95/1,0
- conform paragraaf 2.4.7.4 dienen de toets op opbarsten te worden uitgevoerd (NEN 9997-1+C1:2012)
- de opwaartse waterdruk is gedefinieerd als $G_{aet,d}$, een veranderlijke belasting ($Q_{aet,d}$) is niet van toepassing (partiele factor veranderlijke belasting is 1.5)

COLOFON

OPBARST-ADVIES BEDRIJVENTERREIN URK

KLANT

Gemeente Urk

AUTEUR

[REDACTED]

ONZE REFERENTIE

BIM360Docs

DATUM

9 juni 2022

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

[REDACTED]

Senior Specialist Geotechniek

VRIJGEGEVEN DOOR

[REDACTED]

Senior Projectleider

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland

[REDACTED]

www.arcadis.com