

ONDERWERP
Opbarstadvies watergang oost Zeeheldenwijk V2

PROJECTNUMMER
30200075

DATUM
3 april 2025

ONZE REFERENTIE
D10064699:23

VAN
Robbin Wesstein

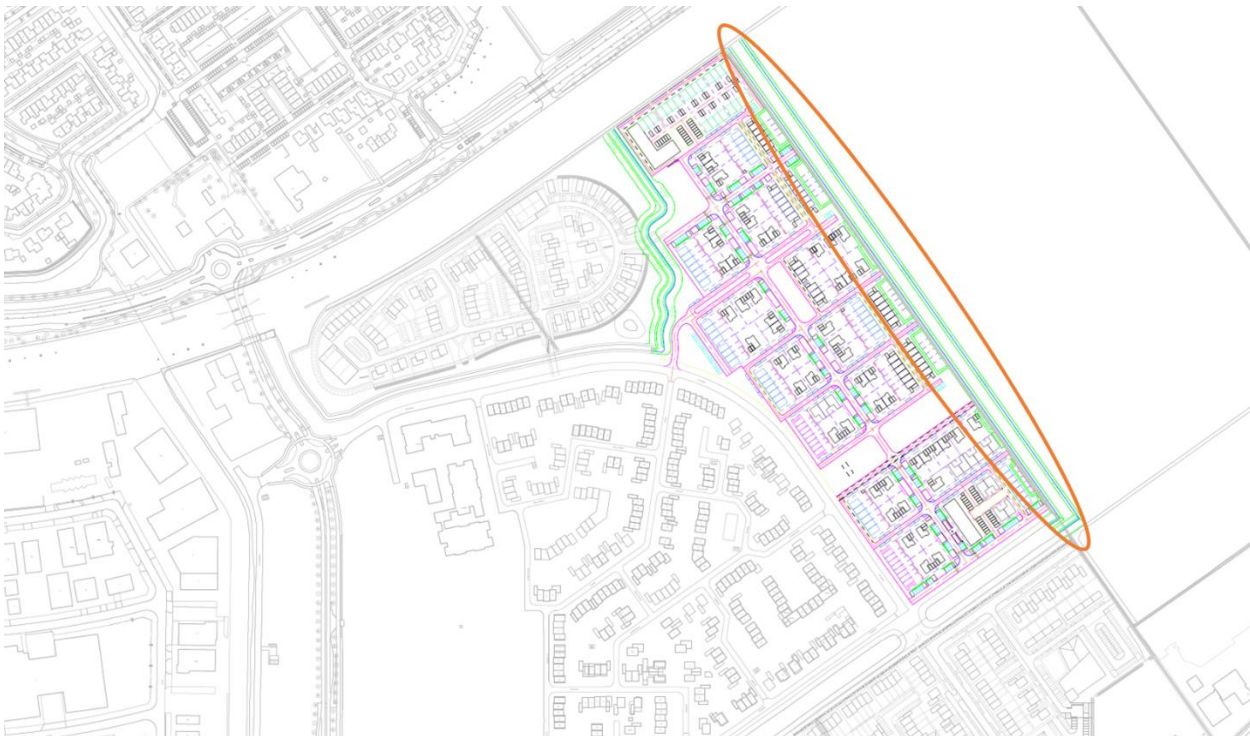
AAN
Gemeente Urk

KOPIE AAN
Rik Bisschop en Patrick de Groot

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 1-1 is een gedeelte van het stedenbouwkundig plan weergegeven met de toekomstige watergang oost omcirkeld.



Figuur 1-1: Stedenbouwkundig plan met watergang oost omcirkel

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. Dit rapport beschrijft het opbarstadvies over de toekomstige watergang oost.

1.2 Doelstelling

Bij het uitgraven van de watergang kan stabiliteitsverlies van de ondoorlatende deklaag optreden, doordat de waterdruk in het watervoerende pakket hoger is dan het gewicht van de ondoorlatende deklaag erboven. Bij het uitgraven van de watergangen wordt het gewicht van de grond op de ondoorlatende laag verminderd en daarmee het risico op opbarsten vergroot. Op basis van opbarst berekeningen is voor zowel de aanleg van de watergangen als de eindsituatie onderzocht of opbarsten een risico vormt en/of er maatregelen noodzakelijk zijn om opbarsten van de ondoorlatende deklaag te voorkomen.

In versie 2 (03-04-2025) van dit document zijn de opbarst berekeningen gewijzigd op basis van nieuw verkregen dwarsprofielen van de watergang. In het basis document zijn de opbarst berekeningen uitgevoerd zonder dat het 2D-effect is meegenomen. In versie 2 zijn de opbarst berekeningen uitgevoerd en is het 2D-effect wel meegenomen, waardoor de te treffen maatregelen om opbarsten te voorkomen zijn gewijzigd.

1.3 Werkzaamheden

Voor dit advies zijn de volgende werkzaamheden verricht:

- inventarisatie uitgangspunten;
- analyse grondonderzoek;
- opbarst berekeningen voor de eindsituatie voor 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 advies opgesteld.

2 Uitgangspunten

De uitgangspunten voor dit advies zijn gebaseerd op een aantal rapportages die reeds eerder verschenen zijn:

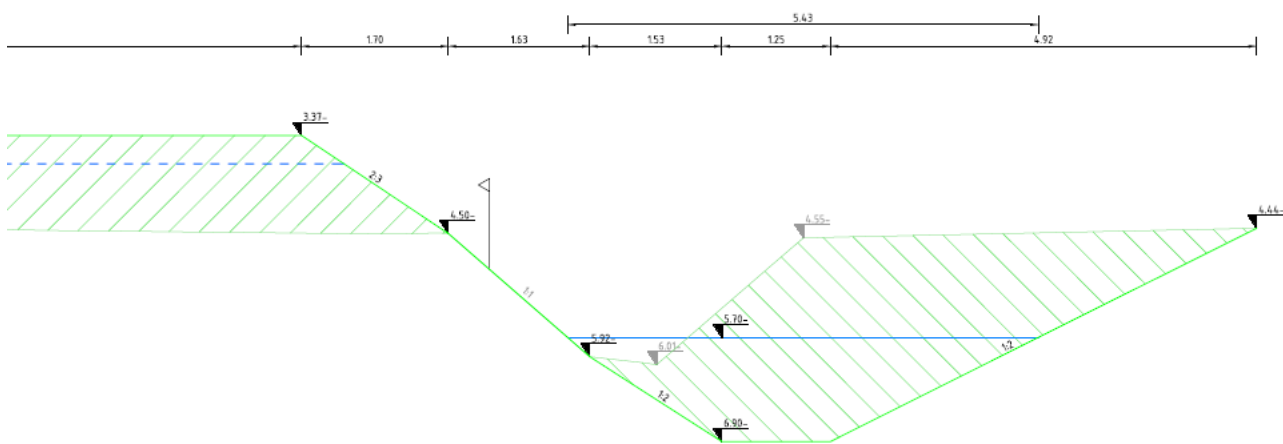
1. "Geotechnisch advies Bouwrijpmaken Schokkerhoek – Nota van uitgangspunten" Ingenieursbureau Boorsma BV d.d. januari 2019;
2. "Geotechnisch advies Bouwrijpmaken Schokkerhoek – Zettingsberekeningen" Ingenieursbureau Boorsma BV d.d. maart 2019;
3. "Geotechnisch advies Bouwrijpmaken Schokkerhoek – Opbarstberekening" Ingenieursbureau Boorsma BV d.d. maart 2019;
4. "Grondonderzoeksplan – Ontwikkellocatie Schokkerhoek" Royal HaskoningDHV d.d. januari 2018;
5. "Resultaten Grondonderzoek – Ontwikkeling Schokkerhoek" Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV d.d. 19 maart 2019.
6. "Landmeetkundige metingen – maaiveld situatie Schokkerhoek" Gemeente Urk d.d. juli 2018;
7. "X-URK-ARC-S-00-M2-CE-BS-DWP-T.B.V. Opbarsting_v1" Arcadis Nederland BV d.d. juni 2019;
8. "Indeling deelgebieden – Zeeheldenwijk" Gemeente Urk d.d. mei 2019;
9. "Planning BRM F1 Schokkerhoek" Gemeente Urk d.d. mei 2019;
10. "Grondwatermonitoring put B20F0054" DINOloket d.d. juni 2019;
11. "Uitvraag peilbuismetingen Zeeheldenwijk" Arcadis d.d. juni 2019;
12. "Opbarst-advies Zeeheldenwijk Noord" Arcadis d.d. juli 2019;
13. "6410-Dwarsprofielen voorbelasting" Arcadis d.d. maart 2025.

Ten aanzien van de uitgangspunten zijn de volgende aspecten behandeld:

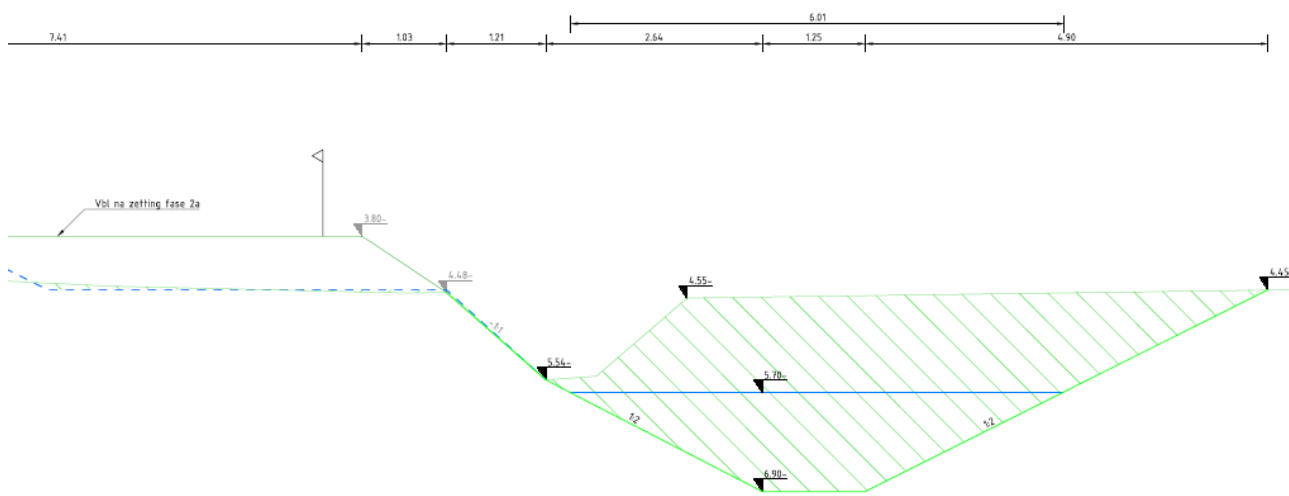
- dwarsprofielen;
- waterpeil;
- geotechnische uitgangspunten
- stijghoogte;
- vak indeling watergang Zeeheldenwijk.

2.1 Dwarsprofielen

De watergang is minimaal 1,25 m breed met een waterbodenniveau op NAP -6,9 m. Een representatief dwarsprofiel van de watergang in vak 1 is gegeven in Figuur 2-1. Een representatief dwarsprofiel van de watergang in vak 2 is gegeven in Figuur 2-2. Bij de 2D-opbarstberekeningen is rekening gehouden met het bodemniveau van de waterpartij, de breedte van de waterbodem en de (maximale) breedte van het talud.



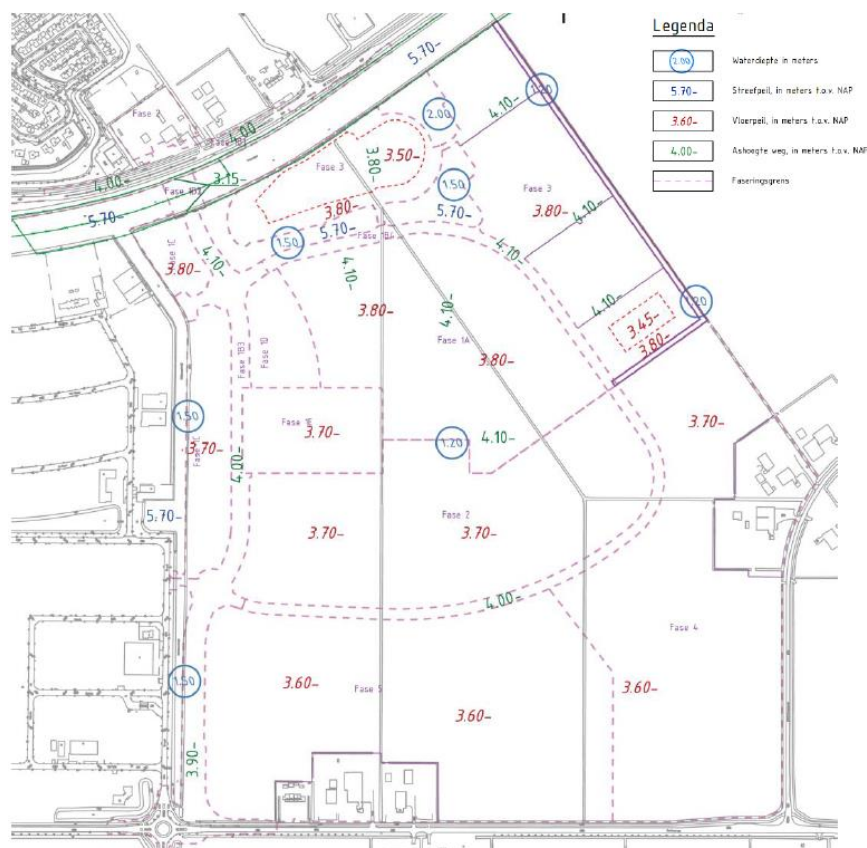
Figuur 2-1: Representatief dwarsprofiel watergang vak 1



Figuur 2-2: Representatief dwarsprofiel watergang vak 2

2.2 Waterpeil

In het gehele gebied Zeeheldenwijk is volgens het peilenplan in Figuur 2-3 een streefpeil van NAP -5,7 m van toepassing, gelijk aan het streefpeil van de Urkervaart. Volgens “Grondonderzoeksplan – Ontwikkellocatie Schokkerhoek” van Royal HaskoningDHV is dit een constant waterpeil.



Figuur 2-3 Peilenplan Zeeheldenwijk

2.3 Geotechnische uitgangspunten

Voor het opstellen van dit opbarst advies is gebruik gemaakt van de resultaten van het grondonderzoek dat uitgevoerd is door Ingenieursbureau Lankelma Geotechniek Zuid BV. Dit grondonderzoek 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. De vak indeling is weergegeven in paragraaf 2.6. 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 situatie is weergegeven in Tabel 2-2. Op basis van deze sonderingen is de grondopbouw bepaald, waarbij gebruik gemaakt is van CUR162, Eurocode 7 en ervaringsgegevens. Een overzicht van de grondopbouw per situatie is weergegeven in Bijlage A.

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 de ondoorlatende deklaag uit klei of veen bestaat. 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

Bij 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. Ten eerste het door ingenieursbureau Lankelma opgestelde rapport “Resultaten Grondonderzoek – Ontwikkeling Schokkerhoek” en ten tweede het door ingenieursbureau Wiertsema & Partners opgestelde rapport “Geotechnisch advies Bouwrijpmaken Schokkerhoek – Zettingsberekeningen” (Bijlage 2). In deze laboratoriumonderzoeken is het volumiek gewicht van de grond (ongeroerde monsters) afkomstig uit boringen bepaald.

De resultaten van de bepaalde volumieke gewichten van siltige klei, organische klei en veen zijn verzameld in [12]. Een overzicht van de karakteristieke volumieke gewichten van deze grondsoorten is weergegeven in Tabel 2-1.

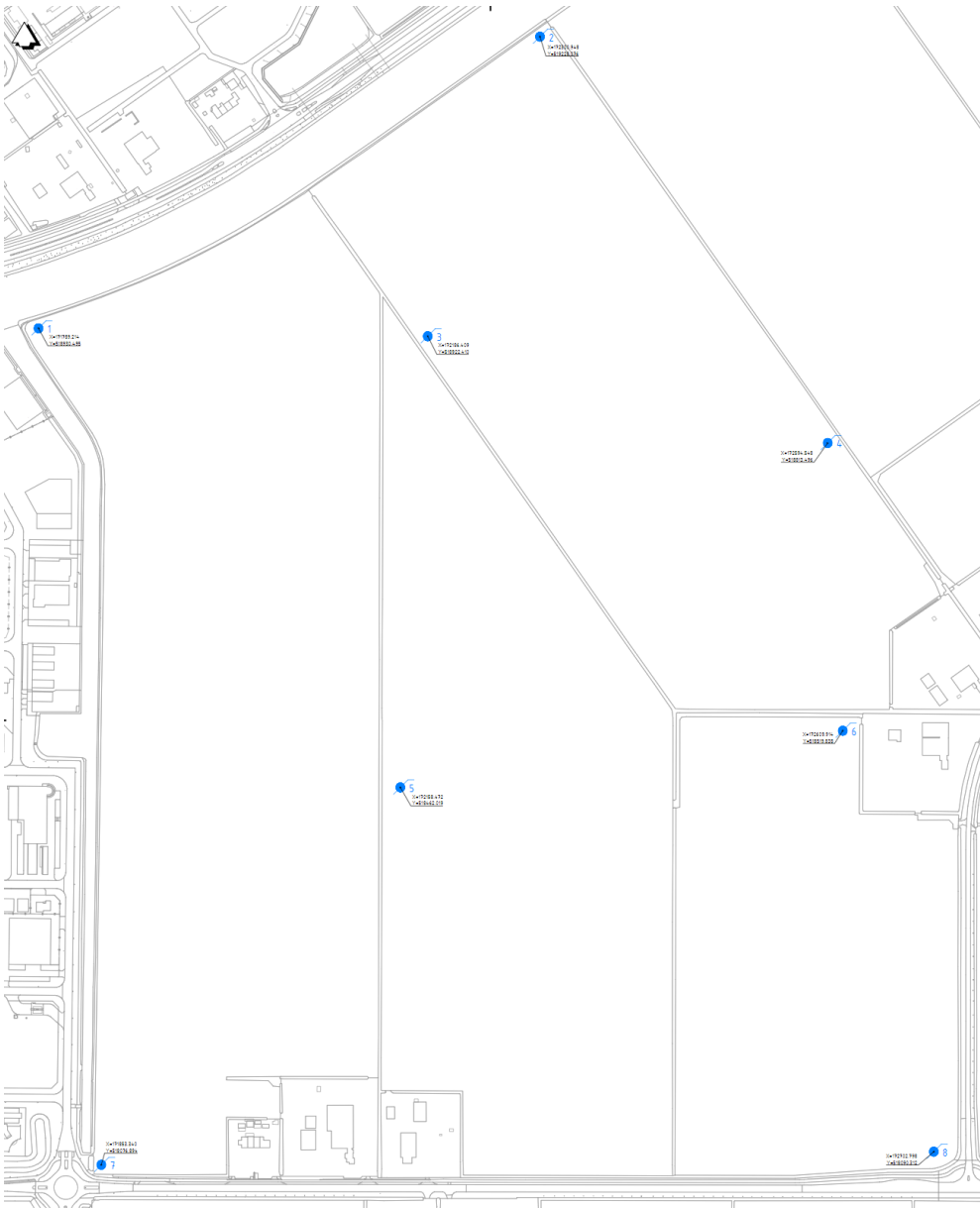
Tabel 2-1: Overzicht grondsoorten met karakteristiek verzadigd volumiek gewicht

Grondsoort	Karakteristiek verzadigd volumiek gewicht [kN/m ³]
Siltige klei	15,1
Organische klei	12,2
Veen	10,7

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, in het geval het als grondverbetering wordt toegepast, is een verzadigd volumiek gewicht $\gamma_{\text{ver}} = 19 \text{ kN/m}^3$ aangehouden. Voor zand, boven de grondwaterspiegel is een onverzadigd volumiek gewicht $\gamma_{\text{onver}} = 17 \text{ kN/m}^3$ aangehouden.

2.4 Stijghoogte

Voor de reeds uitgevoerde opbarst berekeningen t.p.v. de toekomstige waterpartijen in het noorden van de Zeeheldenwijk is een stijghoogte van NAP -4,85 m aangehouden [12], o.b.v. de maximaal gemeten stijghoogte in de omgeving (DINO-loket). Inmiddels zijn er peilbuismetingen uitgevoerd in Zeeheldenwijk, weergegeven in Figuur 2-4. De peilbuismetingen ter plaatse van de Zeeheldenwijk geven tot zover metingen tussen de NAP -5,35 m en NAP -4,95 m weer voor de periode 1 juni 2021 tot 10 september 2021. Deze waarden blijven dus onder de indertijd aangenomen stijghoogte van NAP -4,85 m. Gezien de gemeten waarden is vastgehouden aan NAP -4,85 m als maatgevende stijghoogte.

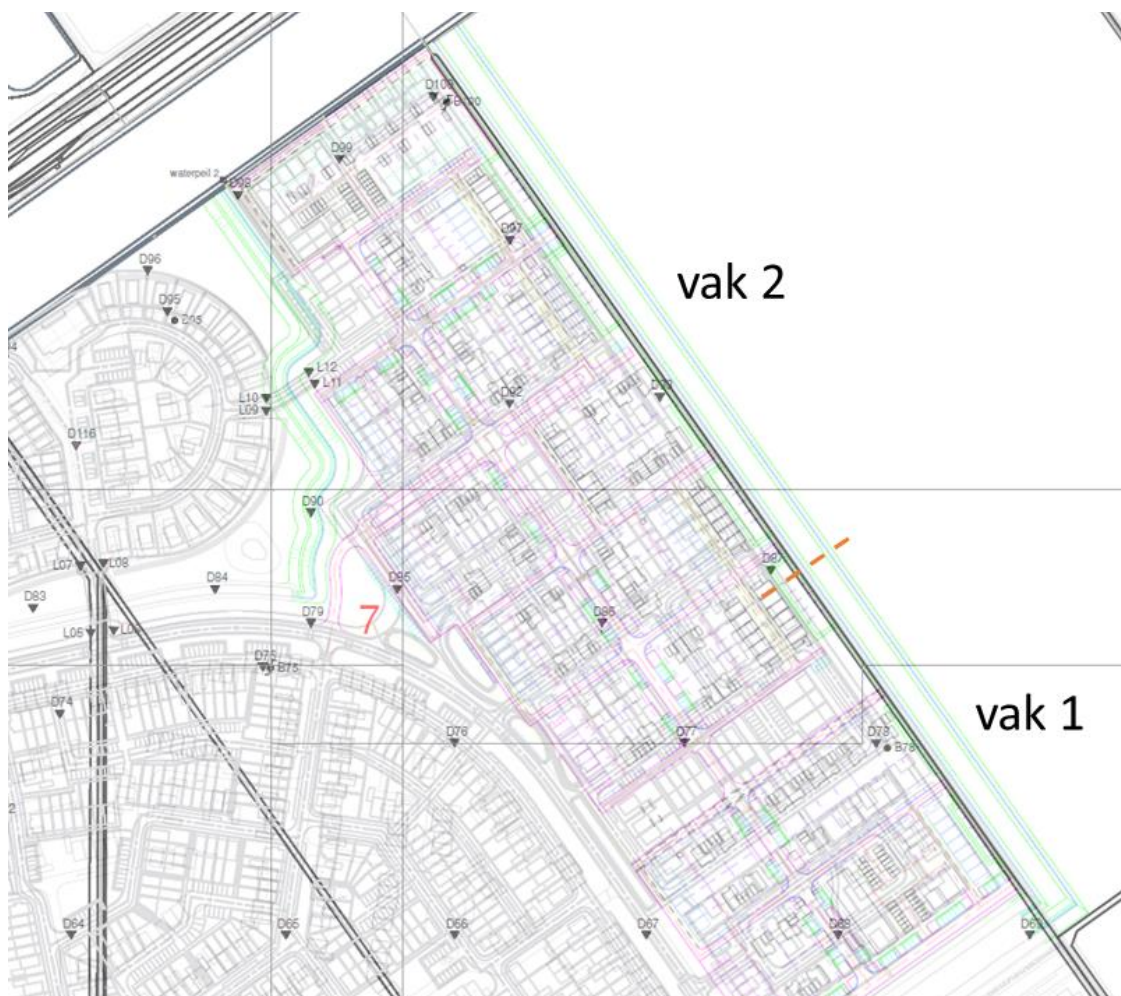


Figuur 2-4: Locatie peilbuizen

2.5 Vak indeling watergang Zeeheldenwijk

In dit opbarst advies is op basis van de grondopbouw een vak indeling ter plaatse van de watergang gemaakt. De toekomstige waterdiepte en de geometrie van de watergang zijn overal gelijk. Op basis van de grondopbouw is de watergang verdeeld in 2 vakken, weergegeven in Figuur 2-5.

Voor ieder vak zijn opbarst berekeningen gemaakt en is 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 2-5: Vak indeling watergang oost Zeelandwijk

2.6 Uitgangspunten overzicht

In Tabel 2-2 is een overzicht gegeven van de uitgangspunten per vak.

Tabel 2-2: Uitgangspunten overzicht

Vak	Sonderingen in gebied	Maatgevende sondering	Onderkant deklaag [m NAP]	Bodem watergang [m NAP]	Waterpeil [m NAP]	Stijghoogte [m NAP]
1	69, 78	78	-7,8	-6,9	-5,7	-4,85
2	87, 93, 97, 100	93	-9,5	-6,9	-5,7	-4,85

3 Berekeningen

In dit hoofdstuk is de aanpak van de 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 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 Tabel 3-1 gebruikt (Eurocode 7).

Tabel 3-1: Partiële factoren opbarst-berekeningen (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.		

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 het 2D-effect niet meegenomen. Uit verkennende berekeningen bleek dat het 2D-effect een verwaarloosbaar positief effect heeft op de veiligheid tegen opbarsten bij de betreffende watergang.

3.2 Maatregelen

In dit opbarstadvies 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.

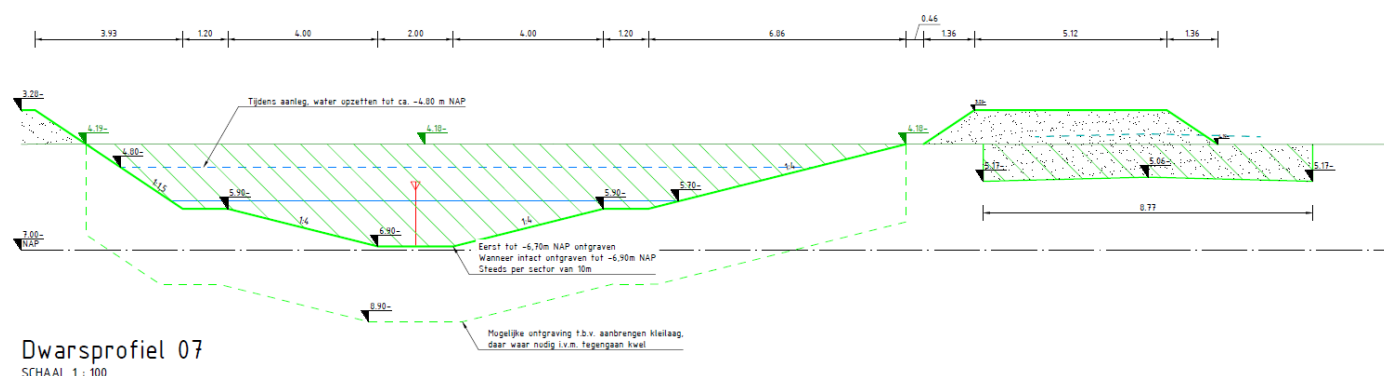
Er zijn verschillende mogelijke maatregelen om het risico op opbarsten te beperken. De opdrachtgever heeft aangegeven dat een grondverbetering met klei de voorkeur heeft. Hiermee wordt een dikkere ondoorlatende laag gecreëerd en daarmee het risico op opbarsten verminderd. Het risico bij deze maatregel 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 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 klei van $\gamma_{ver} = 15 \text{ kN/m}^3$. Een aandachtspunt is de kwaliteit van de klei, want in de praktijk is het volumiek gewicht van de klei ook daarvan afhankelijk.

Een alternatieve maatregel is om een gedeelte van de bestaande ondoorlatende laag te vervangen door zand ($\gamma_{\text{ver}} = 19 \text{ kN/m}^3$). Hierbij dient voorzichtig ontgraven te worden om te voorkomen dat de ondoorlatende laag (lokaal) volledig afgegraven wordt. Om deze reden dient er hierbij minimaal 1 m dikte aan bestaande ondoorlatende laag te blijven zitten. Bij deze maatregel wordt ook geadviseerd om tijdens de uitvoering het waterpeil in de waterpartij te verhogen naar de stijghoogte van het watervoerende pakket, om opbarsten tijdens de uitvoering te voorkomen.

3.3 Resultaten

In Tabel 3-2 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 2-2 gegeven. In Tabel 3-2 is voor ieder vak de veiligheidsfactor met betrekking tot opbarsten gegeven. In Bijlage B is de uitvoer van de opbarst berekening voor vak 1 toegevoegd.

Een principe dwarsprofiel van de watergang met grondverbetering is weergegeven in Figuur 3-1. Let op, in deze figuur is een dwarsprofiel van een andere watergang gegeven.



Figuur 3-1: Principe maatregel grondverbetering (let op: dit is een dwarsprofiel van een andere watergang)

Tabel 3-2: Resultaten opbarst berekeningen

Vak	Onderkant deklaag [m NAP]	Min. niveau grondverb. klei [m NAP]	Dikte grondverb. klei [m]	Min. niveau grondverb. zand [m NAP]	Dikte grondverb. zand [m]	Veiligheidsfactor [-]
1	-7,8	-	-	-	-	0,71
		-8,9	2,0	-	-	1,00
2	-9,5	-	-	-	-	0,91
		-7,8	0,9	-	-	1,00
		-	-	-7,1	0,2	1,01

4 Opbarstadvies

Uit de opbarst berekeningen blijkt dat er geen enkel vak zonder maatregelen bestand is tegen opbarsten van de waterbodem. Er zijn verschillende mogelijke maatregelen om opbarsten te voorkomen.

De opdrachtgever heeft aangegeven dat een grondverbetering met klei de voorkeur heeft. Echter, voor vak 2 is een grondverbetering met zand ook mogelijk, omdat hierbij de bestaande ondoorlatende laag niet volledig afgegraven wordt. Voor vak 1 is er 2,0 m aan klei nodig om te voldoen aan opbarsten. Voor vak 2 is er 0,9 m aan klei nodig om te voldoen aan opbarsten. Voor vak 2 is als alternatief 0,2 m aan zand nodig om te voldoen aan opbarsten.

Het risico bij de maatregel met klei 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 waterbodem aan te brengen vanwege de kwel uit het watervoerende pakket. Bij beide maatregelen dient tijdens de uitvoering het waterpeil in de waterpartij verhoogd te worden naar de stijghoogte van het watervoerende pakket, om kwel (of opbarsten) tijdens de uitvoering te beperken en de klei nog enigszins gecontroleerd aan te leggen. Bij de maatregel met zand dient voorzichtig ontgraven te worden om te voorkomen dat de ondoorlatende laag (lokaal) volledig afgegraven wordt.

In versie 2 (03-04-2025) van dit document zijn de opbarst berekeningen gewijzigd op basis van nieuw verkregen dwarsprofielen van de watergang. In het basis document zijn de opbarst berekeningen uitgevoerd zonder dat het 2D-effect is meegenomen. In versie 2 zijn de opbarst berekeningen uitgevoerd en is het 2D-effect wel meegenomen, waardoor de te treffen maatregelen om opbarsten te voorkomen zijn gewijzigd.

Bijlage A Grondopbouw per vak

Vak 1

Grondopbouw				
Sondering	78			
Grondsoort		Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_{di})
[-]		[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]
Siltige klei		-4.40	-5.20	15.1
Organische klei		-5.20	-5.80	12.2
Veen		-5.80	-7.30	10.7
Organische klei		-7.30	-7.80	12.2

Vak 2

Grondopbouw				
Sondering	93			
Grondsoort		Bovenkant laag (h_{bi})	Onderkant laag (h_{oi})	Volumiek gewicht (γ_{di})
[-]		[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]
Siltige klei		-4.60	-4.90	15.1
Veen		-4.90	-7.20	10.7
Organische klei		-7.20	-9.50	12.2

Bijlage B - Opbarst-berekening vak 1

Vak 1 – zonder maatregelen

Opbarsten Invoer & Uitvoer

Opbarsten volgens artikel 10.2 Bezijken door opdrijven conform NEN 9397-1 (UPL)



Opdrachtgever:	Gemeente Urk	Blad 1
Projectomschrijving:	Bouwwijk maken Zeeheldenwijk	
Projectleider:	Patrick de Groot	Datum: 3-apr-25
Geotechnisch Specialist:	Robbin Westein	
Gecontroleerd door:	Rik Bisschop	
Projector:		

Uitgangspunten en invoergegevens

Niveaus		
Massievelniveau (h_m)	-4.60	NAP meter
Onderkant afsluitende laag (h_a)	-7.80	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_{w1})	1.25	meter
Breedte van het talud (a)	4.30	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_{ub})	0.00	meter
Gewicht onderwaterbeton (γ_{ub})	0.0	kN/m ³
Situatie opbarsten	2	-D

Grondopbouw			
Sondering	78		
Grondsoort		Bovenkant laag (h_{u1})	Onderkant laag (h_{u2})
		[NAP m]	[NAP m]
			Volumiek gewicht (γ_{u1})
			[kN/m ³]
Siltige klei	-4.60	-5.20	15.1
Organische klei	-5.20	-5.80	12.2
Veen	-5.80	-7.30	10.7
Organische klei	-7.30	-7.80	12.2

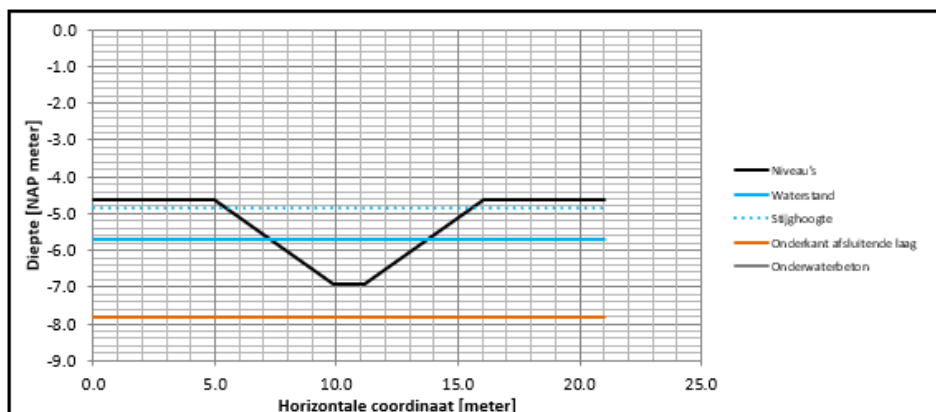
Gegevens water		
Volumiek gewicht	9.81	kN/m ³

Berekening

Partiële factor gunstige belasting ($\gamma_{G,11}$)	0.9	-
Partiële factor ongunstige belasting ($\gamma_{G,12}$)	1.0	-

Partiële materiaalfactor (γ_c)	1.0	-
Tabel A.2/A.15 NEN 9397-1+C1:2012		

Dwarsprofiel



Uitvoer

Weerstand biedende blijvende verticale belasting (G_{11})		
Gronddruk 1-D ($G_{11,1}$)	0.0	kN/m ²
Gronddruk incl. taluds 2-D ($G_{11,2}$)	11.0	kN/m ²
Gronddruk incl. taluds 3-D ($G_{11,3}$)	0.0	kN/m ²
Waterdruk in watergang/bouwput ($G_{11,4}$)	11.8	kN/m ²
Druk onderwaterbeton in bouwput ($G_{11,5}$)	0.0	kN/m ²
Waterdruk en onderwaterbeton ($G_{11,6}$)	0.0	kN/m ²
Totaal G_{11}	22.8	kN/m²

Aandrijvende blijvende belasting (V_{11})		
Totaal V_{11}	28.3	kN/m²
Toets op opbarsten ($V_{11,1} \leq G_{11,1}$)		
Rekenwaarde aandrijvend ($V_{11,1}$)	28.3	kN/m ²
Rekenwaarde weerstand ($G_{11,1}$)	20.5	kN/m ²
Veiligheidsfactor	0.71	-
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 $\gamma_{G,11}$ een waarde aangehouden van 0,95/1,0
- conform paragraaf 2.4.7.4 dienen de toets op opbarsten te worden uitgevoerd (NEN 9397-1+C1:2012)
- de opwaartse waterdruk is gedefinieerd als $G_{11,4}$, een veranderlijke belasting ($G_{11,4}$ is niet van toepassing (partiële factor veranderlijke belasting is 1,5)

Vak 1 – met maatregel grondverbetering klei

Opbarsten Invoer & Uitvoer

Opbarsten volgens artikel 10.2 Bezuiden door opdrijven conform NEN 3937-1 (UPL)



Opdrachtgever:	Gemeente Urk	Blad 1
Projectomschrijving:	Bouwrijp maken Zeekeldenwijk	
Projectleider:	Patrick de Groot	Datum: 3-apr-25
Geotechnisch Specialist:	Robbin Westein	
Gecontroleerd door:	Rik Bisschop	
Projector:		

Uitgangspunten en invoergegevens

Niveaus		
Maasvoldniveau (h_m)	-4.60	NAP meter
Onderkant afsluitende laag (h_{a1})	-8.90	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_{w1})	1.25	meter
Breedte van het talud (g)	4.30	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_{wb})	0.00	meter
Gewicht onderwaterbeton (γ_{wb})	0.0	kN/m ³
Situatie opbarsten	2	-D

Grondopbouw			
Sondering	T8		
Grondsoort	Bovenkant laag (h_{b1})	Onderkant laag (h_{b2})	Volumiek gewicht (γ_v)
[-]	[NAP m]	[NAP m]	[kN/m ³]
Siltige klei	-4.60	-5.20	15.1
Organische klei	-5.20	-5.80	12.2
Veen	-5.80	-6.90	10.7
Klei-verbetering	-6.90	-8.90	15.0

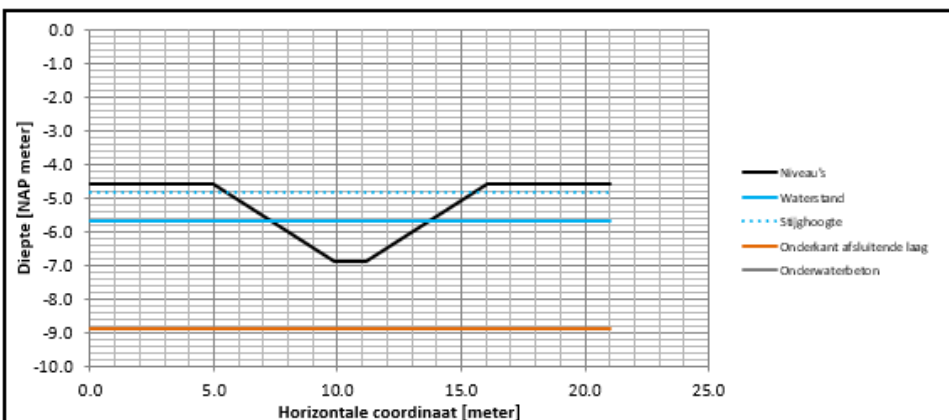
Gegevens water		
Volumiek gewicht	9.81	kN/m ³

Berekening

Partiële factor gunstige belasting ($\gamma_{G,1}$)	0.9	-
Partiële factor ongunstige belasting ($\gamma_{G,2}$)	1.0	-

Partiële materiaalfactor (γ_m)	1.0	-
Tabel A.2/A.15 NEN 3937-1+C1:2012		

Dwarsprofiel



Uitvoer

Weerstand biedende blijvende verticale belasting ($G_{11.1}$)		
Grondruk 1-D ($G_{11.1.1}$)	0.0	kN/m ²
Grondruk incl. taluds 2-D ($G_{11.1.2}$)	32.4	kN/m ²
Grondruk incl. taluds 3-D ($G_{11.1.3}$)	0.0	kN/m ²
Waterdruk in watergang/bouwput ($G_{11.1.4}$)	11.8	kN/m ²
Druk onderwaterbeton in bouwput ($G_{11.1.5}$)	0.0	kN/m ²
Waterdruk en onderwaterbeton ($G_{11.1.6}$)	0.0	kN/m ²
Totaal $G_{11.1}$	44.2	kN/m²

Aandrijvende blijvende belasting ($V_{11.1}$)	
Totaal $V_{11.1}$	39.7 kN/m ²

Toets op opbarsten ($V_{11.1.2} \leq G_{11.1.2}$)		
Rekenwaarde aandrijvend ($V_{11.1.2}$)	39.7	kN/m ²
Rekenwaarde weerstand ($G_{11.1.2}$)	32.4	kN/m ²
Veiligheidsfactor	1.00	-
Voldoet	ja	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 $\gamma_{G,1}$ een waarde aangehouden van 0,95/1,0
- conform paragraaf 2.4.1.4 dienen de toets op opbarsten te worden uitgevoerd (NEN 3937-1+C1:2012)
- de opwaartse waterdruk is gedefinieerd als $G_{11.1.4}$, een veranderlijke belasting ($G_{11.1.4}$) is niet van toepassing (partiële factor veranderlijke belasting is 1,5)