

OPBARST-ADVIES ZEEHELDENWIJK NOORD

Gemeente Urk

23 JULI 2019



Contactpersonen

RIK BISSCHOP
Senior Specialist Geotechniek

M +31 (0) 6 27061397
E rik.bisschop@arcadis.com

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

Versiebeheer en interne controle

Versie	Datum	Documentcode	Status	Opmerkingen
0.1	23-07-2019	083964362	Concept	-

INHOUDSOPGAVE

1	ALGEMEEN	5
1.1	Achtergrond	5
1.2	Doelstelling	7
1.3	Werkzaamheden	7
1.4	Leeswijzer	7
2	UITGANGSPUNTEN	8
2.1	Dwarsprofielen	8
2.2	Waterpeil	8
2.3	Geotechnische uitgangspunten	9
2.3.1	Grondopbouw	9
2.3.2	Volumiek gewicht grond	10
2.4	Stijghoogte	13
2.5	Vak indeling waterpartijen Zeeheldenwijk	14
2.6	Uitgangpunten overzicht	15
3	BEREKENINGEN	17
3.1	Bezwijken door opbarsten conform Eurocode 7	17
3.2	Maatregelen	17
3.3	Resultaten	18
3.4	Uitvoering	20
4	OPBARST-ADVIES	22
4.1	Vakken G01 t/m G03-1 en vak G04 met bodem waterpartij op NAP -7,7 m	22
4.2	Vakken G03-2, G03-3 en vak G04 met bodem waterpartij op NAP -6,9 m	22
4.3	Optimalisatiemogelijkheden	22
5	BIJLAGES	24

COLOFON	31
----------------	-----------

1 ALGEMEEN

1.1 Achtergrond

In de komende jaren wordt in de Gemeente Urk de nieuwe woonwijk Zeeheldenwijk gerealiseerd. In deze woonwijk worden tot 2035 tenminste 1500 nieuwe woningen gebouwd. De nieuwe wijk is gelegen tussen de Urkervaart en de Domineesweg, te Urk. In Figuur 1 is het voorlopig stedenbouwkundig plan van fase 1 en 3 van de Zeeheldenwijk te zien.

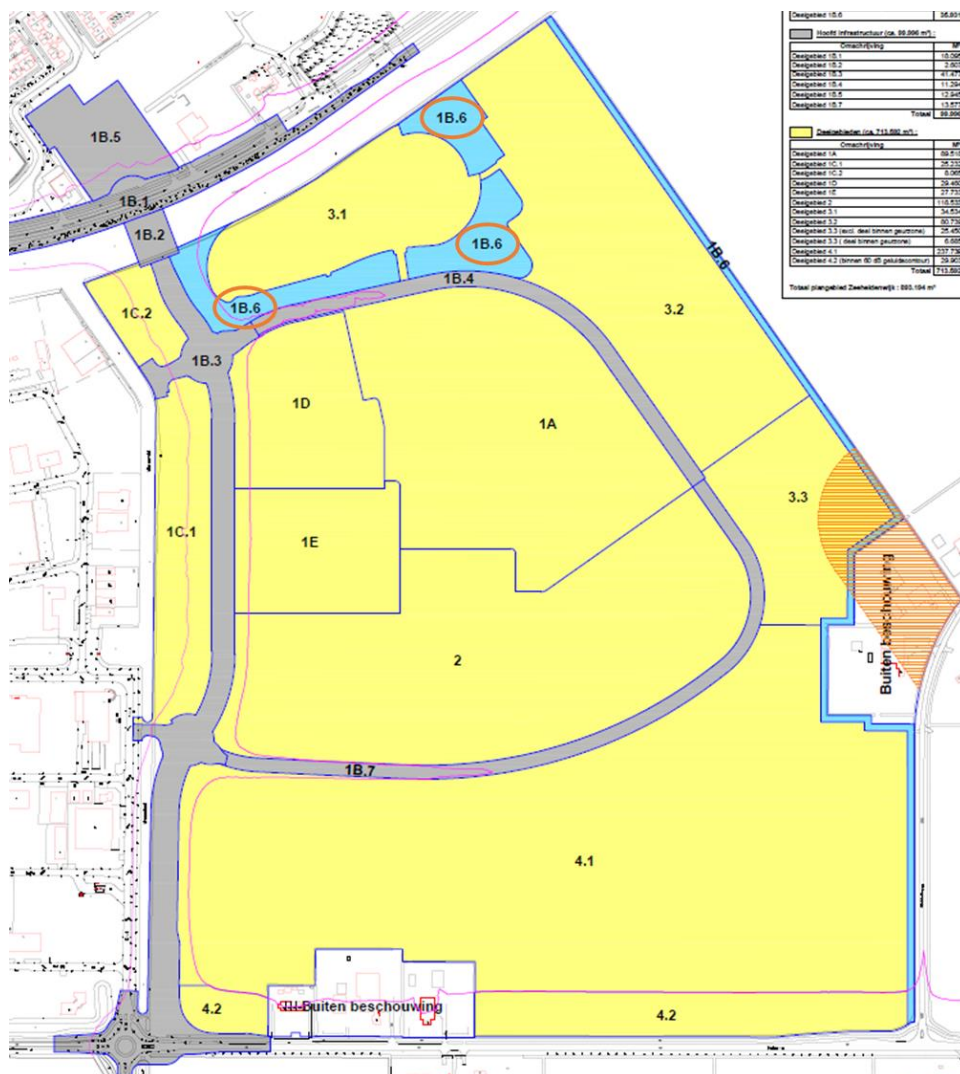


Figuur 1 Stedenbouwkundig plan Zeeheldenwijk, fases 1 en 3¹

Het gebied waar het bestemmingsplan Zeeheldenwijk is gesitueerd, betreft een zettingsgevoelig gebied met hoge archeologische verwachtingen. Voordat de bouw van de nieuwe woonwijk kan worden gestart, moet het gebied bouwrijp gemaakt worden. Ingenieursbureau Boorsma heeft in samenwerking met adviesbureau Cicom & Copier opbarst-berekeningen uitgevoerd voor de toekomstige waterpartij in de Zeeheldenwijk. Aan de hand van deze berekeningsresultaten is door ingenieursbureau Boorsma en adviesbureau Cicom & Copier een opbarst-advies opgesteld, waarin verschillende maatregelen tegen opbarsten zijn geadviseerd. Gemeente Urk verwacht dat deze opbarst-berekeningen geoptimaliseerd kunnen worden en heeft Arcadis gevraagd deze optimalisatie uit te voeren. Hierbij is opnieuw een opbarst-advies uitgewerkt door Arcadis.

Dit rapport geeft het opbarst-advies over de toekomstige waterpartijen in het noorden van de Zeeheldenwijk, welke worden verbonden met de bestaande Urkervaart. De betreffende waterpartijen in de Zeeheldenwijk zijn de drie oranje omcirkelde fases 1B.6 in Figuur 2. In Figuur 3 zijn deze toekomstige waterpartijen nogmaals weergegeven en verdeeld in de vakken G01, G02, G03 en G04. Het advies gaat niet in op aanleg van de waterpartij aan de oostelijke zijde van de toekomstige Zeeheldenwijk.

¹ In de figuur is de ligging van de infrastructuur en het bouwplan weergegeven van de Zeeheldenwijk. De ligging van de waterpartijen is gewijzigd, zie Figuur 2 en 3.



Figuur 2 Locatie toekomstige waterpartijen Zeelandse Waterpartijen



Figuur 3 Waterpartijen Zeelandse Waterpartijen

1.2 Doelstelling

Bij het uitgraven van de waterpartijen 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 wordt het gewicht van de grond op de ondoorlatende laag verminderd en 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;
- opstellen grondonderzoekplan peilbuizen voor de bepaling van de stijghoogte (zie Bijlage C: memo "Uitvraag peilbuismetingen Zeeheldenwijk" Arcadis d.d. juni 2019);
- opbarst-berekeningen voor zowel de eindsituatie als de uitvoeringssituatie:
 - G01: opbarst-berekeningen voor één waterdiepte en twee verschillende grondprofielen;
 - G02: opbarst-berekeningen voor twee verschillende waterdieptes en twee verschillende grondprofielen;
 - G03: opbarst-berekeningen voor twee verschillende waterdieptes en twee verschillende grondprofielen;
 - G04: opbarst-berekeningen voor twee verschillende waterdieptes en twee verschillende grondprofielen;

1.4 Leeswijzer

De uitgangspunten voor dit advies zijn beschreven in hoofdstuk 2. In dit hoofdstuk is ingegaan op de algemene uitgangspunten (waterpeil, stijghoogte, etc.). 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 een aantal rapporten die reeds eerder verschenen zijn:

- “Geotechnisch advies Bouwrijpmaken Schokkerhoek – Nota van uitgangspunten” Ingenieursbureau Boorsma BV d.d. januari 2019;
- “Geotechnisch advies Bouwrijpmaken Schokkerhoek – Zettingsberekeningen” Ingenieursbureau Boorsma BV d.d. maart 2019;
- “Geotechnisch advies Bouwrijpmaken Schokkerhoek – Opbarstberekening” Ingenieursbureau Boorsma BV d.d. maart 2019;
- “Grondonderzoeksplan – Ontwikkellocatie Schokkerhoek” Royal HaskoningDHV d.d. januari 2018;
- “Resultaten Grondonderzoek – Ontwikkeling Schokkerhoek” Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV d.d. 19 maart 2019.
- “Landmeetkundige metingen – maaiveld situatie Schokkerhoek” Gemeente Urk d.d. juli 2018;
- “X-URK-ARC-S-00-M2-CE-BS-DWP-T.B.V. Opbarsting_v1” Arcadis Nederland BV d.d. juni 2019;
- “Indeling deelgebieden – Zeeheldenwijk” Gemeente Urk d.d. mei 2019;
- “Planning BRM F1 Schokkerhoek” Gemeente Urk d.d. mei 2019;
- “Grondwatermonitoring put B20F0054” DINOloket d.d. juni 2019;
- “Uitvraag peilbuismetingen Zeeheldenwijk” Arcadis d.d. juni 2019.

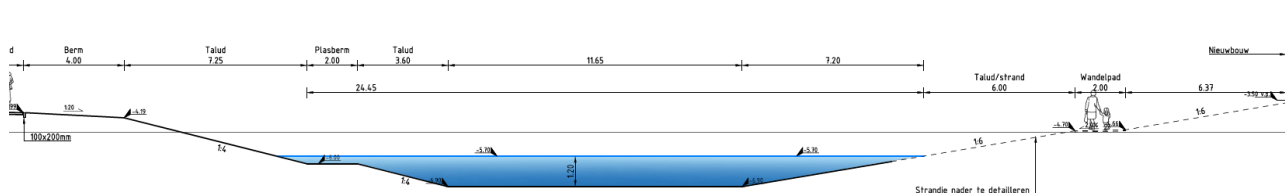
Ten aanzien van de uitgangspunten zijn de volgende aspecten behandeld:

- dwarsprofielen;
- waterpeil;
- geotechnische uitgangspunten
- stijghoogte;
- vak indeling waterpartijen Zeeheldenwijk.

2.1 Dwarsprofielen

De waterpartijen zijn opgedeeld in vier vakken, gebaseerd op de toekomstige waterdiepte en geometrie van de waterpartijen (zie Figuur 3): G01, G02, G03 en G04. Elk vak wordt gekenmerkt door een specifiek dwarsprofiel (zie Bijlage A). Het principe dwarsprofiel van vak G01 is weergegeven in Figuur 4. 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.

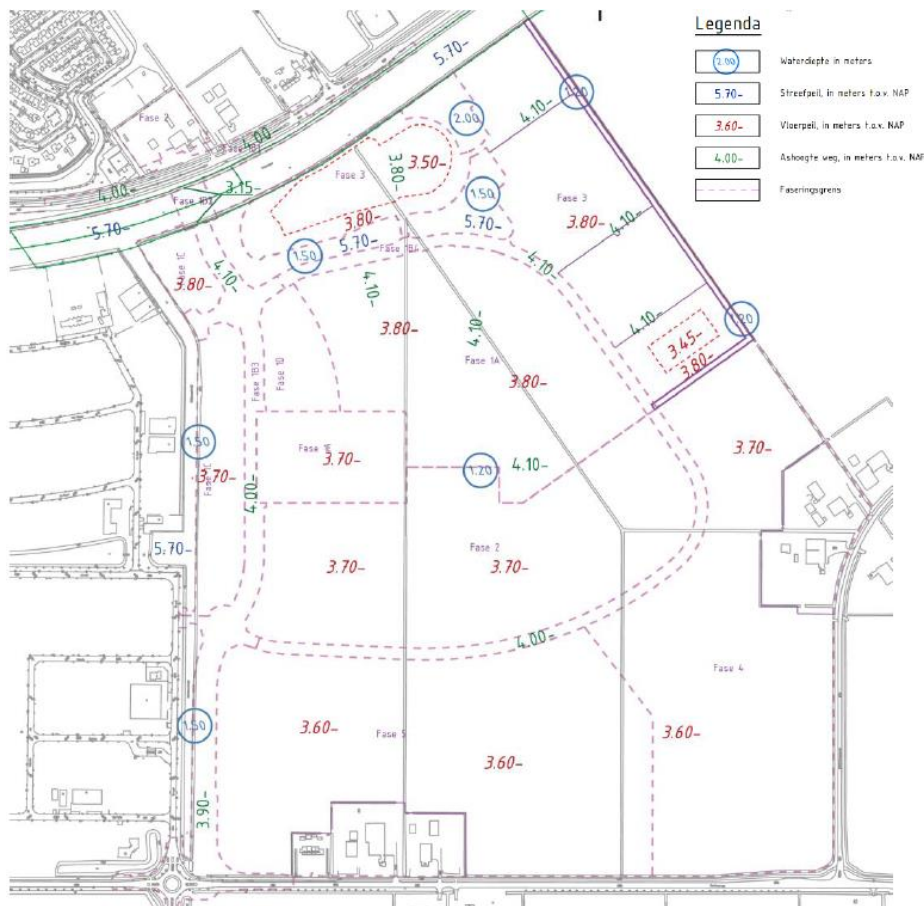
Voor de vakken G02, G03 en G04 zijn twee bodemniveaus van de waterpartij in het dwarsprofiel gegeven. Voor beide bodemniveaus zijn opbarst-berekeningen uitgevoerd.



Figuur 4 Principe dwarspofiel vak G01

2.2 Waterpeil

In het gehele gebied Zeeheldenwijk is volgens het peilenplan in Figuur 5 het streefpeil NAP -5,7 m, gelijk aan het streefpeil van de Urkervaart. Volgens “Grondonderzoeksplan – Ontwikkellocatie Schokkerhoek” van Royal HaskoningDHV is dit een constant waterpeil. In de opbarst-berekeningen is het waterpeil in de waterpartijen op NAP -5,7 m aangehouden.



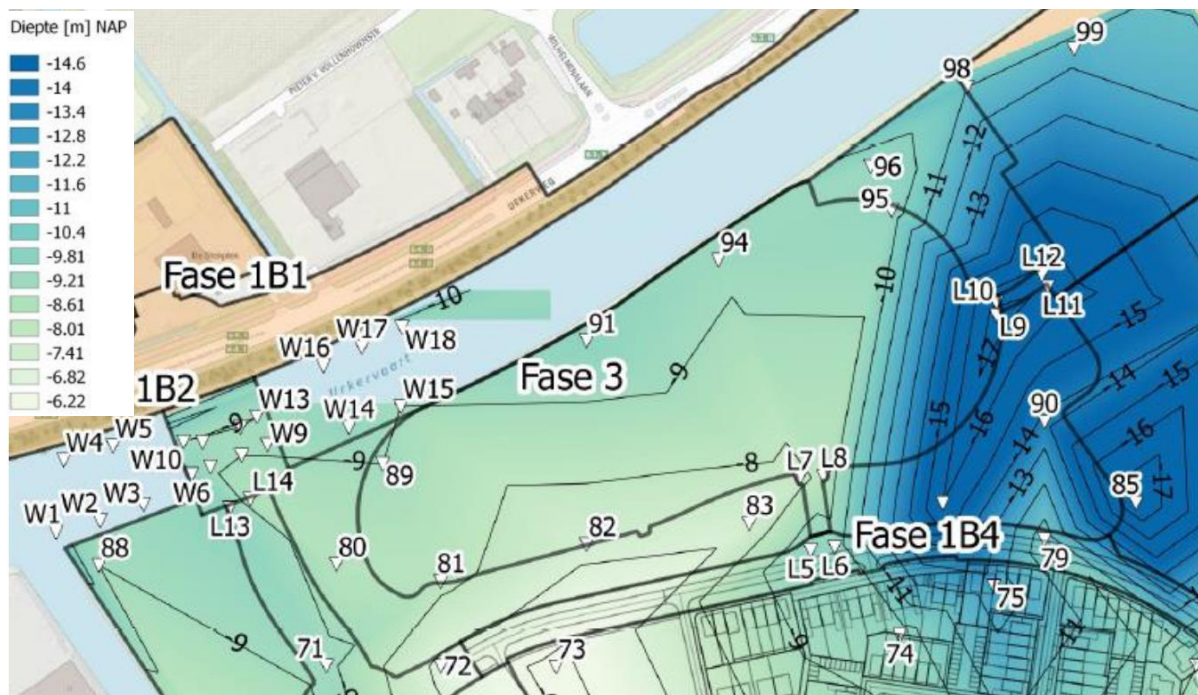
Figuur 5 Peilenplan Zeeheldenwijk

2.3 Geotechnische uitgangspunten

Voor het opstellen van dit opbarst-advies is een grondonderzoek uitgevoerd door Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV. Dit grondonderzoek is uitgevoerd ter plaatse van Zeeheldenwijk en bestond uit sonderingen, boringen en laboratoriumonderzoek. De resultaten van het onderzoek zijn verzameld in het rapport "Resultaten Grondonderzoek – Ontwikkeling Schokkerhoek" d.d. 19 maart 2019.

2.3.1 Grondopbouw

In het grondonderzoek zijn voor elk vak meerdere sonderingen beschikbaar. Een overzicht van de diepte van de bovenkant van het watervoerende pakket (eerste zandlaag) is weergegeven in Figuur 6. Opvallend is het blauwgekleurde gebied in het noordoosten van de Zeeheldenwijk, waar de bovenkant van het watervoerend pakket relatief diep ligt. In dit gebied bevindt zich een relatief dik ondoorlatend pakket.



Figuur 6 Diepte bovenkant eerste zandlaag Zeeheldenwijk

Per vak is de maatgevende sondering gebruikt 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 4. 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 B.

De grondopbouw in de Zeeheldenwijk varieert sterk en bevat lokaal een relatief dikke ondoorlatende deklaag. Op bepaalde locaties is op basis van de sonderingen en boringen niet goed vast te stellen of lagen klei of veen betreffen. Bij twijfelgevallen (vanaf wrijvingsgetal > 5%) is de grondlaag als veen gemodelleerd. Veen heeft een lager volumiek gewicht dan klei, hetgeen een conservatieve aanname betreft.

2.3.2 Volumiek gewicht grond

In de bepaling van de grondopbouw in de Zeeheldenwijk (op basis van CUR162, Eurocode 7 en ervaringsgegevens) is onderscheid gemaakt tussen vier verschillende grondtypes; zand, siltige klei, organische klei en veen. Voor de bepaling van het volumiek gewicht van deze grondtypes is uitgegaan van twee laboratoriumonderzoeken. Door ingenieursbureau Lankelma is in het rapport "Resultaten Grondonderzoek – Ontwikkeling Schokkerhoek" laboratoriumonderzoek uitgevoerd en door ingenieursbureau Wiertsema & Partners waarvan de resultaten in bijlage 2 van het rapport "Geotechnisch advies Bouwrijpmaken Schokkerhoek – Zettingsberekeningen" zijn gepresenteerd. In deze laboratoriumonderzoeken is het volumiek gewicht van de grond uit boringen bepaald.

De resultaten van de bepaalde volumieke gewichten van siltige klei, organische klei en veen zijn verzameld in Tabel 1, Tabel 2 en Tabel 3. De gemeten volumieke gewichten zijn op basis van de grondbeschrijving in dit opbarst-advies geclassificeerd naar grondtype. De oranje gekleurde waarden in Tabel 1 en Tabel 2 zijn op basis van het wrijvingsgetal geclassificeerd naar grondtype, waar de grondbeschrijving een onjuiste uitkomst bood. Vervolgens is voor elk grondtype het gemiddelde volumiek gewicht berekend. Met behulp van een variatiecoëfficiënt van 0,05 (Eurocode 7) is daarbij de karakteristieke waarde van het volumieke gewicht bepaald. De karakteristieke waarden van het volumiek gewicht van siltige klei, organische klei en veen zijn gebruikt in de opbarst-berekeningen respectievelijk 15,1 kN/m³, 12,2 kN/m³ en 10,7 kN/m³. Deze waarden worden ook gevonden wanneer alleen de volumieke gewichten beneden het bodemniveau van de waterpartij worden gebruikt.

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 Eurocode 7 (karakteristieke waarden

van grondeigenschappen). Voor zand 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. Dit zijn conservatieve waarden, want deze waarden zijn niet groter dan de laagste volumieke gewichten voor zand in tabel 2.b van de Eurocode 7.

Tabel 1 Volumieke gewichten siltige klei

Grondbeschrijving	Rapport	Boring	Diepte [m – mv]	Dichtheid γ_{nat} [kN/m ³]
Klei, zwak zandig, plantenresten	Lankelma	B78	3,10	14,3
Klei, zwak zandig	Lankelma	B78	3,70	17,2
Klei, zwak zandig, plantenresten	Lankelma	B95	1,20	13,1
Klei, sterk zandig, matig humeus	Lankelma	B100	6,30	13,2
Klei, uiterst siltig, matig humeus	Wiertsema & Partners	B3	0,17	16,8
Klei, matig zandig, matig humeus	Wiertsema & Partners	B3	1,20	14,3
Klei, uiterst siltig, matig humeus	Wiertsema & Partners	B7	0,20	18,4
Klei, matig siltig	Lankelma	B43	1,00	17,7
Gemiddelde [kN/m³]				15,6
Variatiecoëfficiënt	Eurocode 7			0,05
Karakteristieke waarde [kN/m³]				15,1

Tabel 2 Volumieke gewichten organische klei

Grondbeschrijving	Rapport	Boring	Diepte [m – mv]	Dichtheid γ_{nat} [kN/m ³]
Klei, zwak siltig, matig humeus	Lankelma	B1	1,60	12,7
Klei, zwak siltig, zwak humeus	Lankelma	B42	0,60	11,4
Klei, matig siltig, plantenresten	Lankelma	B88	2,70	14,0
Klei, matig siltig, plantenresten	Lankelma	B88	3,70	12,0
Klei, matig siltig, zwak humeus	Lankelma	B95	2,95	13,8

Klei, matig siltig, zwak humeus	Lankelma	B95	3,45	13,9
Klei, zwak siltig, zwak humeus	Lankelma	B95	3,95	12,1
Klei, sterk siltig, zwak humeus	Lankelma	B95	4,45	13,3
Klei, sterk siltig, zwak humeus	Lankelma	B100	3,30	11,3
Klei, zwak siltig, matig humeus	Lankelma	B100	4,30	11,4
Klei, matig siltig, matig humeus	Lankelma	B100	5,30	11,8
Klei, zwak zandig, matig humeus	Lankelma	B95	1,95	11,9
Gemiddelde [kN/m³]				12,5
Variatiecoëfficiënt	Eurocode 7			0,05
Karakteristieke waarde [kN/m³]				12,2

Tabel 3 Volumieke gewichten veen

Grondbeschrijving	Rapport	Boring	Diepte [m – mv]	Dichtheid γ_{nat} [kN/m³]
Veen, mineraalarm	Lankelma	B1	2,80	10,1
Veen, mineraalarm	Lankelma	B1	4,60	10,5
Veen, mineraalarm	Lankelma	B42	1,10	10,0
Veen, zwak kleilig, matig humeus, zandlaagjes	Lankelma	B43	1,90	12,9
Veen, mineraalarm	Lankelma	B43	3,00	10,4
Veen, mineraalarm	Lankelma	B78	2,00	11,0
Veen, mineraalarm	Lankelma	B78	2,45	10,2
Veen, zwak zandig, matig hout	Lankelma	B88	0,70	10,1
Veen, mineraalarm	Lankelma	B88	1,70	10,4
Veen, mineraalarm	Lankelma	B89	1,20	9,7

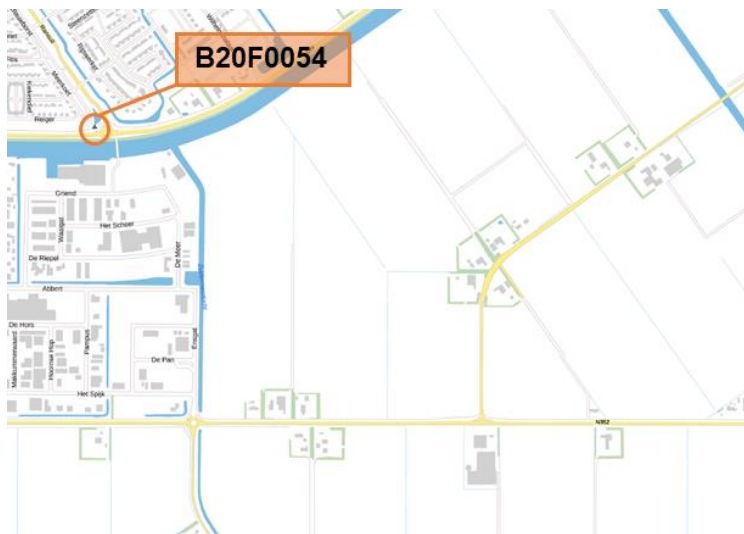
Veen, zwak zandig	Lankelma	B89	1,70	11,3
Veen, mineraalarm	Lankelma	B89	2,70	10,1
Veen, zwak kleiig	Lankelma	B89	4,20	10,7
Veen, sterk zandig	Lankelma	B100	2,30	13,0
Veen, sterk kleiig	Wiertsema & Partners	B38	2,14	12,2
Veen, mineraalarm	Wiertsema & Partners	B75	3,15	11,4
Veen, zwak kleiig	Wiertsema & Partners	B75	4,09	11,3
Veen, zwak kleiig	Wiertsema & Partners	B75	5,02	11,2
Veen, zwak kleiig	Wiertsema & Partners	B75	6,30	11,4
Gemiddelde [kN/m³]				10,9
Variatiecoëfficiënt	Eurocode 7			0,05
Karakteristieke waarde [kN/m³]				10,7

2.4 Stijghoogte

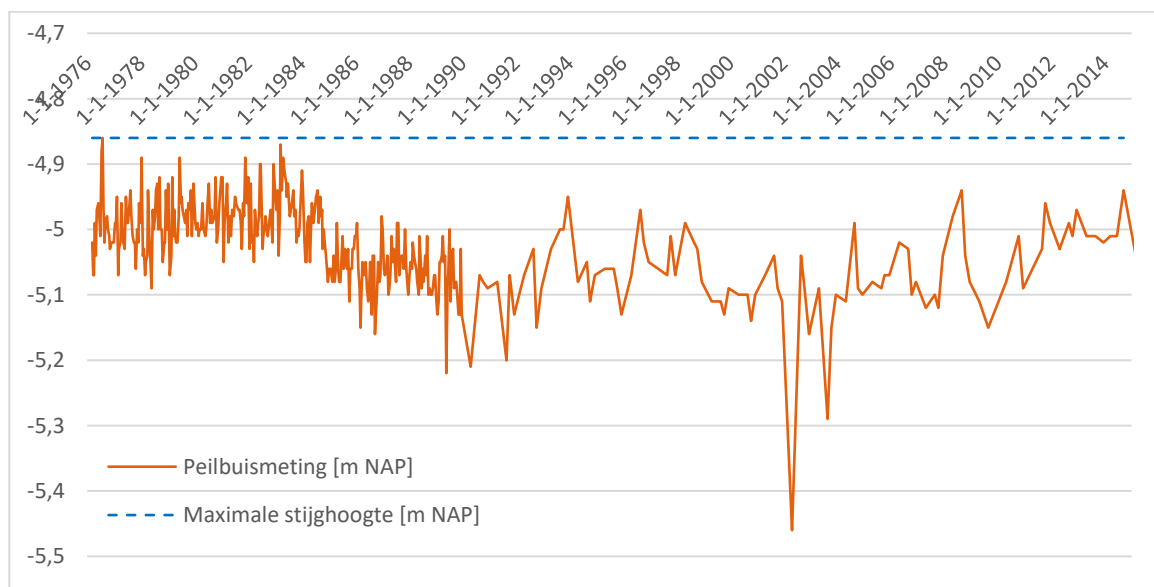
De stijghoogte in het watervoerende pakket ter plaatse van de Zeeheldenwijk is onbekend, omdat er geen peilbuismetingen in het projectgebied beschikbaar zijn. Er is in dit opbarst-advies onderzoek gedaan naar de beschikbare stijghoogte gegevens in de omgeving van de Zeeheldenwijk en er zijn verschillende bronnen beschikbaar. In het DINOloket zijn peilbuismetingen aan de noordzijde van de Urkervaart beschikbaar, over een periode van 40 jaar. Volgens het “Geotechnisch advies Bouwrijpmaken Schokkerhoek – Opbarstberekening” van ingenieursbureau Boorsma zijn er tevens peilbuismetingen beschikbaar in de Oranjewijk, ook ten noorden van de Urkervaart. Verder heeft ingenieursbureau Boorsma de stijghoogte in Zeeheldenwijk berekend vanaf de primaire kering van het IJsselmeer en zijn in het “Resultaten Grondonderzoek – Ontwikkeling Schokkerhoek” van ingenieursbureau Lankelma de stijghoogtes in de boringen gemeten.

Het blijkt dat de maximale stijghoogte nabij Zeeheldenwijk in deze bronnen wordt gevonden in de peilbuismeting van put B20F0054 van het DINOloket. De locatie van put B20F0054 is weergegeven in Figuur 7. De peilbuismetingen in het eerste watervoerende pakket (zandlaag ongeveer tussen NAP -9 m en NAP -17 m) van put B20F0054 is weergegeven in Figuur 8. De maximale stijghoogte in deze peilbuismeting over een periode van 40 jaar is NAP -4,85 m en deze waarde is als uitgangspunt gehanteerd in de opbarst-berekeningen. Mogelijk is dit een conservatieve waarde, omdat deze peilbuis zich op enige afstand van de Zeeheldenwijk bevindt en het de verwachting is dat de stijghoogte richting de Zeeheldenwijk afneemt.

Om deze maximale stijghoogte te valideren, wordt er geadviseerd om peilbuismetingen uit te voeren in de Zeeheldenwijk aan de zuidzijde van de Urkervaart. Hiermee wordt een ruimtelijk beeld verkregen van de stijghoogte en kan het risico op opbarsten realistischer worden ingeschat. Daarnaast is het aannemelijk dat de stijghoogte in de eerste zandlaag in het projectgebied mogelijk lager is dan waarvan nu is uitgegaan, gezien het feit dat deze laag mogelijk direct in contact staat met de Urkervaart. Op sommige locaties zal dit het geval zijn. Mogelijk wordt door aanslibbing dit effect echter beperkt. In Bijlage C zijn de specificaties voor de aanvullende peilbuismetingen Zeeheldenwijk bijgevoegd (“Uitvraag peilbuismetingen Zeeheldenwijk” Arcadis d.d. juni 2019).



Figuur 7 Locatie put B20F0054 (DINOloket)



Figuur 8 Peilbuismetingen put B20F0054, filter 1 (DINOloket)

2.5 Vak indeling waterpartijen Zeelandenwijk

In dit opbarst-advies is op basis van de toekomstige waterdiepte en de grondopbouw een vak indeling ter plaatse van de waterpartij gemaakt. 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 is weergegeven in Figuur 9.

Voor ieder vak zijn opbarst-berekeningen gemaakt en is er advies gegeven over eventuele (opbarst)-maatregelen. De grenzen van de vak indeling zijn vlak langs de maatgevende sonderingen gekozen. Dit is een conservatieve aanname. Wanneer er extra sonderingen worden uitgevoerd, is het mogelijk om de exacte locatie van de grenzen van de vakken te optimaliseren.



Figuur 9 Vak indeling waterpartijen Zeeheldenwijk

2.6 Uitgangspunten overzicht

In Tabel 4 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 waterpartij. Opvallend is dat het bodemniveau van de waterpartij in de vakken G01-2 en G02-1 lager ligt dan de onderkant van de ondoorlatende laag van de maatgevende sondering. Dit betekent dat zonder maatregelen in deze vakken kwel zal optreden in de waterpartij doordat de waterpartij hier in direct contact zal komen met de onderliggende zandlaag. Mogelijk wordt dit effect op termijn beperkt door aanslibbing.

Tabel 4 Uitgangspunten overzicht

Vak	Sonderingen in gebied	Maatgevende sondering	Onderkant deklaag [m NAP]	Bodem waterpartij [m NAP]	Dikte deklaag [m]
G01-1	71, 80, 89, L13, L14	80	-8,2	-6,9	1,3
G01-2	71, 72, 81	72	-6,8	-6,9	-
G02-1	72, 73, 81, 82, 113	73	-5,7	-6,7	-
G02-1	72, 73, 81, 82, 113	73	-5,7	-6,9	-
G02-2	83, 114, L05, L07	83	-7,4	-6,7	0,7
G02-2	83, 114, L05, L07	83	-7,4	-6,9	0,5
G03-1	L06, L08	L08	-8,1	-6,9	1,2
G03-1	L06, L08	L08	-8,1	-7,7	0,4
G03-2	75, 79, 84, 85	79	-10,5	-6,9	3,6

G03-2	75, 79, 84, 85	79	-10,5	-7,7	2,8
G03-3	90, L09 - L12	90	-13,8	-6,9	6,9
G03-3	90, L09 - L12	90	-13,8	-7,7	6,1
G04	95, 96, 98	96	-9,2	-6,9	2,3
G04	95, 96, 98	96	-9,2	-7,7	1,5

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 10 gebruikt (Eurocode 7).

Belasting	Symbool	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 10 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.

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

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 waterpartijen en de taluds er geen 2D-effecten spelen. Er zijn daarom alleen 1D-opbarst-berekeningen gemaakt.

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. 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. De volgende maatregelen 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. Het is mogelijk dat kwel onwenselijk is vanwege de waterkwaliteit. Dit zal (in overleg met het waterschap) nader onderzocht moeten worden. Bij eventuele toepassing van deze

maatregel is het belangrijk om per vak uit te gaan van de maximale dikte van de deklaag. De opbarst-berekeningen zijn namelijk gebaseerd op het hoogste niveau van de onderkant ondoorlatende laag per vak.

Verder is het mogelijk om een grondverbetering met zand toe te passen. Op deze wijze wordt de bovenste laag van de waterbodembodem 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 hiervan 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. Daarnaast is het in de praktijk lastig om de klei op de waterbodembodem 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 klei van $\gamma_{\text{ver}} = 15 \text{ kN/m}^3$ en van $\gamma_{\text{ver}} = 16 \text{ kN/m}^3$. De benodigde grondverbetering met klei is voor beide waarden bepaald, omdat het volumiek gewicht van klei in de praktijk afhankelijk is van de kwaliteit.

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.

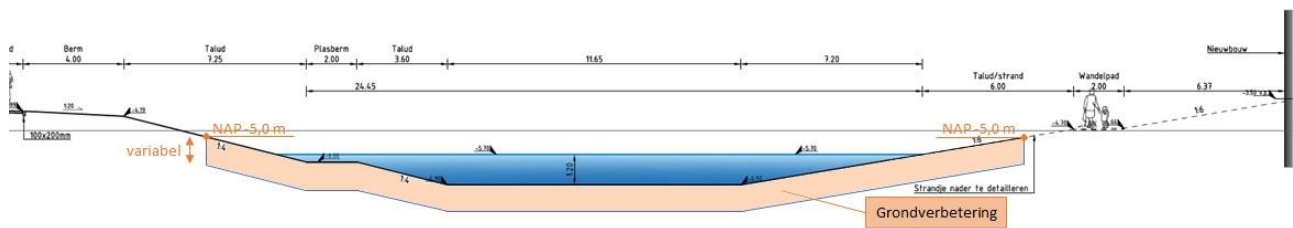
3.3 Resultaten

In Tabel 5 en Tabel 6 zijn de resultaten van de opbarst-berekeningen per vak weergegeven. In de tabellen is allereerst de onderkant van de ondoorlatende laag en de bodem van de waterpartij uit Tabel 4 gegeven. In Tabel 5 is voor ieder vak de veiligheidsfactor met betrekking tot opbarsten gegeven. Opvallend is dat geen enkel vak zonder maatregelen bestand is tegen het opbarsten van de bodem. In Bijlage D is de uitvoer van de opbarst-berekening voor vak G01-1 toegevoegd.

In Tabel 5 zijn tevens de resultaten van de eventuele grondverbetering met zand gegeven. Hierbij is het van belang dat de resterende ondoorlatende deklaag minstens 0,5 m dik is, om zijn ondoorlatende functie te behouden en om eventuele variaties in het niveau hiervan op te vangen. De vakken G03-2, G03-3 en vak G04 met een bodemniveau van de waterpartij op NAP -6,9 m, zijn bestand tegen het opbarsten van de bodem wanneer er een grondverbetering met zand wordt toegepast. Voor deze vakken is de minimale dikte van de grondverbetering berekend, zodat de waterpartij juist bestand is tegen opbarsten van de bodem. De overige vakken zijn ook met een grondverbetering bestaande uit zand niet bestand tegen opbarsten van de bodem.

Wanneer de grondverbetering met zand niet voldoende is om opbarsten te voorkomen, kan er gekozen worden om de ondoorlatende lagen af te graven en kwel te accepteren. In Tabel 6 is het ontgravingsniveau van de ondoorlatende lagen weergegeven per vak. Hierbij is uitgegaan van de maximale dikte van de deklaag. Verder zijn in Tabel 6 de resultaten van een grondverbetering met klei en zand in combinatie met folie gegeven. Voor de overige vakken is het minimale niveau van de verbetering berekend, zodat de waterpartij juist bestand is tegen opbarsten van de bodem.

Een principe dwarsprofiel van vak G01 met grondverbetering is weergegeven in Figuur 11. Een grondverbetering moet minimaal tot NAP -5,0 m worden toegepast om opbarsten te voorkomen.



Figuur 11 Principe dwarsprofiel vak G01 met grondverbetering

Tabel 5 Resultaten opbarst-berekeningen 1

Vak	Onderkant deklaag [m NAP]	Bodem waterpartij [m NAP]	Veiligheidsfactor [-]	Min. niveau grondverb. zand [m NAP]	Dikte grondverb. zand [m]	Veiligheidsfactor met grondverb. zand [-]
G01-1	-8,2	-6,9	0,77	-7,7	0,8	0,91
G01-2	-6,8	-6,9	-	-	-	-
G02-1	-5,7	-6,7	-	-	-	-
G02-1	-5,7	-6,9	-	-	-	-
G02-2	-7,4	-6,7	0,64	-6,9	0,2	0,70
G02-2	-7,4	-6,9	0,64	-6,9	0,0	0,64
G03-1	-8,1	-6,9	0,80	-7,6	0,7	0,90
G03-1	-8,1	-7,7	0,71	-	-	-
G03-2	-10,5	-6,9	0,84	-8,3	1,4	1,0
G03-2	-10,5	-7,7	0,81	-9,2	1,5	1,0
G03-3	-13,8	-6,9	0,93	-8,0	1,1	1,0
G03-3	-13,8	-7,7	0,91	-8,9	1,2	1,0
G04	-9,2	-6,9	0,83	-8,1	1,2	1,0
G04	-9,2	-7,7	0,80	-8,7	1,0	0,94

Tabel 6 Resultaten opbarst-berekeningen 2

Vak	Onderkant deklaag [m NAP]	Bodem waterpartij [m NAP]	Niveau ontgr. deklaag [m NAP]	Min. niveau grondverb. klei (15 kN/m³) [m NAP]	Min. niveau grondverb. klei (16 kN/m³) [m NAP]	Min. niveau grondverb. zand + folie [m NAP]
G01-1	-8,2	-6,9	-9,0	-9,5	-9,0	-8,3
G01-2	-6,8	-6,9	-8,1	-9,5	-9,0	-8,3
G02-1	-5,7	-6,7	-8,1	-9,3	-8,8	-8,0
G02-1	-5,7	-6,9	-8,1	-9,5	-9,0	-8,3

G02-2	-7,4	-6,7	-9,7	-9,3	-8,8	-8,0
G02-2	-7,4	-6,9	-9,7	-9,5	-9,0	-8,3
G03-1	-8,1	-6,9	-9,5	-9,5	-9,0	-8,3
G03-1	-8,1	-7,7	-9,5	-10,5	-10,0	-9,2
G03-2	-10,5	-6,9	-	-	-	-
G03-2	-10,5	-7,7	-	-	-	-
G03-3	-13,8	-6,9	-	-	-	-
G03-3	-13,8	-7,7	-	-	-	-
G04	-9,2	-6,9	-	-	-	-
G04	-9,2	-7,7	-11,1	-10,5	-10,0	-9,2

3.4 Uitvoering

Tijdens de uitvoering van een grondverbetering met zand (zonder folieconstructie), is het ook mogelijk dat de waterbodem opbarst, omdat de deklaag in dit geval tijdelijk een kleinere dikte heeft. Daarom is in dit opbarst-advies de uitvoeringssituatie voor deze maatregelen beschouwd. Deze maatregel is alleen geadviseerd voor de vakken G03-2, G03-3 en vak G04 met bodemniveau waterpartij op NAP -6,9 m.

Het opbarsten van de waterbodem is opnieuw getoetst, vlak na het uitgraven van de waterpartij en vlak voor het aanbrengen van het zand. In deze berekening is een partiële factor voor de blijvende belasting van 1,0 aangehouden. Het blijkt dat geen enkel van deze vakken zonder maatregelen bestand is tegen opbarsten van de bodem tijdens de uitvoering. Om opbarsten tijdens de uitvoering te voorkomen, kan de grondverbetering in stroken worden aangebracht of het waterpeil in de waterpartij tijdelijk worden verhoogd. De benodigde afmetingen van de stroken grondverbetering zullen nader moeten worden vastgesteld.

In dit opbarst-advies is per vak het minimale niveau van het waterpeil in de waterpartij tijdens de uitvoering berekend, zodat de waterpartij juist bestand is tegen opbarsten van de bodem. In Tabel 7 zijn de resultaten hiervan weergegeven.

Tabel 7 Minimaal niveau waterpeil tijdens uitvoering

Vak	Onderkant deklaag [m NAP]	Bodem waterpartij [m NAP]	Min. niveau waterpeil [m NAP]
G03-2	-10,5	-6,9	-5,0
G03-2	-10,5	-7,7	-4,9
G03-3	-13,8	-6,9	-5,6
G03-3	-13,8	-7,7	-5,6
G04	-9,2	-6,9	-5,1

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 is opbarsten tijdens de uitvoering niet mogelijk. 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.

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 wordt er per vak een opbarst-advies gegeven. De volgende maatregelen zijn in dit opbarst-advies behandeld:

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

4.1 Vakken G01 t/m G03-1 en vak G04 met bodem waterpartij op NAP -7,7 m

Wanneer kwel vanuit de watervoerende laag in de waterpartij is toegestaan, wordt voor deze vakken geadviseerd om de ondoorlatende deklaag af te graven. Op deze wijze wordt voorkomen dat de ondoorlatende deklaag opbarst en vormt de watervoerende laag (eerste zandlaag) de bodem van de waterpartij. Wanneer dit niet wordt toegestaan, 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. Een overzicht van de resultaten van de opbarst-berekeningen bij deze verbeteringen is gegeven in Tabel 6.

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 G03-2, G03-3 en vak G04 met bodem waterpartij op NAP -6,9 m

Voor deze vakken wordt geadviseerd om een grondverbetering met zand toe te passen. Een overzicht van de resultaten van de opbarst-berekeningen bij deze verbetering is gegeven in Tabel 5. Om opbarsten tijdens de uitvoering van de grondverbetering te voorkomen, kan de grondverbetering in stroken worden aangebracht of het waterpeil in de waterpartij tijdelijk worden verhoogd. De benodigde afmetingen van de stroken grondverbetering zullen nader moeten worden bepaald. Het minimale niveau van het waterpeil per vak tijdens de uitvoering van deze maatregel is gegeven in Tabel 7.

4.3 Optimalisatiemogelijkheden

Het risico op opbarsten zou verder beheerst kunnen worden door in de waterpartij 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.

De grenzen van de vak indeling zijn vlak langs sonderingen gekozen. Wanneer er extra sonderingen worden uitgevoerd, is het mogelijk om de exacte locatie van de grenzen van de vakken te optimaliseren. Optimalisatie van de vak indeling is eventueel mogelijk wanneer er extra sonderingen worden uitgevoerd:

- westelijk van grens tussen G03-1 en G03-3;
- zuidelijk van grens tussen G03-2 en G03-3;
- noordelijk van grens tussen G03-3 en G04.

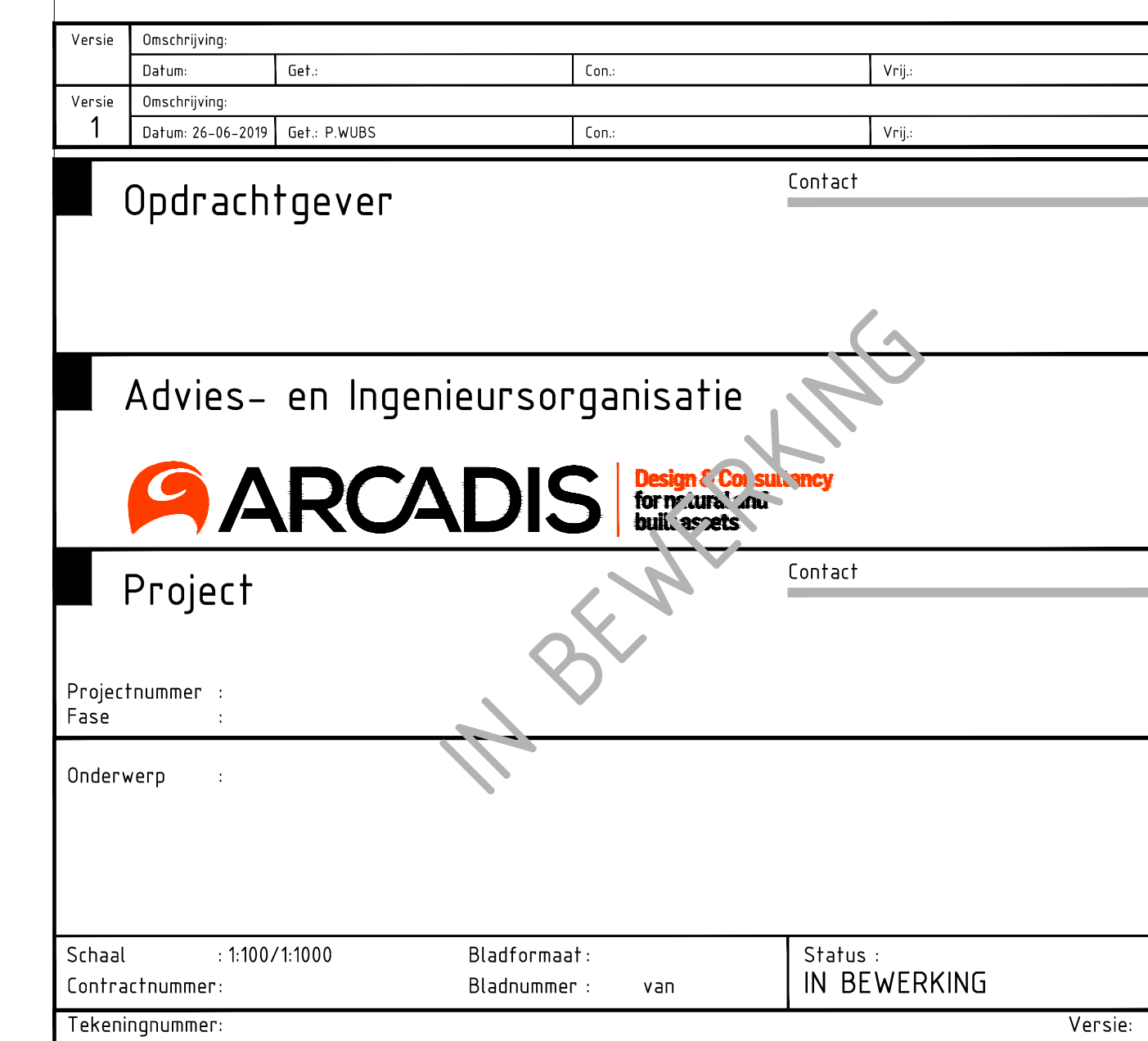
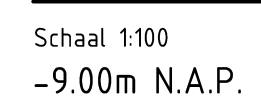
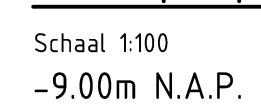
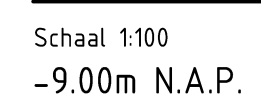
Om de maximale stijghoogte te valideren, wordt er geadviseerd om peilbuismetingen uit te voeren in de Zeeheldenwijk aan de zuidzijde van de Urkervaart. Hiermee wordt een ruimtelijk beeld verkregen van de stijghoogte en kan het risico op opbarsten realistischer worden ingeschat. Daarnaast is het aannemelijk dat de stijghoogte in de eerste zandlaag in het projectgebied mogelijk lager is dan waarvan nu is uitgegaan, gezien het feit dat deze laag mogelijk direct in contact staat met de Urkervaart. In Bijlage C zijn de

specificaties voor de aanvullende peilbuismetingen Zeeheldenwijk bijgevoegd (“Uitvraag peilbuismetingen Zeeheldenwijk” Arcadis d.d. juni 2019).

Eventueel is het mogelijk om in samenwerking met Arcadis het opbarst-advies Zeeheldenwijk te optimaliseren aan de hand van de aanvullende sonderingen en peilbuismetingen.

5 BIJLAGES

BIJLAGE A DWARSPROFIELEN IN WATERPARTIJEN



BIJLAGE B GRONDOPBOUW PER VAK

Vak G01-1

Grondopbouw				
Sondering	80			
Grondsoort		Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_{di})
[-]		[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]
Zand		-4,20	-4,70	16,0
Siltige klei		-4,70	-5,50	15,1
Veen		-5,50	-5,70	10,7
Veen		-5,70	-7,10	10,7
Organische klei		-7,10	-7,50	12,2
Siltige klei		-7,50	-7,90	15,1
Veen		-7,90	-8,20	10,7

Vak G01-2

Grondopbouw				
Sondering	72			
Grondsoort		Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_{di})
[-]		[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]
Zand		-4,20	-4,50	16,0
Siltige klei		-4,50	-5,20	15,1
Veen		-5,20	-5,70	10,7
Veen		-5,70	-6,80	10,7

Vak G02-1

Grondopbouw				
Sondering	73			
Grondsoort		Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_{di})
[-]		[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]
Zand		-3,90	-4,50	16,0
Organische klei		-4,50	-4,90	12,2
Veen		-4,90	-5,70	10,7

Vak G02-2

Grondopbouw				
Sondering	83			
Grondsoort		Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_{di})
[-]		[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]
Zand		-3,90	-4,60	16,0
Siltige klei		-4,60	-5,30	15,1
Organische klei		-5,30	-5,70	12,2
Organische klei		-5,70	-5,90	12,2
Veen		-5,90	-7,00	10,7
Organische klei		-7,00	-7,40	12,2

Vak G03-1

Grondopbouw				
Sondering	L08			
Grondsoort		Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_{di})
[-]		[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]
Zand		-3,90	-4,50	16,0
Siltige klei		-4,50	-5,50	15,1
Organische klei		-5,50	-5,70	12,2
Organische klei		-5,70	-6,00	12,2
Veen		-6,00	-7,10	10,7
Siltige klei		-7,10	-7,90	15,1
Organische klei		-7,90	-8,10	12,2

Vak G03-2

Grondopbouw				
Sondering	79			
Grondsoort		Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_{di})
[-]		[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]
Zand		-3,90	-4,30	16,0
Siltige klei		-4,30	-5,40	15,1
Organische klei		-5,40	-5,70	12,2
Organische klei		-5,70	-8,00	12,2
Veen		-8,00	-10,50	10,7

Vak G03-3

Grondopbouw				
Sondering	90			
Grondsoort		Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_{di})
[-]		[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]
Zand		-3,90	-4,30	16,0
Siltige klei		-4,30	-5,70	15,1
Organische klei		-5,70	-8,10	12,2
Veen		-8,10	-11,70	10,7
Organische klei		-11,70	-13,80	12,2

Vak G04

Grondopbouw				
Sondering	96			
Grondsoort		Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_{di})
[-]		[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]
Zand		-4,30	-4,50	16,0
Siltige klei		-4,50	-5,70	15,1
Veen		-5,70	-7,20	10,7
Organische klei		-7,20	-9,20	12,2

BIJLAGE C UITVRAAG PEILBUISMETINGEN

ONDERWERP
Uitvraag peilbuismetingen Zeeheldenwijk

PROJECTNUMMER
000447

DATUM
27 juni 2019

ONZE REFERENTIE
083944051 0.3

VAN
Rik Bisschop

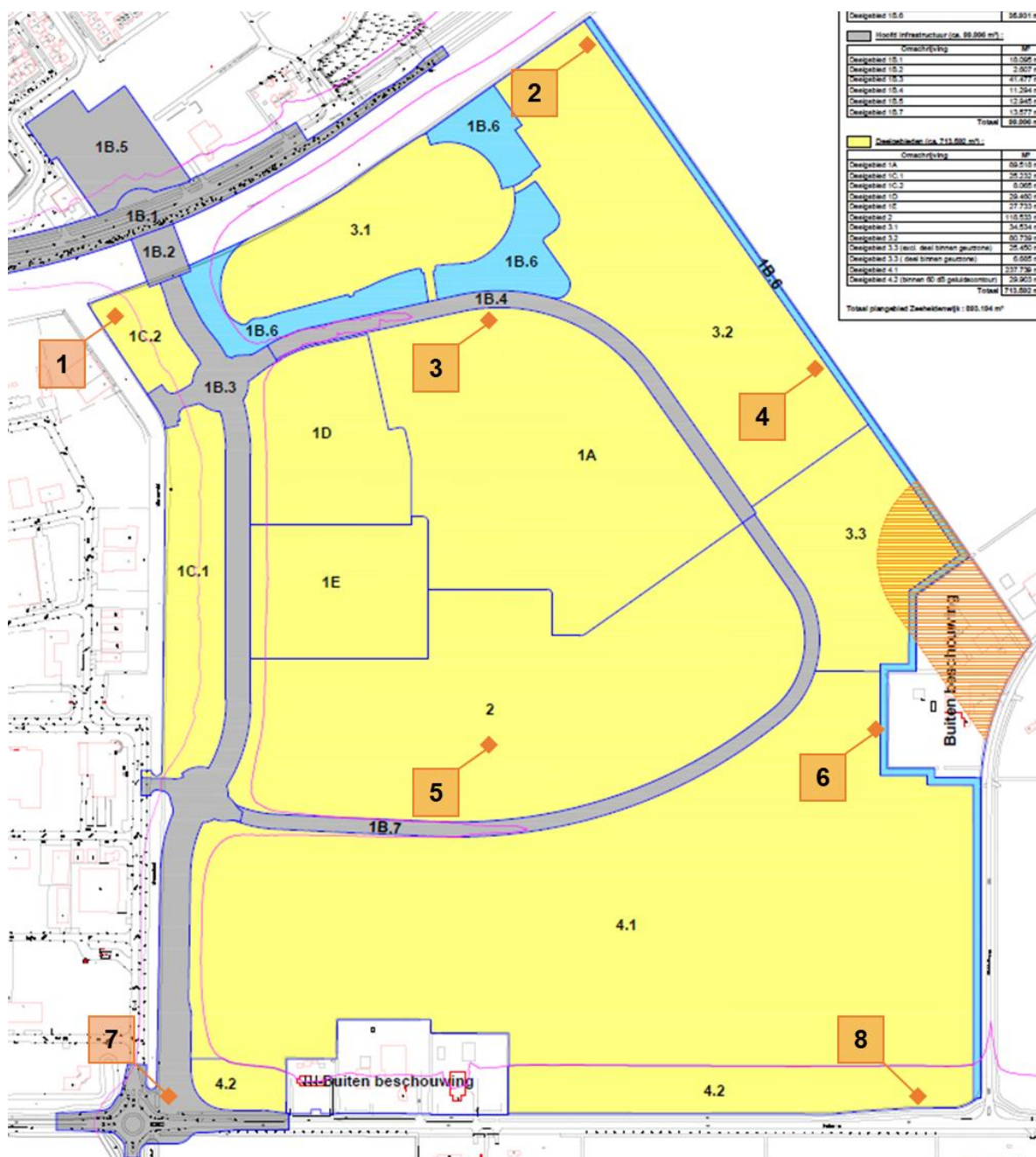
Ter voorbereiding van de aanleg van de waterpartijen in de nieuwe woonwijk Zeeheldenwijk in de Gemeente Urk wordt door Arcadis het risico op opbarsten beoordeeld. Op basis van de resultaten van de berekeningen wordt advies gegeven over eventuele maatregelen om opbarsten te voorkomen. In deze berekeningen wordt uitgegaan van een maximale stijghoogte in de eerste zandlaag (ongeveer tussen NAP -9 m en NAP -17 m) van NAP -4,85 m. Deze waarde is vastgesteld op basis van peilbuismetingen over een periode van 40 jaar beschikbaar op DINO Loket, aan de noordzijde van de Urkervaart. Om deze maximale stijghoogte te valideren, wordt er geadviseerd om peilbuismetingen uit te voeren in de woonwijk Zeeheldenwijk aan de zuidzijde van de Urkervaart. Hiermee wordt een ruimtelijk beeld verkregen van de stijghoogte en kan het risico op opbarsten realistischer worden ingeschat. Daarnaast is het aannemelijk dat de stijghoogte in de eerste zandlaag in het projectgebied mogelijk lager is dan waarvan nu is uitgegaan.

Er wordt geadviseerd om acht peilbuizen te plaatsen ter plaatse van bestaande sonderingen (zie "Resultaten Grondonderzoek – Ontwikkeling Schokkerhoek", uitgevoerd door Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV d.d. 19 maart 2019). Een overzicht van de locaties van de peilbuismetingen is gegeven in Figuur 1. Het peilbuisfilter moet minimaal twee meter diep in de zandlaag aangebracht worden. Een overzicht van de peilbuizen, met overeenkomende reeds uitgevoerde sonderingen (uitgevoerd door Ingenieursbureau Lankelma) en de niveaus bovenkant filter is weergegeven in Tabel 1. Bij het aanbrengen van de peilbuizen, moet het boorprofiel ter plaatse worden vastgesteld.

De waterpartijen worden vanaf 01-02-2020 gegraven. Geadviseerd wordt om de peilbuismetingen ongeveer een half jaar lang uit te voeren tot het begin van de werkzaamheden voor de voorbelasting (01-02-2020). Per peilbuis moet de stijghoogte minstens één keer per twee weken worden ingemeten en vastgelegd. Eventueel is het mogelijk om de metingen digitaal uit te voeren met behulp van divers. Mogelijk is dit goedkoper.

Tabel 1 Sondering per peilbuis

Peilbuis	Sondering	Niveau bovenkant filter [m NAP]
1	88	-11,0
2	100	-13,0
3	75	-14,5
4	78	-10,5
5	38	-10,0
6	42	-11,5
7	1	-11,5
8	7	-11,5



Figuur 1 Overzicht locaties peilbuismetingen Zeelandse wijk

BIJLAGE D OPBARST-BEREKENING VAK G01-1

Opbarsten Invoer & Uitvoer

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

**ARCADIS**Design & Consultancy
for natural and
built assets

Opdrachtgever:

Projectomschrijving:

Projectleider:

Geotechnisch Specialist:

Gecontroleerd door:

Projectnr:

Gemeente Urk

Bouwrijp maken Zeeheldenwijk

Patrick de Groot

Robbin Wesstein

Rik Bisschop

447

Blad 1

Datum:

17-jul-19

Uitgangspunten en invoergegevens**Niveaus**

Maaiveldniveau (h_m)	-4,20	NAP meter
Onderkant afsluitende laag (h_a)	-8,20	NAP meter
Stijghoogte in zandlaag (h_s)	-4,85	NAP meter

Afmetingen bouwput

Bodem watergang/bouwput (h_b)	-6,90	NAP meter
Breedte watergang/bouwput (b_{wt})	11,65	meter
Breedte van het talud (a)	12,85	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	1	-D

Grondopbouw

Sondering	80	Midden watergang		
		Bovenkant laag (h_{bl})	Onderkant laag (h_{ol})	Volumiek gewicht (γ_d)
Grondsoort		[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]
Zand		-4,20	-4,70	16,0
Siltige klei		-4,70	-5,50	15,1
Veen		-5,50	-5,70	10,7
Veen		-5,70	-7,10	10,7
Organische klei		-7,10	-7,50	12,2
Siltige klei		-7,50	-7,90	15,1
Veen		-7,90	-8,20	10,7

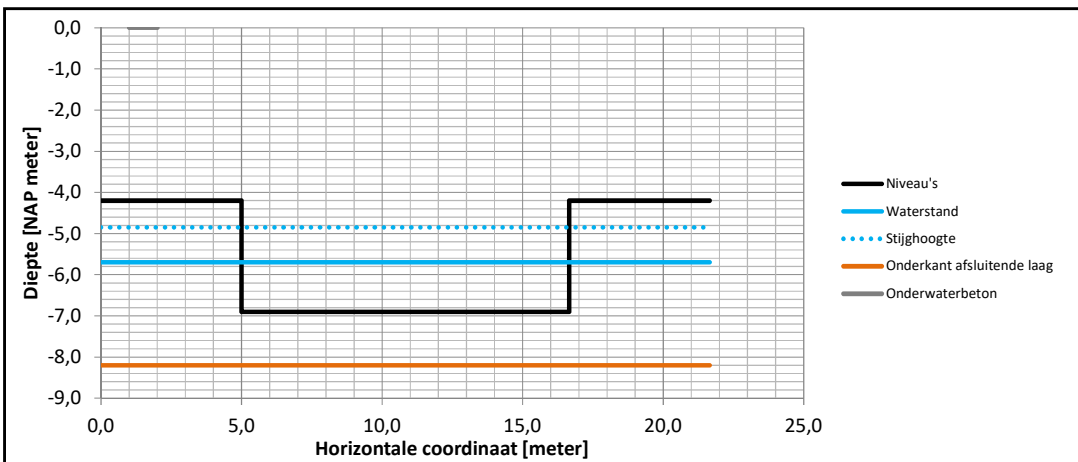
Gegevens water

Volumiek gewicht	9,81	kN/m ²
------------------	------	-------------------

Berekening

Partiële factor gunstige belasting ($\gamma_{G,stab}$)	0,9	-
Partiële factor ongunstige belasting ($\gamma_{G,dst}$)	1,0	-

Partiële materiaalfactor (γ_r)	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})	16,3	kN/m ²
Gronddruk incl. taluds 2-D (G_{stab2})	0,0	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 ($G_{stabwob}$)	0,0	kN/m ²
Totaal G_{stab}	28,0	kN/m²

Aandrijvende blijvende belasting (V_{dst})

Totaal V_{dst}	32,9	kN/m²
------------------------------------	-------------	-------------------------

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

Rekenwaarde aandrijvend ($V_{dst,d}$)	32,9	kN/m ²
Rekenwaarde weerstand ($G_{stab,d}$)	25,2	kN/m ²
Veiligheidsfactor	0,77	-
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 $G_{dst,dst}$, een veranderlijke belasting ($Q_{dst,d}$) is niet van toepassing (partiële factor veranderlijke belasting is 1,5)

COLOFON

OPBARST-ADVIES ZEEHELDENWIJK NOORD

KLANT

Gemeente Urk

AUTEUR

Robbin Wesstein

PROJECTNUMMER

000447

ONZE REFERENTIE

083964362 0.1

DATUM

23 juli 2019

STATUS

Concept

GECONTROLEERD DOOR

Rik Bisschop
Senior Specialist Geotechniek

VRIJGEGEVEN DOOR

Patrick de Groot
Senior Projectleider

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 4205
3006 AE Rotterdam
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com