

AAN	: Team brug ARK
VAN	: T. Sweijen (geohydrologie); R.D. van der Kamp (geotechniek)
KOPIE	: M. Pitlo, R. Brugman, S. Huitema
DATUM	: 03-09-2019
KENMERK	: HLWA-P-1323 versie 2.0
ONDERWERP	: Bemalingsplan K039 inclusief analyse omgevingsbeïnvloeding

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Een spanningsbemaling wordt uitgevoerd nabij object K039; het westelijk landhoofd van de Betlebrug waar de A9 over het Amsterdam-Rijnkanaal gaat (zie Figuur 1). Deze bemaling wordt uitgevoerd ten behoeve van herstelwerkzaamheden van het landhoofd. De bemaling vindt plaats in de Eerste Zandlaag en heeft als doel om drainage van het bovenliggende veen te bevorderen.

Vanaf 27 september 2018 is de tijdelijke bemaling aangezet. De einddatum is bijgesteld omdat de herstelwerkzaamheden langer duren dan verwacht. De bemaling is actief tot minimaal mei 2020 en de duur is daarmee meer dan 6 maanden. Hierdoor is de bemaling vergunningsplichtig.

Ten behoeve van de vergunningaanvraag is dit bemalingsadvies opgesteld, waarin een pompproef en de effecten van de bemaling worden geëvalueerd. Tevens worden de effecten op de omgeving geïnventariseerd, beoordeeld en waar nodig beheersmaatregelen voorgesteld.



Figuur 1 Projectlocatie object K039; het betreft het landhoofd van A9 over het Amsterdam-Rijnkanaal.

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de uitgangspunten beschreven voor de geohydrologische studie naar de effecten van de bemaling. In hoofdstuk 3 wordt de ijking van het grondwatermodel omschreven waarin een pompproef en bemaling gebruikt worden. Tevens worden in hoofdstuk 3 de huidige debieten en grondwaterverlagingen beschreven. In hoofdstuk 4 worden de omgevingseffecten omschreven die ter weeg worden gebracht door de bemaling en in hoofdstuk 5 wordt de vergunningsprocedure omschreven.

2 Uitgangspunten

2.1 Bodemopbouw uit REGIS II

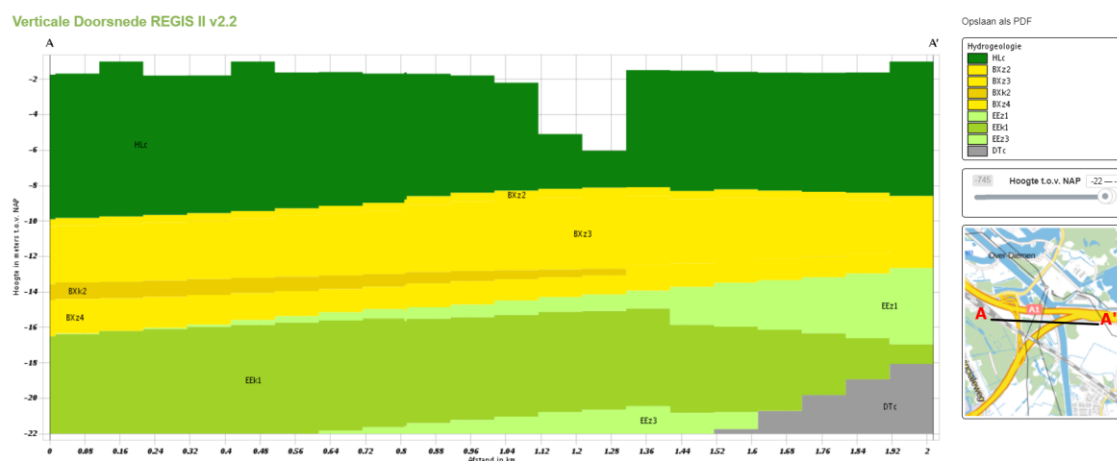
Op basis van REGIS II (v2.2) en op sonderingen nabij object K039 wordt de bodemopbouw samengevat zoals weergegeven in Tabel 1. De ophooglaag en het veen vanuit het holocene pakket zijn sterk beïnvloedt door de aanleg van het Amsterdam-Rijnkanaal (ARK) en door historisch landgebruik; dit wordt in het volgende hoofdstuk behandeld.

De 1^e zandlaag is ongeveer 3 meter dik en de onderliggende laag is een kleiige eenheid van ongeveer 1 meter dik. Deze kleiige eenheid is niet continue en verdwijnt richting het oosten waardoor de 1^e en 2^e zandlaag gecombineerd worden (zie Figuur 2). De kleilaag is ook afwezig ten zuiden van K039.

Tabel 1 Bodemopbouw volgens REGIS II met de geijkte doorlatendheden (zie hoofdstuk 3).

	b.k. (m NAP)	Kh (m/d)	Kv	Formatie
Ophooglaag	M.V.	10	5	Holoceen
Veen	-3 tot -7	0,01	0,01	Holoceen
1 ^e zandlaag	-8	5	2	Boxtel (3 ^e zandige eenheid)
Kleiig zand	-10	0,05	0,05	Boxtel (2 ^e kleiige eenheid)
2 ^e zandlaag	-14	20	4	Boxtel (4 ^e zandige eenheid)
Eemformatie	-45	Geohydrologische bodem		

*Geen literatuurgegevens bekend

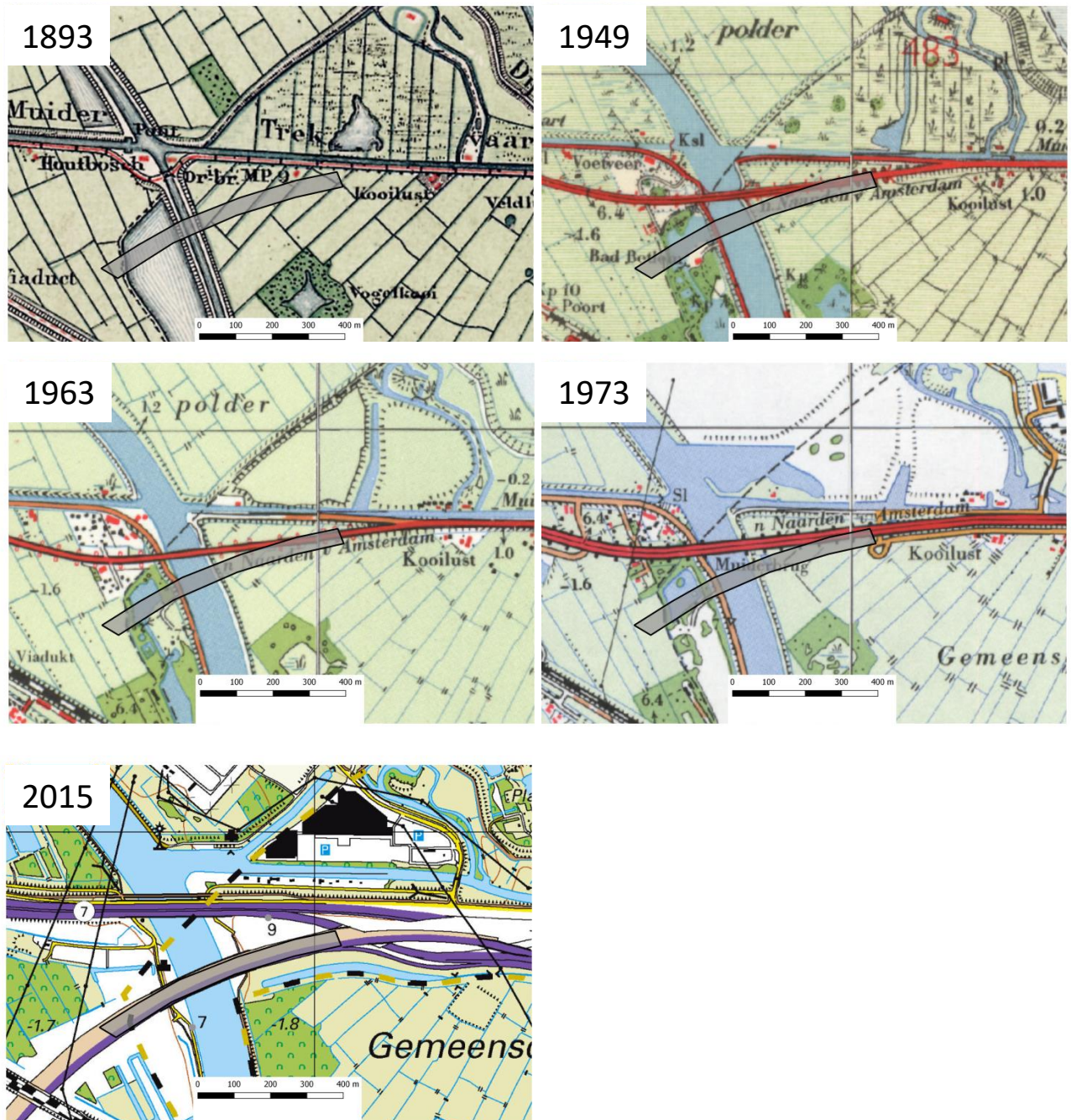


Figuur 2 Indicatie bodemopbouw rondom de projectlocatie (REGIS II)

2.2 Historisch landgebruik

Het landgebruik van het gebied rondom K039 is in de loop van de tijd veelvuldig veranderd, waardoor de grondeigenschappen sterk zijn beïnvloed. Na de realisatie van het ARK bevond zich in het gebied een waterlichaam (zie Figuur 3 en Tabel 2). Na 1949 was het waterlichaam opgedeeld in een zuidelijk waterlichaam en een noordelijk waterlichaam, waarvan het noordelijke waterlichaam relevant is voor K039 (zie het jaartal 1963 in Figuur 3). Gedurende de periode van 1962 tot 1970 is het zuidelijk waterlichaam gedempt met waarschijnlijk bouwafval (zie de situatie in 1973). Dit verklaart dan ook een zeer heterogene bodemopbouw, die teruggevonden wordt in de toplaag. Het noordelijke waterlichaam is gedempt gedurende de realisatie van K039.

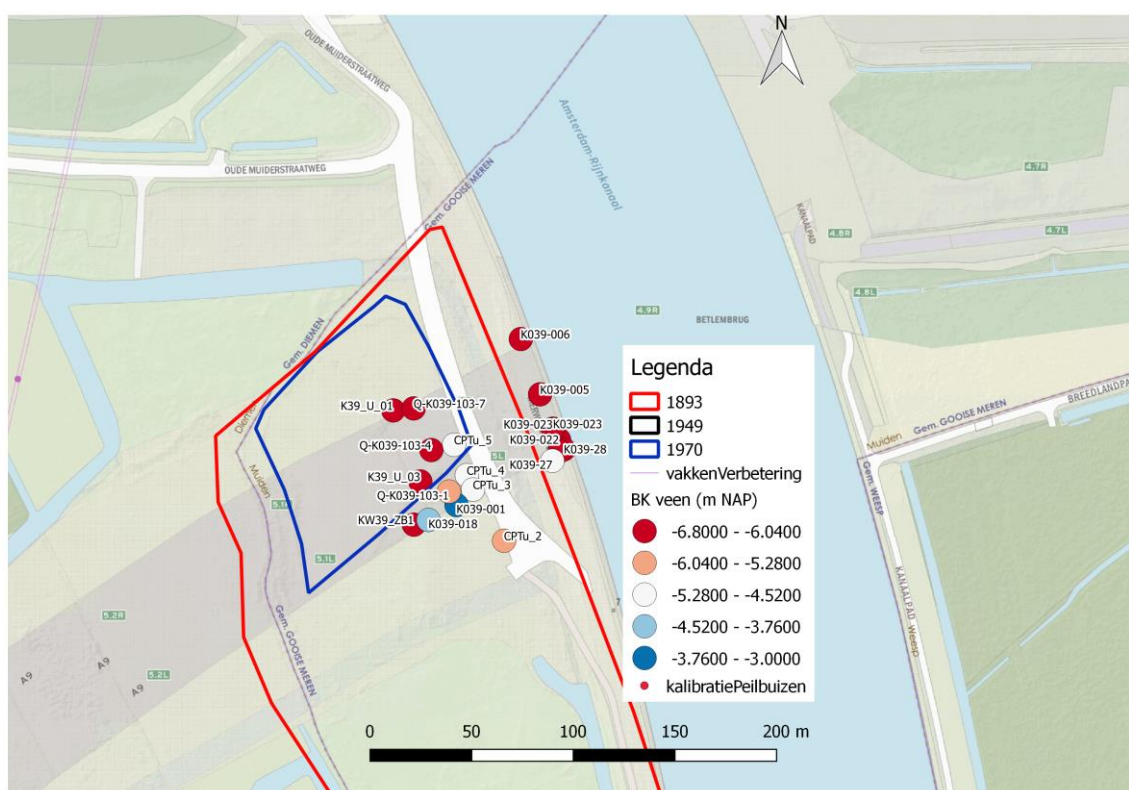
De hoogte van het veen is als gevolg van het gebruik niet vlak, maar sterk heterogeen zoals weergegeven in Figuur 4.



Figuur 3 Overzicht landgebruik K039

Tabel 2 Landgebruik, perceel K039

Jaartal	Gebeurtenis	Status meer
1893	Amsterdam Rijn kanaal gerealiseerd – Ontstaan waterlichaam ten westen van het kanaal	Volledig meer
1910	Ontwikkeling parkbos	Volledig meer
1949	Betonwarenfabrikant koopt het perceel	Recreatie plas
1962 tot 1970	Zuidelijk waterlichaam wordt gedempt	
1972	Perceel verkocht aan particulier	Zuidelijke meer volledig gedempt (vanaf 1970)
1982 - 2015 2015 - heden	Eigendom handelaar K039	Situatie ongewijzigd

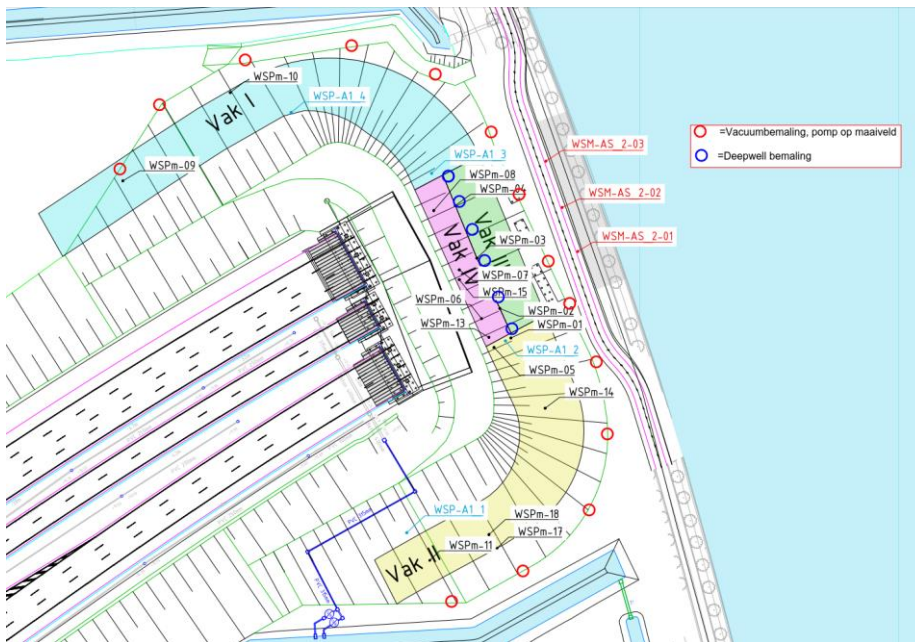


Figuur 4 Bovenkant veen in een aantal sonderingen en de contourlijnen van de waterlichamen

2.3 Situering spanningsbemaling

De spanningsbemaling die vanaf 27-09-2018 aanstaat bestaat uit twee bemalingslijnen: Vacuümbemaling aan de teen van het toekomstig talud en een deepwell bemaling in het centrum van de ophoging (tussen vak III en vak IV). De locaties van de filters staan gegeven in Figuur 5.

De bemaling wordt niet gestuurd op een streefpeil of debiet, maar simpelweg op het behalen van een zo groot mogelijke verlaging. Om dit te realiseren in het numeriek model, wordt een ontwatering gemodelleerd die correspondeert met het droogvallen van een pomp. Hiervoor wordt een Modflow DRN ingevoerd met een streefpeil van NAP -9m (ofwel het filterniveau). Dit was ook het geval tijdens de pompproef en ook tijdens de bemaling waar korte periodes van droogval en actief pompen elkaar afwisselden.



Figuur 5 Schematisch bemalingsplan. De locaties en hoeveelheden putten kunnen afwijken.

2.4 Gebiedseigen (Grond) waterstanden

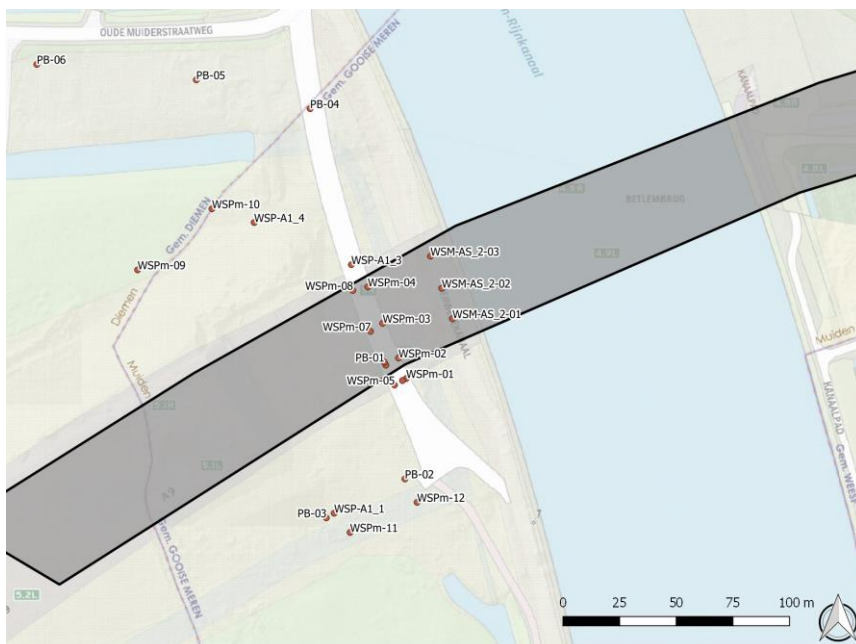
Het polderpeil ter plaatse van K039 is NAP -2,35m. De gemiddelde grondwaterstand in het 1^e watervoerend pakket is circa NAP -1,95m (SAAONE-GKU-RAP-300121; 2014).

In de omgeving liggen een drietal peilbuizen van Waternet die de grondwaterstanden geregistreerd hebben voordat de bemaling actief was. De gemiddelde grondwaterstand ter plaatse van K039 ligt tussen de waarden in van peilbuizen G09024, G10001 en K09001. Gezien de gemiddelde grondwaterstand van NAP -1,95m wordt vergelijkbare peilbuis G10001 aangehouden als referentie peilbuis om statistiek van de grondwaterstanden te bepalen.

De grondwaterstanden gedurende de werkzaamheden worden gemeten door een 19-tal spanningsmeters en een 6-tal peilbuizen. De locaties van deze meetpunten staan weergegeven in Figuur 6. Relevante meetdata wordt in volgende paragrafen beschreven.

Tabel 3 Grondwaterstanden in de 1e zandlaag (Waternet, 2018)

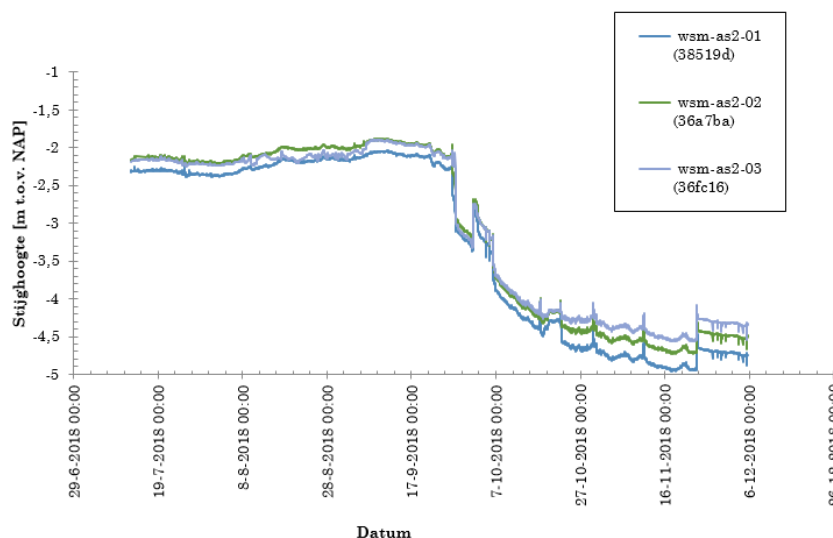
Locatie	Afstand tot K039 (m)	Maximum (m NAP)	GHG (m NAP)	Gemiddeld grondwater (m NAP)	GLG (m NAP)	Minimum (m NAP)
G09024	800	-1,52	-1,64	-1,69	-1,74	-1,85
G10001	2530	-0,97	-1,80	-1,89	-1,96	-2,45
K09001	650	-1,92	-2,38	-2,40	-2,44	-2,62



Figuur 6 Overzicht peilbuizen die geplaatst zijn t.b.v. de herstelwerkzaamheden

2.5 Gerealiseerde verlagingen tijdens de spanningsbemaling

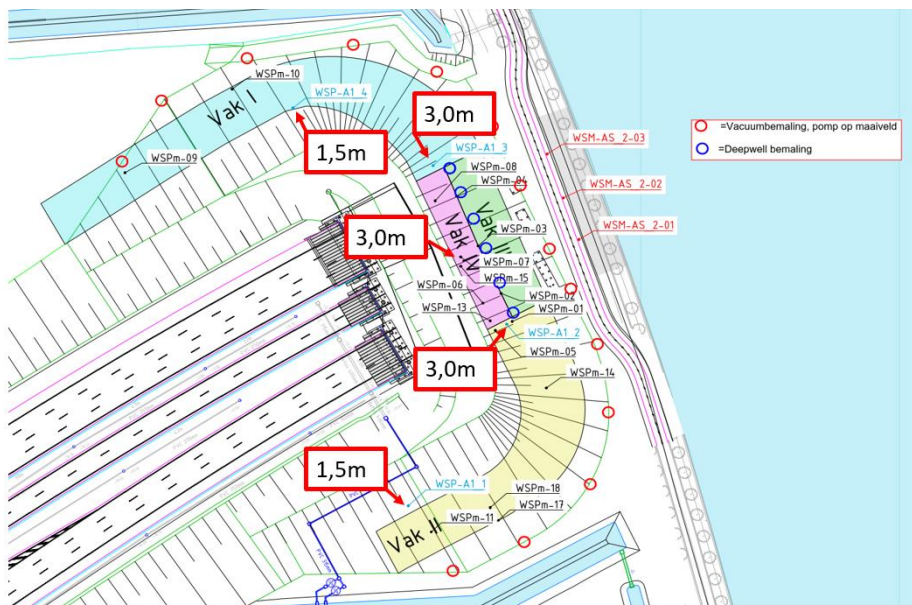
De verlagingen in de 1^e zandlaag die optreden zijn ter plaatsen van K039 relatief hoog als gevolg van de spanningsbemaling, met gemiddeld 2,65m en kan variëren tussen 2 en 3m (Figuur 7). Deze verlaging is ontwikkeld gedurende ca. 60 dagen bemalen. Omdat de 1^e zandlaag relatief dun is (ca. 2 á 3 m) en relatief ondoorlatend (ca. 5 m/d) kan een relatief grote verlaging gemakkelijk behaald worden.



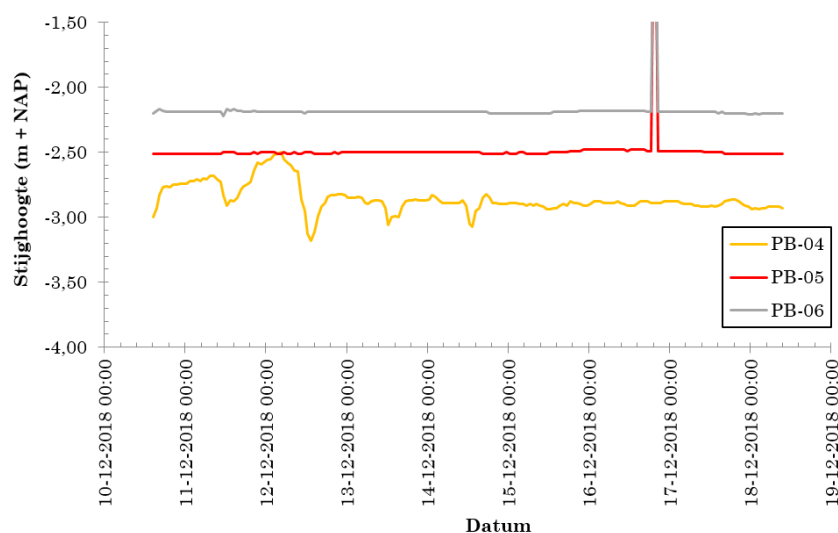
Figuur 7 Stijghoogte in de 1e zandlaag op de projectlocatie

Een schematische verdeling van de verlagingen staat weergegeven in Figuur 8. In dit Figuur blijkt dat de verlaging het grootst is in het hart van de bemaling (tussen de vacuumbemaling en deepwells), hier neigt de verlaging naar 3 m. Ten noorden en ten zuiden neigt de verlaging naar 1,5 m. Hierbij lijkt het erop dat de damwanden die de waterkering vormen voor het Amsterdam Rijn Kanaal ondoorlatend zijn in de 1^e zandlaag.

De verlagingen in de omgeving zijn bepaald aan de hand van 3 peilbuizen waarvan de filter in de 1^e zandlaag staan (zie Figuur 9). De verlagingen zijn bepaald aan de hand van een gemiddelde grondwaterstand van NAP -1,95 m. De locaties van deze peilbuizen staan weergegeven in Figuur 6.



Figuur 8 Overzicht verlagingen die opgetreden zijn tijdens spanningsbemaling in de 1^e zandlaag.



Figuur 9 Stijghoogtes in de 1e zandlaag gemeten in de omgeving van object K039

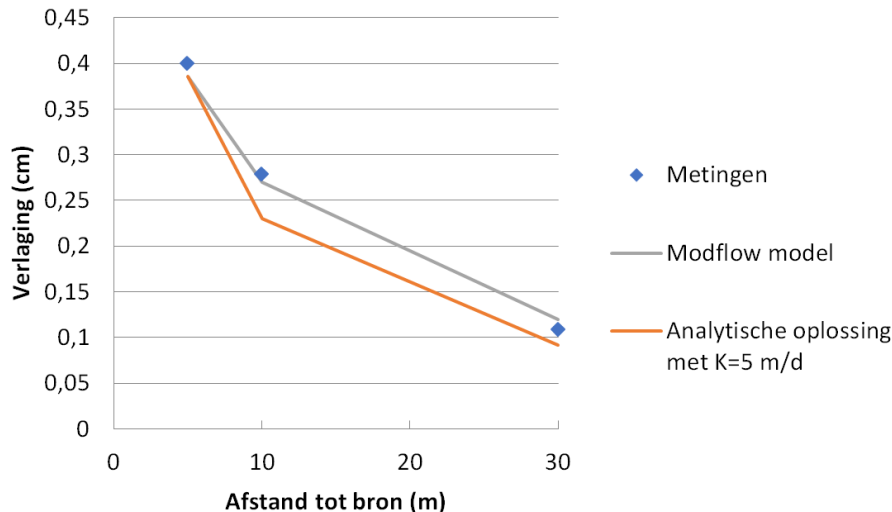
2.6 Grondwatermodel

Om de spanningsbemaling te modelleren is een geohydrologisch model opgesteld in GWVistas (version 7.20, build 14). Het model bestaat uit 5 geohydrologische lagen zoals weergegeven in Tabel 1, waarvan de veenlaag opgedeeld is in 5 lagen. Een gebied van 1,2 x 1,2 km² is gemodelleerd. Het model is geijkt aan de hand van de pompproef en van de verlagingen die zijn opgetreden tijdens de bemaling tussen 27-09-2018 en 06-12-2018.

3 IJking grondwatermodel

3.1 Pompproef

In de periode van 12-09-2018 en 17-09-2018 is een kleinschalige pompproef uitgevoerd om geohydrologische parameters inzichtelijk te maken die relevant zijn voor de spanningsbemaling van de 1^e zandlaag. Tijdens deze proef is circa 0,60 m³/uur onttrokken. In Figuur 10 staan de verlagingen weergegeven die gemeten zijn en die berekend zijn aan de hand van analytische oplossingen en een grondwatermodel. Een analytisch model is gebruikt om inzicht in de debietswaardes te verkrijgen alvorens het numeriek model te gebruiken, dit is het model voor een spanningsbemaling in een bron. Hieruit blijkt dat het grondwatermodel lokaal goed geijkt is.



Figuur 10 IJking verlagingen pompproef

Peilbuis	Diepte Filter	Afstand bron (m)	Verlaging (m)
wsm-17	1 ^e zandlaag (NAP -9,0m)	5	0,40
wsm-18	1 ^e zandlaag (NAP -9,0m)	10	0,24
wsm-as1-01	1 ^e zandlaag (NAP -8,5m)	30	0,10

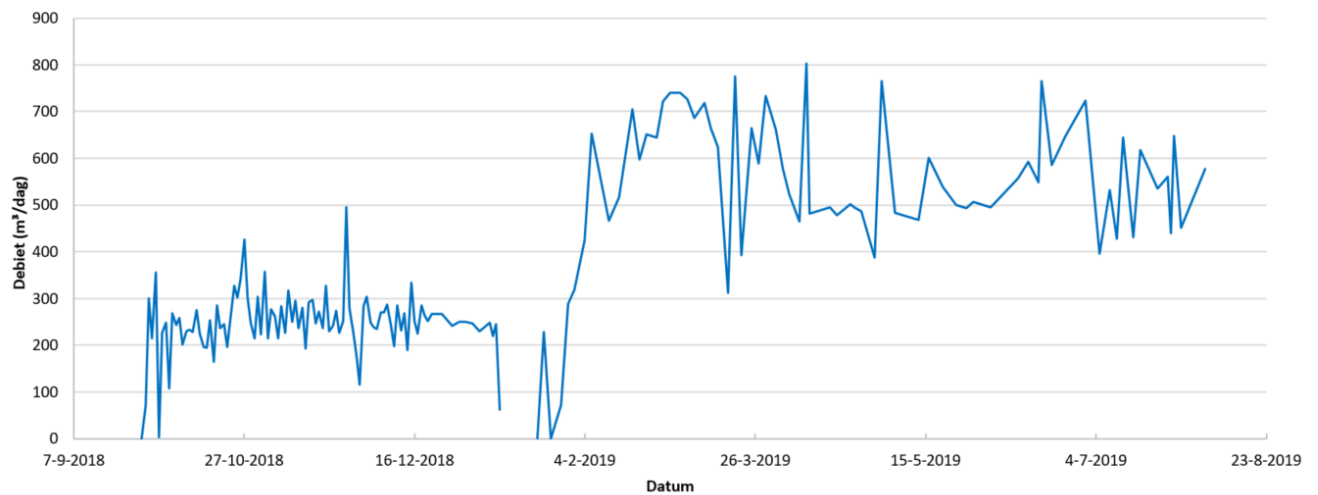
3.2 Amsterdam-Rijnkanaal

Het Amsterdam-Rijnkanaal is zelf een hydrologische barrière in de Eerste Zandlaag. De damwanden van het ARK staat in het kleiig zand tussen, dat tussen NAP -10 m en NAP -14 m ligt. In de modellering is uitgegaan dat de onderkant van het ARK hoger ligt dan NAP -10,5m, daarom worden de damwanden gemodelleerd met een lek conform onbehandelde sloten (doorlatendheid is 10⁻⁷ m/s conform CUR 166, Damwandconstructie, 4^e druk).

4 Resultaten grondwatermodellering

4.1 Debiet

De bemaling is doorgerekend onder stationaire condities om de maximale verlaging te bepalen. Om dit te realiseren wordt in het model totaal 24,0 m³/uur onttrokken (590 m³/d) over de 34 vacuümfilters en 5 deepwells in de 1^e zandlaag. De werkelijke bemaling heeft een debiet dat varieert tussen 100 en 780 m³/d, met een gemiddelde waarde van 590 m³/d in 2019 (zie Figuur 11).



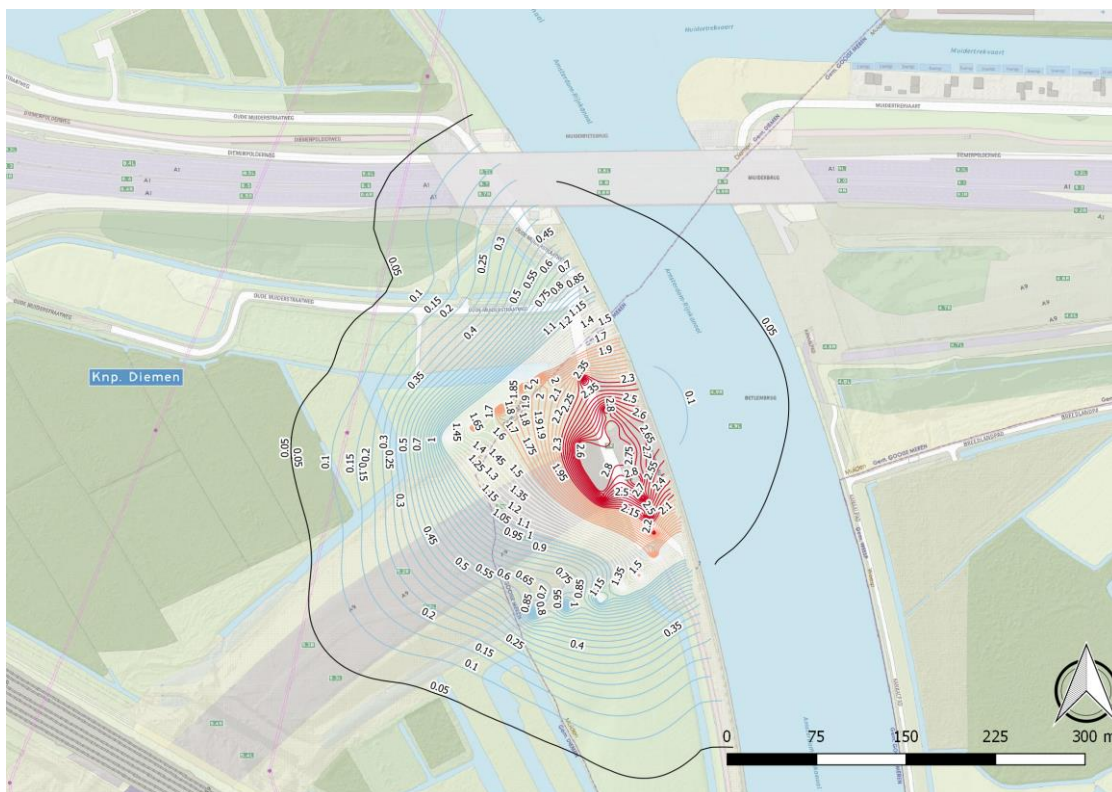
Figuur 11 Verpompt debiet

4.2 Grondwaterverlagingen

De contourlijnen voor een stationaire condities zijn weergegeven in Figuur 12 en Figuur 13. De invloedradius van de bemaling (0,05 m verlagingcontour) is circa 300m ten opzichte van het middelpunt van bemaling. De grondwaterverlagingen worden alleen ten westen van het ARK teruggevonden.



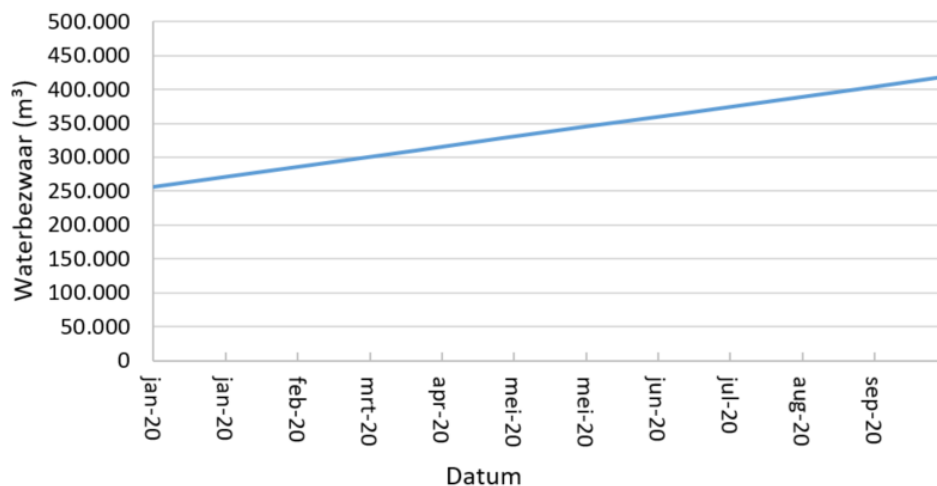
Figuur 12 Grondwaterverlaging (m) gedurende langdurige bemaling van de 1e zandlaag, met focus op de projectlocatie. In totaal zijn 34 filters gemodelleerd en 5 additionele deepwells nabij de teen v/h talud.



Figuur 13 Grondwaterverlagingen (m) als gevolg van de bemalingen

4.3 Waterbezwaar

Sinds 27-09-2018 is de bemaling actief, echter de einddatum van de herstelwerkzaamheden is vooralsnog onbekend. In de periode van 27-09-2018 en 5-8-2019 is 168.688 m³ verpompt. De geprognostiseerde eindtijd is vooralsnog mei 2020, op basis van een gemiddeld pompdebiet van 590 m³/dag wordt dan een totaal waterbezwaar van 327.988 m³ verwacht. In Figuur 14 is het waterbezwaar als functie van eindtijd weergegeven.



Figuur 14 Waterbezwaar als functie van einddatum (op basis van een debiet van 590 m³/dag)

5 Omgevingseffecten

5.1 Inleiding

De spanningsbemaling resulteert in verlagingen van de grondwaterstanden in de Eerste Zandlaag in de omgeving. Deze verlagingen kunnen omgevingseffecten veroorzaken en resulteren in zettingen. Deze effecten worden hier puntsgewijs omschreven.

5.2 Kanaaldijk west

5.2.1 Algemeen

Binnen het invloedsgebied van de bemaling bevindt zich het ARK met daarbij een dijk (Kanaaldijk West). Deze kanaaldijk heeft een waterkerende functie (primaire waterkering type C). In verband met de grondwaterverlagingen worden zettingen van de kruin verwacht en tevens een verandering van horizontale belasting tegen de damwand aan. De horizontale beïnvloeding van de damwand is getoetst in:

[1] SAAone, Beïnvloeding damwand Amsterdam Rijnkanaal; HLWA-P-2489; 23-05-2019

Het document is opgenomen in de bijlage. De conclusie uit het document is als volgt:

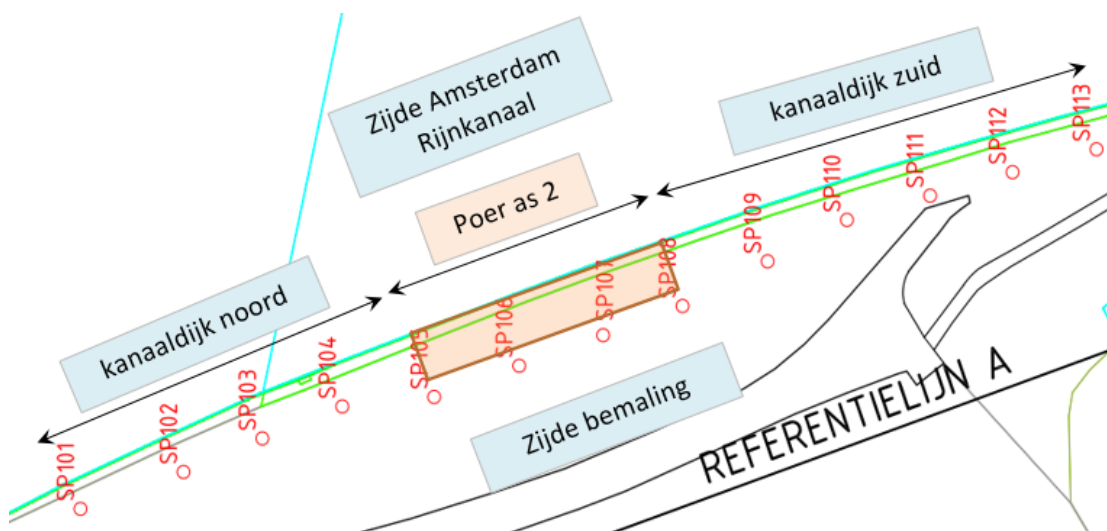
- De grondwaterstandverlaging heeft een gunstig effect op de krachtswerking en stabiliteit van de damwand, tevens in het geval van een aanvaring is de damwand beter bestand.
- De grondwaterstandverlaging heeft een gering verhogend effect op de ankerkracht. De ankerkracht neemt toe met 0,9 kN/m' (1,6 kN/anker).

De zetting van de kruin wordt in navolgende paragrafen beschreven. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van beschikbare monitoringsdata van de zetting van de kruin.

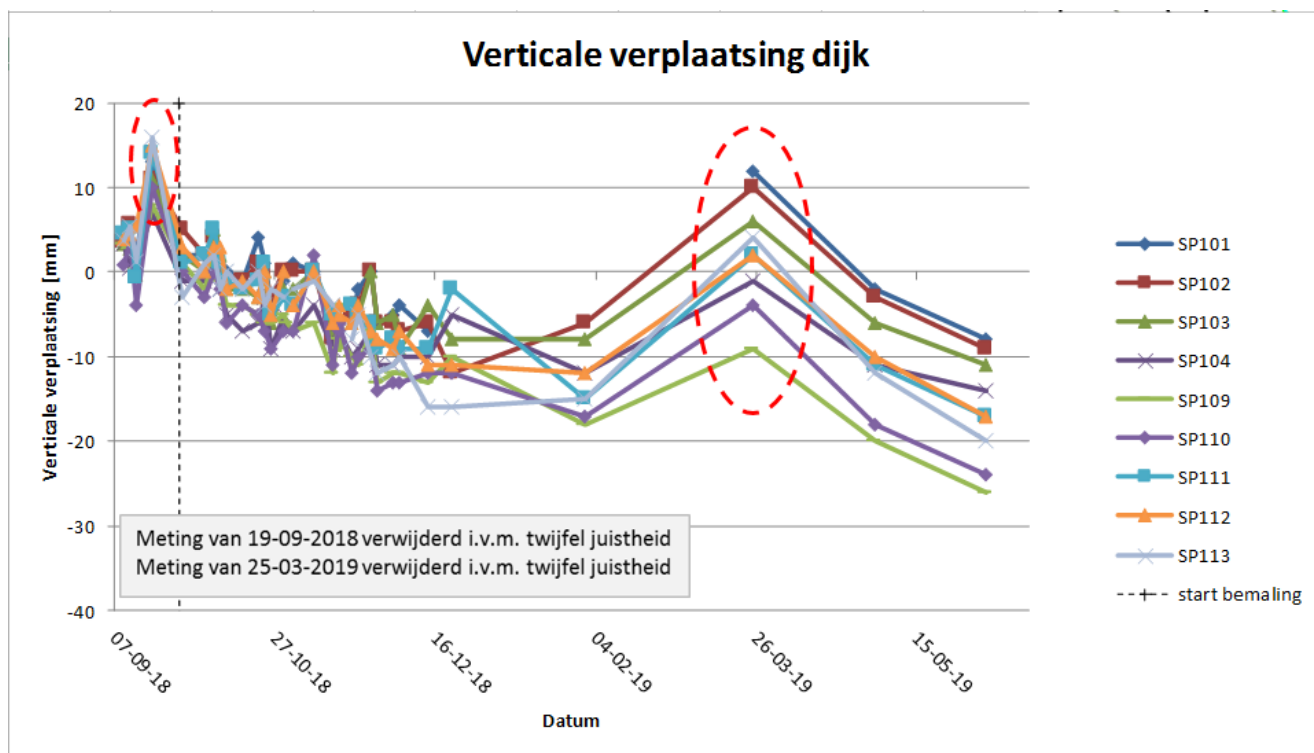
5.2.2 Monitoringsdata zetting kruin kanaaldijk

De voornoemde monitoring van de hoogteligging van de kruin van de dijk dient als nulmeting voorafgaand aan de bemalingswerkzaamheden. Na de bemalingswerkzaamheden zal de dijkhoogte hersteld worden tot de oorspronkelijke hoogte van de nulmeting. Afhankelijk van de optredende zetting zal er een geringe overhoogte gerealiseerd moeten worden aangezien de aanvulling ten behoeve van het herstellen van de hoogte een belastingverhoging betreft met wederom zetting tot gevolg. Deze overhoogte zal bepaald worden op het moment dat de bemaling wordt gestopt en wordt overgegaan op het herstellen van de opgetreden zetting.

De bemaling is gestart per 27-09-2018. Sindsdien is de kanaaldijk gemonitord op hoogte waarvan de resultaten zijn weergegeven in Figuur 16. Voor de overzichtelijkheid zijn alleen de resultaten van de meetpunten langs het ARK weergegeven en niet de meetpunten naast de betonpoer van as-2 (SP-105 t/m SP-108), aangezien de betonpoer de functie van de waterkering overneemt, zie Figuur 15. De resultaten zijn gebruikt voor het bijstellen van de zettingsanalyse. Opgemerkt wordt dat twee metingen niet zijn meegenomen in verband met twijfel over de juistheid van deze metingen.



Figuur 15 Overzicht meetpunten Kanaaldijk West ter hoogte van de bemaling.



Figuur 16 Zakking Kanaaldijk (west)

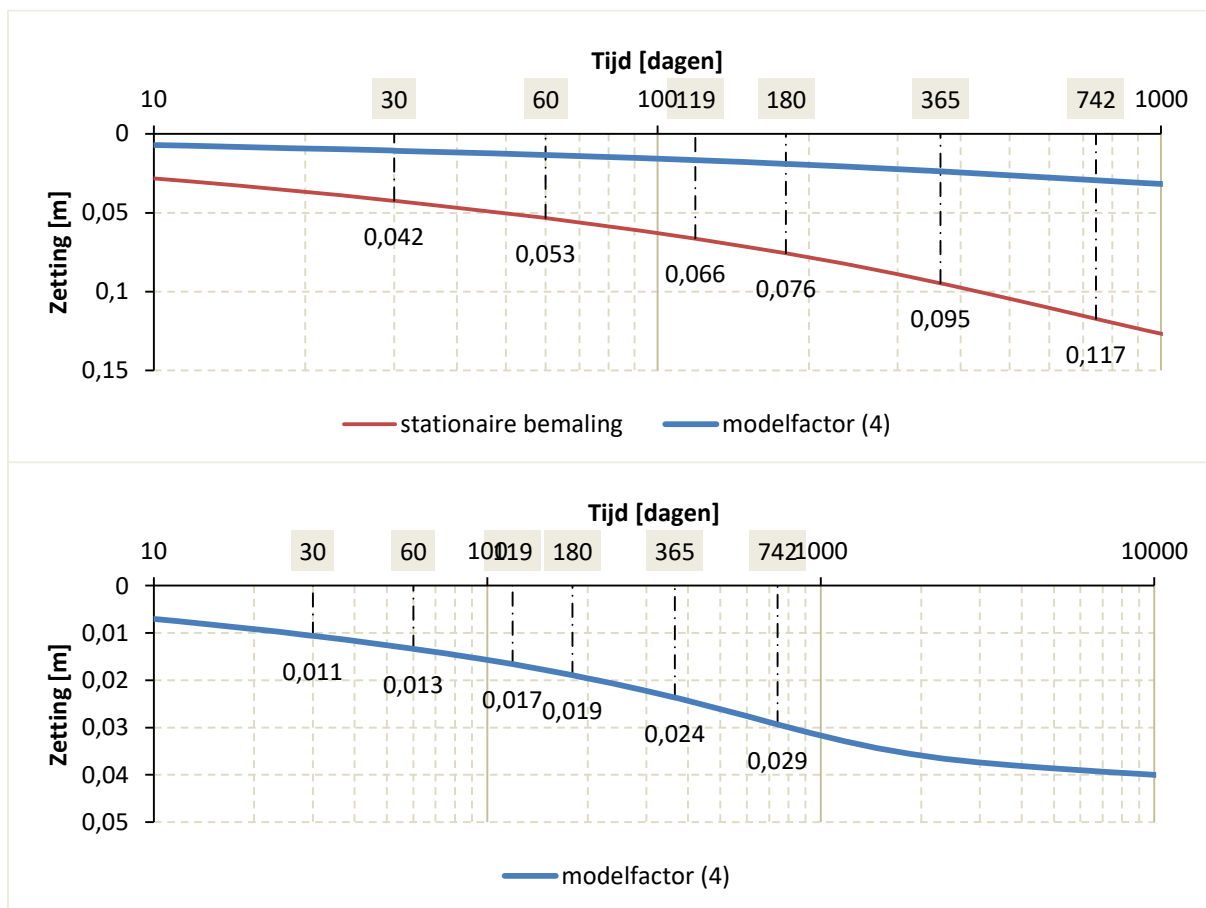
5.2.3 Berekende zettingen

Ten behoeve van de invloed van de bemaling op de dijkhoogte zijn de te verwachten zettingen beschouwd als gevolg van de bemaling. Hierbij worden enkele opmerkingen geplaatst welke van belang zijn in de beschouwing:

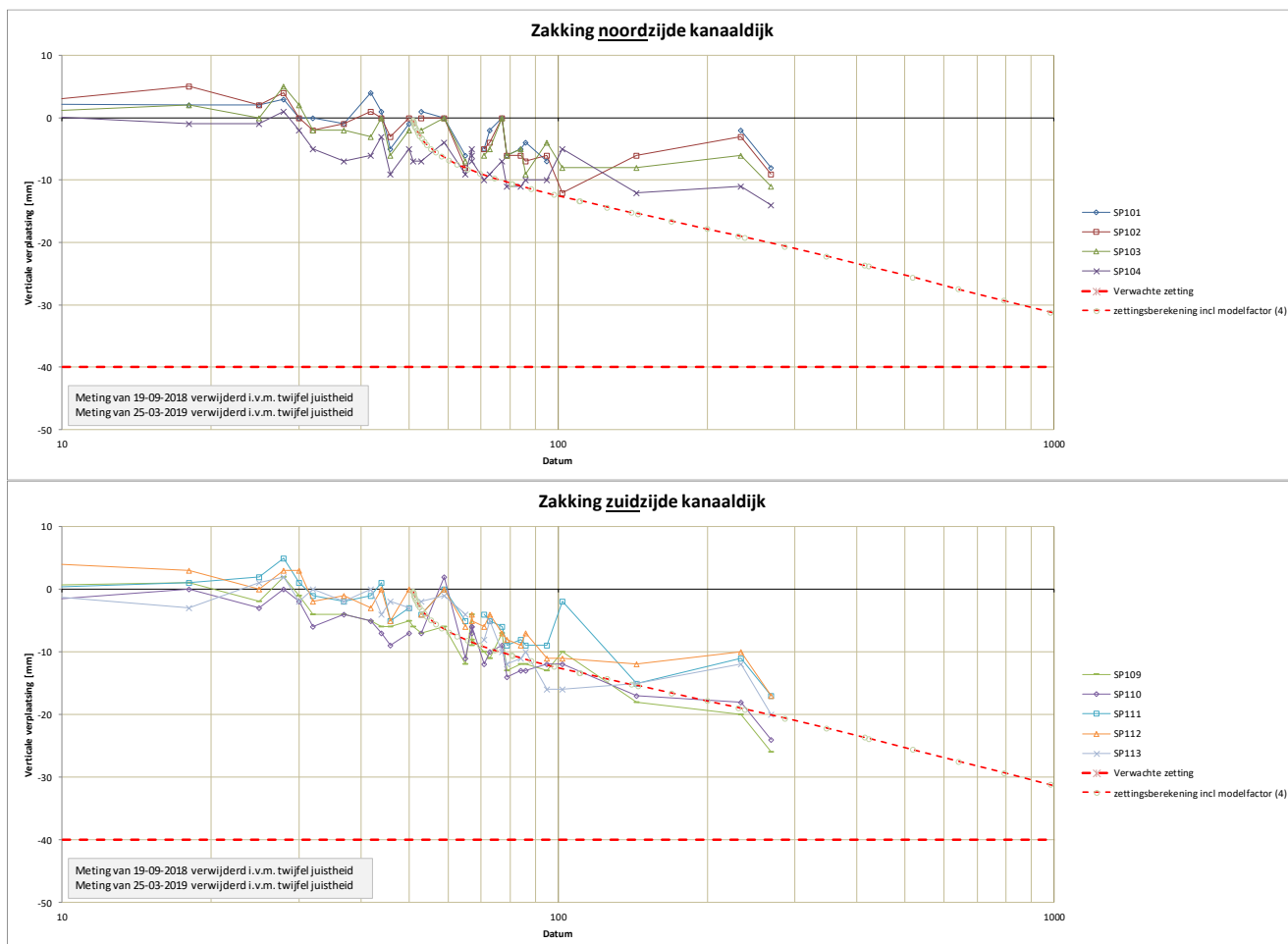
- De berekende verlaging in het watervoerende pakket is de meest nauwkeurige en heeft zich met circa 60 dagen ingesteld tot een stationaire verlaging.
- De berekende verlaging in het freatische pakket is onnauwkeurig en zal zich veel minder snel instellen ten opzichte van de verlaging in het watervoerende pakket. Dit in verband met de pompniveaus in het watervoerende pakket, waarbij het freatische water alleen indirect wordt beïnvloed door de bemaling.
- De veenlaag, welke zetting zal ondergaan en het dominante deel (ca. 95%) van de zetting zal leveren, zal zich langzaam instellen tot de berekende verlaging. Voor de snelheid wordt derhalve uitgegaan van de beschikbare gegevens uit het DO aardebaan *SAAONE-OGR-ONO-300003*. De consolidatiecoëfficiënt in de veenlaag is bepaald op $c_v = 3,3 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}^2$.
- Opgemerkt wordt dat de voornoemde c_v -waarde een lage waarde betreft, bepaald voor hoge spanningsverhogingen. In de situatie van de kanaaldijk is er sprake van een lage spanningsverhoging waardoor de c_v -waarde hoogstwaarschijnlijk hoger is, en dus sneller zal aanpassen.
- Bovenstaande benoemde onzekerheden omtrent het instellen van de verlagingen in de verschillende grondlagen wordt in de zettingsbeschouwing meegenomen. Hiervoor wordt uitgegaan van het principe dat de korrelspanningsverhoging pas effectief is bij de helft van het aantal dagen die noodzakelijk is voor het instellen van de stationaire verlaging. In het geval van deze bemaling is dat 30 dagen. In de grafieken welke volgen in deze memo komt dit overeen met 51 dagen, rekening houdend met de start van de bemaling tijdens de monitoringsduur van de dijk.
- De NEN-Bjerrum grondparameters uit het DO aardebaan zijn niet toegepast. Het model volgens Koppejan is toegepast waarbij de grondparameters afgestemd zijn op het DO aardebaan en engineering judgement van de geotechnisch adviseur. Zie hiervoor de DSettlement uitvoer in Bijlage 2.

In versie 1.0 van dit bemalingsplan is een modelfactor op de zettingen bepaald van 4 [-], gebaseerd op bovenstaande onzekerheden. De zettingen zijn hiermee 4x kleiner te verwachten dan berekend. Zie Figuur 17 voor de modelfactor en Figuur 18 voor de vergelijking met de monitoringsdata.

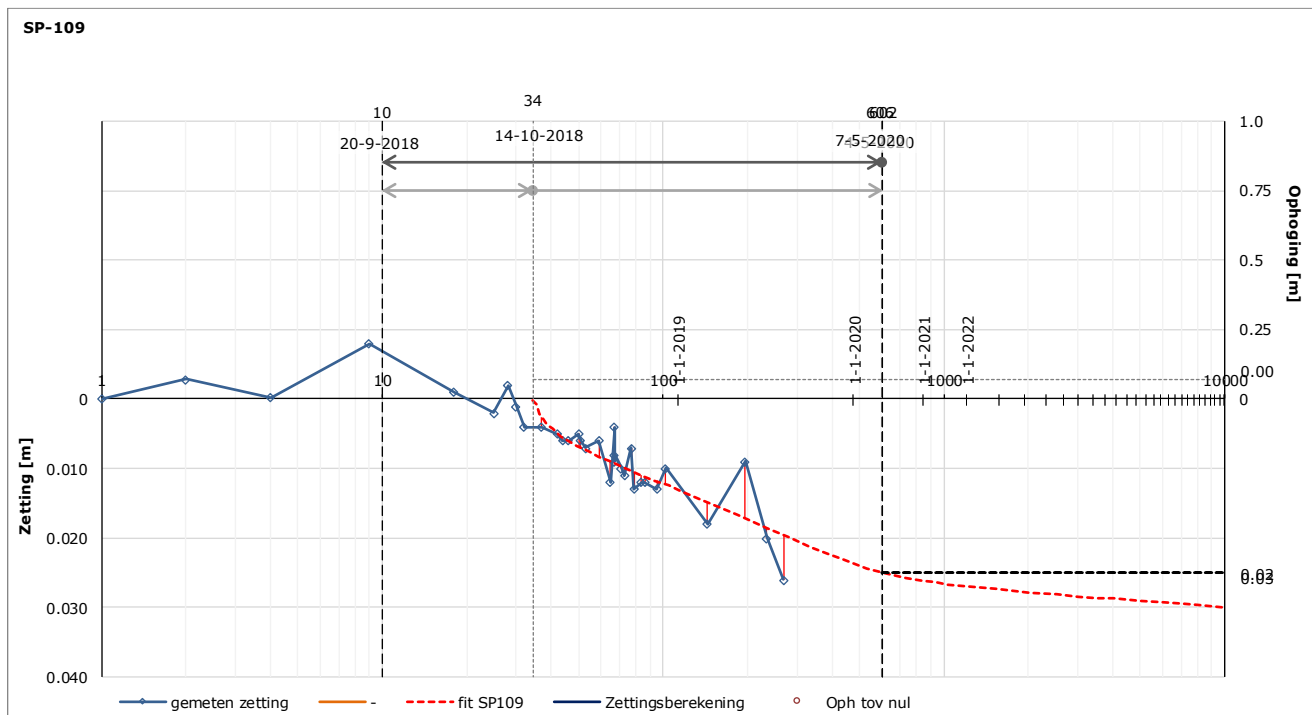
Op de monitoringsdata van de zettingen is aanvullend een fitberekeningen uitgevoerd op het monitoringspunt met de maatgevende zettingen SP-109. Het resultaat van de fitberekeningen is weergegeven in Figuur 19.



Figuur 17 Berekende zetting (inclusief modelfactor (4)) bij een stationaire bemaling en 100% aanpassing



Figuur 18 Zakking dijk versus zettingsberekening incl. modelfactor (4)



Figuur 19 Fitberekening monitoringsdata SP-109

Op basis van Figuur 17 t/m Figuur 19 is af te leiden dat tot 01-05-2020 de zetting kan toenemen tot **circa 25 mm**. Wordt gekeken naar de eindzetting dan kan deze toenemen tot circa 30 à 40mm.

5.3 Zettingen ter plaatse van K039 westelijk landhoofd as 1

5.3.1 Negatieve kleef paalfundering as 1

Zettingen die zullen optreden vanuit de verlaging van het grondwater zullen geen noemenswaardige invloed uitoefenen op kunstwerk K039. Het kunstwerk is op palen gefundeerd waardoor er sprake zal zijn van mobilisatie van negatieve kleef. Dit is toelaatbaar aangezien er rekening is gehouden met volledige negatieve kleef in het UO paalfundering.

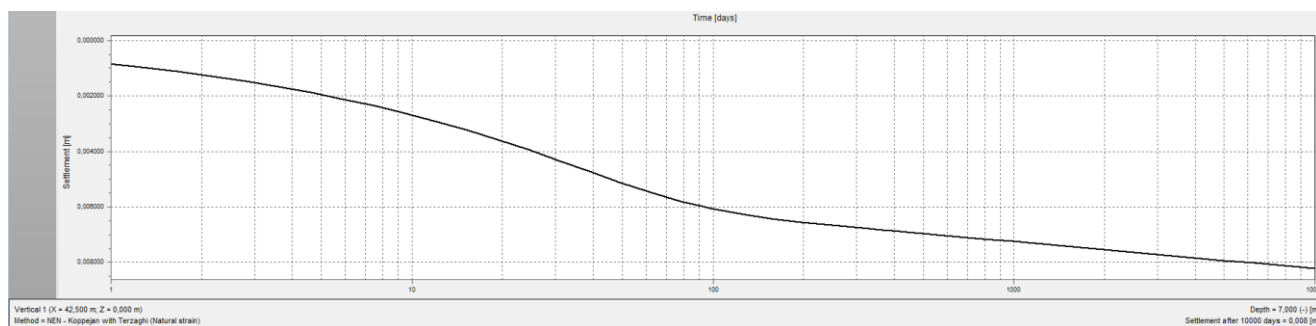
5.3.2 Zetting aardebaan en stootplaat uiteinde achter landhoofd as 1

Op basis van Figuur 12 is een grondwaterstandsverlaging bepaald ter plaatse van het uiteinde stootplaat van landhoofd as 1, van 2,0m. Op basis van deze verlaging is de additionele zetting bepaald. De uitgangspunten uit paragraaf 5.2.3 zijn gehanteerd waarbij opgemerkt wordt dat de gehanteerde c_v -waarde voor de situatie van de stootplaten wel juist is (hoge spanningen).

In Figuur 20 is het tijd-zettingsverloop over 30 jaar weergegeven. Zie voor de volledige berekening bijlage 5.

Na 30 jaar is er sprake van 8mm additionele zetting vanuit de grondwaterstandsverlaging van 2,0m. Tegen het einde van de bemalingsduur (01-05-2020) zal de zetting circa 7mm bedragen.

Geconcludeerd wordt dat de verlaging een geringe zetting veroorzaakt in verhouding met de heersende problematiek.



Figuur 20 Tijd-zettingsverloop verhoging t.p.v. de stootplaten van as 1

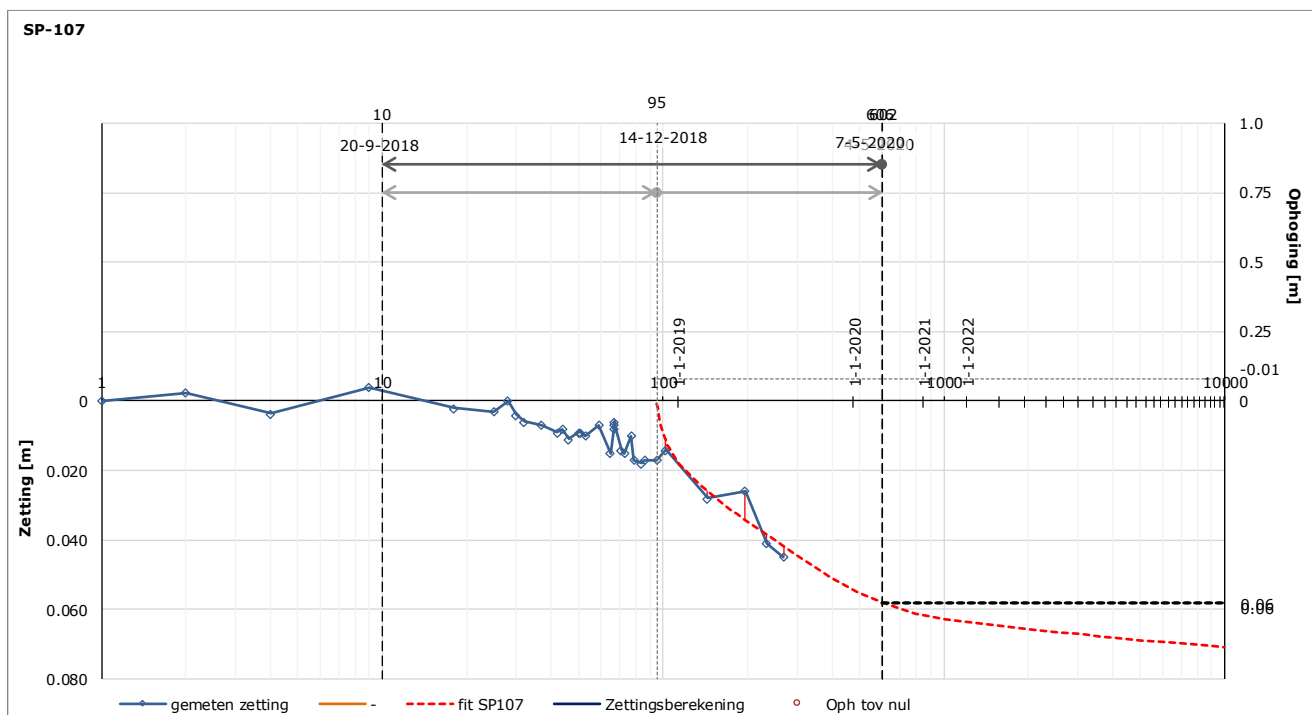
5.4 Zettingen ter plaatse van K039 pijler as 2

5.4.1 Negatieve kleef paalfundering as 2

Ter plaatse van de paalfundering van as 2 zal additionele negatieve kleef gemobiliseerd worden. Dit is toelaatbaar aangezien er rekening is gehouden met volledige negatieve kleef in het UO paalfundering.

5.4.2 Zakkende grond op de ankerstang as 2

Ten behoeve van de invloed op de verankering van as 2 vanuit zakkende grond op de ankerstang is een fitberekening uitgevoerd op het, meest betrouwbare, maatgevende monitoringspunt SP-107, zie Figuur 21. De te verwachte zetting tot 01-05-2020 bedraagt circa 60mm. Wordt gekeken naar de eindzetting dan kan deze toenemen tot circa 70mm.



Figuur 21 Fitberekening monitoringsdata SP-107

De verankering van het steunpunt as 2 is gedocumenteerd in de onderstaande documenten:

- Berekening maximale ankerkracht: SAAONE-OCC-BER-300090-1.0 Berekening KW039 UO tussensteunpunt west [K039-CV-E-UO-BR-1030] signed.
- Dimensionering ankerstaaf en groutlichaam: SAAONE-OCE-RAP-300001-1.0 K039 - Uitvoeringsontwerp verankering as 2 en 3 [K039-UO-GR-0005] signed.

Opgemerkt wordt dat voor de dimensionering van de afzonderlijke ankers uitgegaan is van een robuust ontwerp met overlengte van het groutlichaam. Hiervoor is de berekende maximale UGT ankerkracht verdubbeld, te weten: $657 \text{ kN/anker} * 2 = 1314 \text{ kN} \rightarrow 1300 \text{ kN/anker}$.

In bijlage 6 is de berekening van de zakkende grond op de ankerstang opgenomen. Geconcludeerd wordt:

- Additionele ankerkracht bedraagt 21 kN (inclusief partiële factor = 1,25).
- Maximale ankerkracht $F_{a,max} = 657 \text{ kN}$ [SAAONE-OCC-BER-300090].
- Toets anker: $R_{t;d;mtgv} = 1686 \text{ kN} > (657 + 21 = 678) \text{ kN} \rightarrow \text{u.c.} = 0,40$ Voldoet [SAAONE-OCE-RAP-300001].
- Toets vloeicriterium ankerstaaf: $\sigma_{staaf;d} = 355 < 500 \rightarrow \text{u.c.} = 0,71$ Voldoet (rekening houdende met 3,25mm corrosie).

Opgemerkt wordt dat de gehanteerde ongedraineerde schuifsterkte van het veen in de berekening van de zakking op de ankerstang bepaald is uit de waterspanningssonderingen cptu1, 3a, 4 en 5, en bedraagt $S_{u;verwachtingswaarde} = 22,9 \text{ kN/m}^2$ ($S_{u;verw} = q_{net;gem} / N_{kt}$; waarin: $N_{kt} = 20$ [-]). De bepaling is uitgevoerd conform: *Deltares Handreiking voor het bepalen van schuifsterkte parameters, WTI 2017 Toetsregel Stabiliteit; 2014*.

5.5 Kanaaldijk oost

Aan de oostkant van het ARK is een dijk gelegen (Kanaaldijk Oost). Deze dijk heeft geen beschermende functie voor het achterland (zoals de westzijde een type C waterkering betreft). De stijghoogte verlaging in de Eerste zandlaag is geprognostiseerd op minder dan 0,05m (en zijn dus verwaarloosbaar klein). Daarom worden geen noemenswaardige zettingen verwacht bij Kanaaldijk Oost.

5.6 Muiderbrug

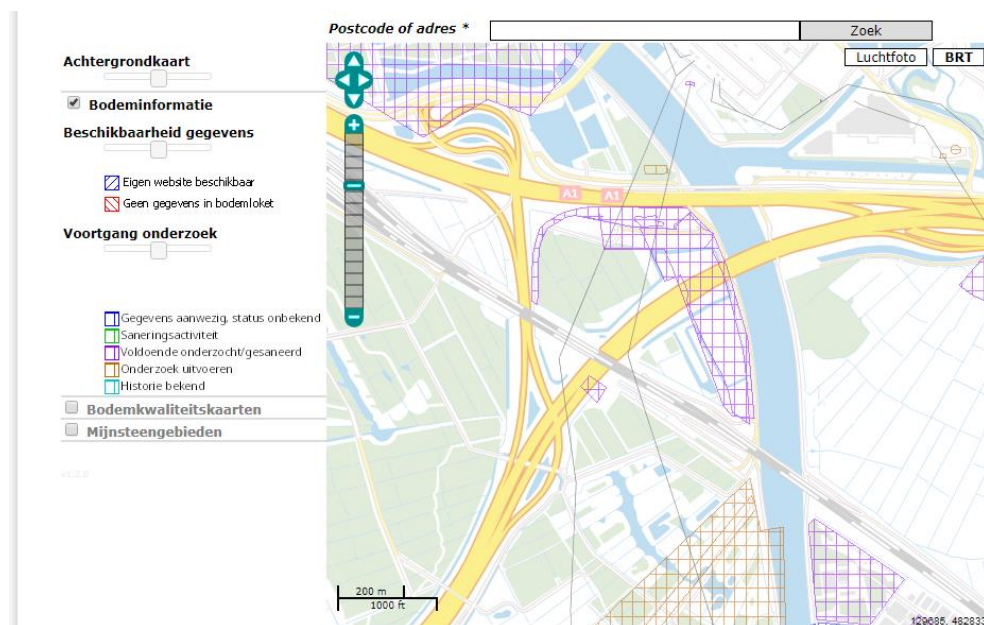
Ter hoogte van de Muiderbrug worden stijghoogte verlagingen tot 0,30m verwacht, wat in een minimale stijghoogte van NAP -2,25m resulteert. Deze stijghoogte valt binnen de natuurlijke fluctuaties zoals weergegeven volgens peilbuis G10001, waar een minimum van NAP -2,45m is waargenomen. Daarom worden geen significante additionele zettingen verwacht.

5.7 Verontreinigingen

In en rondom de projectlocatie zijn verschillende verontreinigingen gevonden die mogelijk beïnvloed kunnen worden door de bemaling (zie Figuur 22).

- Aan de Oude Muiderstraatweg 12 (ten Noorden van K039) is een sterke verontreiniging in het grondwater aanwezig van minerale olie. Deze meting is verricht in het Veen tussen NAP -1,5m tot NAP -2,0m. Deze verontreiniging betreft 100m³ bodemvolume (Grontmij, 2011, GM-0028131). Deze verontreiniging is gelegen op 92m afstand van de noordelijke bemalingsputten. Dit zou resulteren in ca. 2cm verplaatsing per jaar (bij een retardatie van 100, wat realistisch is voor minerale olie in veen/klei). Deze verplaatsing wordt daarom acceptabel geacht.
- De voormalige stortlocatie is heterogeen verontreinigd, waar vooral de veenlaag verontreinigd is (Grontmij, 2011, GM-0035735). Het betreft matige verontreinigingen van xylenen, vluchtige aromaten, minerale olie, benzeen en PAKs (zoals naftaleen en fanatreen). Op diepte van de 1^e zandlaag is eenmalig een matige verontreiniging aangetroffen in het grondwater. Een deel van de stortlocatie bevindt zich binnen het invloedsgebied van de pompproef en de bemaling. Dit wil zeggen dat een kans aanwezig is op het verplaatsen en het oppompen van verontreinigd grondwater.
- Tijdens de pompproef is een meting verricht van bemalen grondwater (op 10-09-2018); in dit monster is geen verontreiniging aangetroffen (zie Bijlage 1). Echter, tijdens de bemaling sinds 27-09-2018 is op 21-12-2018 een verhoging van PAK (4,0 µg/l) en naftaleen (2,2 µg/l) aangetroffen (zie Bijlage 2). Daarom wordt het bemalingswater gefilterd middels een zandfilter en een actief koolfilter alvorens het geloosd wordt, zodat het lozingswater conform het Besluit Lozen Buiteninrichtingen is, BLBi (zie Bijlage 3).

Omdat het grondwater gefilterd wordt, voldoet het aan de waterkwaliteitseisen conform de norm van het lozen op buiten inrichtingen (Besluit lozen buiten inrichtingen).



Figuur 22 Screenshot Bodemloket

5.8 Archeologie en rijksmonumenten

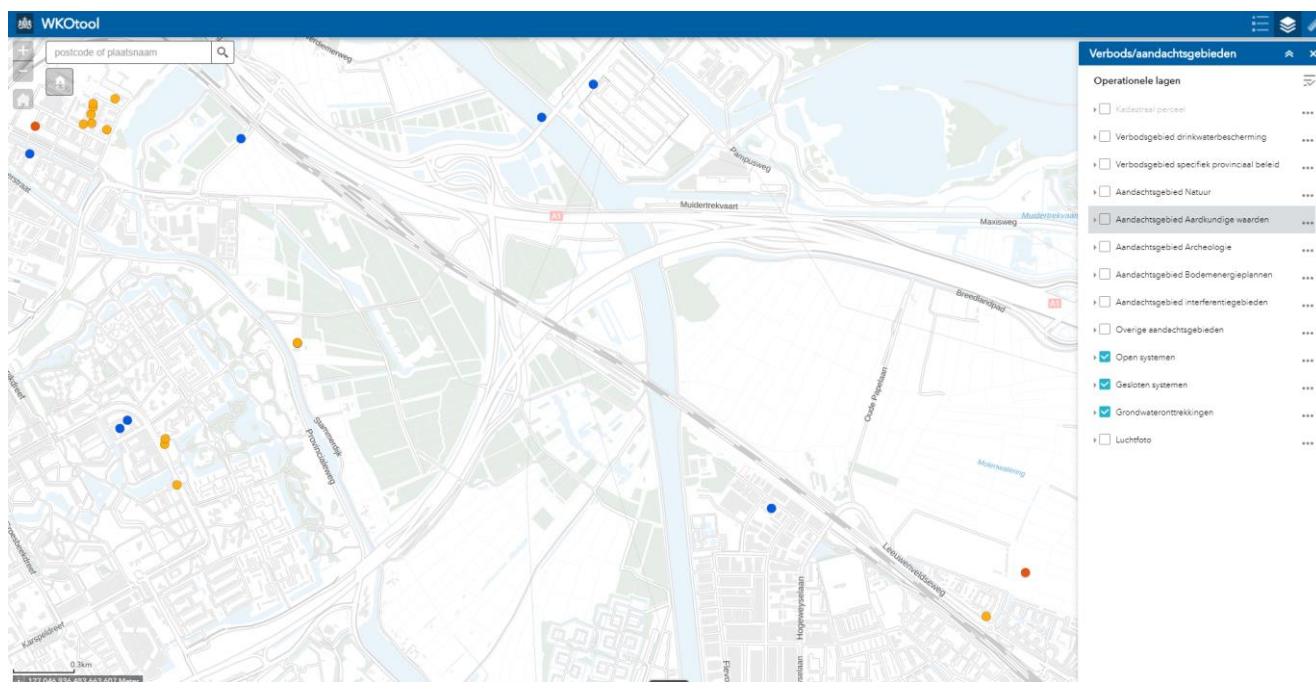
In het invloedsgebied zijn geen archeologische objecten of rijksmonumenten aanwezig (archeologieinnederland.nl; 2018).

5.9 Grondwaterbeschermingsgebieden en Natuurgebieden

In het invloedsgebied bevinden zich geen grondwaterbeschermingsgebieden of natuurgebieden

5.10 Energiesystemen

Binnen het invloedsgebied bevinden zich geen bodem energiesystemen (bron: WKOtool.nl, ingezien op 8-8-2019).



Figuur 23 Screen-shot WKOtool.nl

6 Vergunning

6.1 Grondwateronttrekking

De projectlocatie ligt in het beheersgebied van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht. Het Waterschap heeft regels opgesteld voor grondwateronttrekking. Een bemaling is vergunningsplichtig indien wordt voldaan aan de volgende voorwaarden:

- Looptijd langer dan 6 maanden
- Debieten: 50 m³/uur, 15.000 m³/maand.

Gezien de duur van de geplande bemaling is deze bemaling vergunningsplichtig; zelfs is het debiet relatief klein met ca 25 m³/uur.

Voor elke vergunningsplichtige bemaling is een m.e.r. beoordeling vereist. Omdat de bemaling onder de D-lijst drempel van de m.e.r. valt (waterbezwaar van minder dan 1,5 miljoen m³) is een vormvrije m.e.r. beoordeling nodig.

6.2 Lozen van het bemalingswater

Het lozen gebeurt in een lokale watergang ten zuiden van K039. Het grondwater wordt gefilterd alvorens het geloosd wordt zodat de waterkwaliteit conform het Besluit lozen buiten inrichtingen is (Blbi).

7 Conclusies

Nabij het westelijke landhoofd van de Betlebrug (object K039) wordt een tijdelijke spanningsbemaling uitgevoerd in de 1^e zandlaag om het overspannen veen bespoedigend te draineren. De tijdelijke bemaling is actief sinds 27-09-2018 en duurt tot ca mei 2020. Gezien de duur is de bemaling vergunningsplichtig.

De Eerste zandlaag waarin bemalen wordt is relatief dun en is matig doorlatend, waardoor het ontrekkingsdebiet rond 25 m³/uur ligt. De bemaling bestaat uit 2 bemalingslijnen, namelijk: vacuüm bemaling om de teen van het talud en een rij deepwells in het centrum van het talud van K039. Het waterbezwaar wordt geprognoseerd op 327.988 m³ (op basis van einddatum in mei 2020).

De omgevingseffecten zijn gering, en worden puntsgewijs benoemd:

- De radius van het invloedsgebied van de grondwaterverlagingen is ca. 300m.
- De bemaling zal zettingen van de west dijk v/h Amsterdam Rijn Kanaal teweegbrengen. Deze zettingen zullen actief gemonitord worden tijdens de bemaling en hersteld worden na beëindigen van de bemaling.
- Het effect van zakkende grond op de ankerstangen van de verankering van as 2 is acceptabel.
- Additionele zettingen van de aardebaan zijn zeer gering en liggen in de orde grootte van millimeters.
- De oostzijde van het Amsterdam-Rijnkanaal wordt niet noemenswaardig beïnvloed door de bemaling, omdat het Amsterdam-Rijnkanaal als barrière dient. Daardoor worden geen significant effect op de oostelijke waterkering en landhoofd verwacht.
- Grondwaterverlagingen onder de Muiderbrug bedragen ca. 30cm en valt daarmee in natuurlijke fluctuaties, daarom worden hier geen negatieve effecten verwacht.
- Het veen dat boven de 1^e zandlaag ligt is verontreinigd. Als gevolg hiervan wordt verontreinigd grondwater opgepompt door de bemaling. Om aan de lozingseisen te voldoen wordt het grondwater gefilterd alvorens het geloosd wordt op een lokale watergang.

Crux Engineering B.V.
B. Flierman
Pedro de Medinalaan 3c
1086 XK AMSTERDAM

Blad 1 van 3

Uw projectnaam : SAAONE brug ARK
Uw projectnummer : 18321
SYNLAB rapportnummer : 12868265, versienummer: 1

Rotterdam, 11-09-2018

Geachte heer/mevrouw,

Hierbij ontvangt u de analyse resultaten van het laboratoriumonderzoek ten behoeve van uw project 18321. Het onderzoek werd uitgevoerd conform uw opdracht. De gerapporteerde resultaten hebben uitsluitend betrekking op de geteste monsters. De door u aangegeven omschrijvingen voor de monsters en het project zijn overgenomen in dit analyserapport.

Het onderzoek is uitgevoerd door SYNLAB Analytics & Services B.V., gevestigd aan de Steenhouwerstraat 15 in Rotterdam (NL). Indien het onderzoek is uitgevoerd door derden of het SYNLAB laboratorium in Frankrijk (99-101 Avenue Louis Roche, Gennevilliers) is dit in het rapport aangegeven.

Dit analyserapport bestaat inclusief bijlagen uit 3 pagina's. In geval van een versienummer van '2' of hoger vervallen de voorgaande versies. Alle bijlagen maken onlosmakelijk onderdeel uit van het rapport. Alleen vermenigvuldiging van het hele rapport is toegestaan.

Mocht u vragen en/of opmerkingen hebben naar aanleiding van dit rapport, bijvoorbeeld als u nadere informatie nodig heeft over de meetonzekerheid van de analyseresultaten in dit rapport, dan verzoeken wij u vriendelijk contact op te nemen met de afdeling Customer Support.

Per 30 maart 2018 is ALcontrol B.V. overgegaan naar de nieuwe naam SYNLAB Analytics & Services B.V. Alle erkenningen van ALcontrol B.V./ALcontrol Laboratories blijven van kracht en zijn/worden omgezet naar SYNLAB Analytics & Services B.V.

Wij vertrouwen er op u met deze informatie van dienst te zijn.

Hoogachtend,



Jaap-Willem Hutter
Technical Director

Projectnaam SAAONE brug ARK
Projectnummer 18321
Rapportnummer 12868265 - 1

Orderdatum 10-09-2018
Startdatum 10-09-2018
Rapportagedatum 11-09-2018

Nummer	Monstersoort	Monsterspecificatie		
001	Afvalwater	influent-1-1 influent		
Analyse	Eenheid	Q	001	
METALEN				
kwik	µg/l	Q	<0.5	
lood	µg/l	Q	<8	
ijzer Totaal	µg/l	Q	1500	
zink	µg/l	Q	<20	
VLUCHTIGE AROMATEN				
benzeen	µg/l	Q	<0.2	
tolueen	µg/l	Q	<0.2	
ethylbenzeen	µg/l	Q	<0.2	
o-xyleen	µg/l	Q	<0.1	
p- en m-xyleen	µg/l	Q	<0.2	
xylene	µg/l	Q	<0.30	
totaal BTEX	µg/l	Q	<1	
naftaleen	µg/l	Q	<0.8	
POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN				
naftaleen	µg/l	Q	<0.1	
fenantreen	µg/l	Q	<0.02	
antraceen	µg/l	Q	<0.02	
fluoranteen	µg/l	Q	<0.02	
benzo(a)antraceen	µg/l	Q	<0.02	
chryseen	µg/l	Q	<0.02	
benzo(k)fluoranteen	µg/l	Q	<0.01	
benzo(a)pyreen	µg/l	Q	<0.01	
benzo(ghi)peryleen	µg/l	Q	<0.02	
indeno(1,2,3-cd)pyreen	µg/l	Q	<0.02	
pak-totaal (10 van VROM)	µg/l	Q	<0.5	
MINERALE OLIE				
fractie C10-C12	µg/l		<10	
fractie C12-C22	µg/l		<10	
fractie C22-C30	µg/l		<10	
fractie C30-C40	µg/l		<10	
totaal olie C10 - C40	µg/l	Q	<50	
DIVERSE NATCHEMISCHE BEPALINGEN				
onopgel.best./zwev.stof	mg/l	Q	<10	
monstervolume tbv analyse	ml		500	

De met Q gemerkte analyses zijn geaccrediteerd door de RvA.

Paraaf :



Projectnaam SAAONE brug ARK
Projectnummer 18321
Rapportnummer 12868265 - 1

Orderdatum 10-09-2018
Startdatum 10-09-2018
Rapportagedatum 11-09-2018

Analyse	Monstersoort	Relatie tot norm
kwik	Afvalwater	Eigen methode (ontsluiting conform NEN-EN-ISO 15587-1, meting conform NEN-ISO 16772)
lood	Afvalwater	Ontsluiting conform NEN-EN-ISO 15587-1, meting conform NEN 6966 en NEN-EN-ISO 11885
ijzer Totaal	Afvalwater	Idem
zink	Afvalwater	Idem
benzeen	Afvalwater	Eigen methode, headspace GCMS
tolueen	Afvalwater	Idem
ethylbenzeen	Afvalwater	Idem
o-xyleen	Afvalwater	Idem
p- en m-xyleen	Afvalwater	Idem
xylenen	Afvalwater	Eigen methode, analyse headspace GCMS.
totaal BTEX	Afvalwater	Eigen methode, headspace GCMS
naftaleen	Afvalwater	Idem
naftaleen	Afvalwater	Eigen methode
fenantreen	Afvalwater	Idem
antraceen	Afvalwater	Idem
fluoranteen	Afvalwater	Idem
benzo(a)antraceen	Afvalwater	Idem
chryseen	Afvalwater	Idem
benzo(k)fluoranteen	Afvalwater	Idem
benzo(a)pyreen	Afvalwater	Idem
benzo(ghi)peryleen	Afvalwater	Idem
indeno(1,2,3-cd)pyreen	Afvalwater	Idem
pak-totaal (10 van VROM)	Afvalwater	Idem
totaal olie C10 - C40	Afvalwater	Eigen methode, hexaan-extractie, clean-up, analyse m.b.v. GC-FID
onopgel.best./zwev.stof	Afvalwater	Conform NEN 6621

Monster	Barcode	Aanlevering	Monstername	Verpakking
001	F5808681	10-09-2018	10-09-2018	ALC227
001	F5808680	10-09-2018	10-09-2018	ALC227
001	U3131546	10-09-2018	10-09-2018	ALC247
001	G6351134	10-09-2018	10-09-2018	ALC236
001	U3131547	10-09-2018	10-09-2018	ALC247
001	G6351141	10-09-2018	10-09-2018	ALC236
001	S0926180	10-09-2018	10-09-2018	ALC237

Paraaf :



Theo van Velzen Bronbemaling B.V.
T.a.v. de heer M. Vlaar
Postbus 60
1850 AB HEILOO

Uw kenmerk : 16683 Saaone ARK-brug Merwedekanaal Muiden
Ons kenmerk : Project 843352
Validatieref. : 843352_certificaat_v1
Opdrachtverificatiecode: CYAK-VVRC-RFVT-JRBE
Bijlage(n) : 2 tabel(len) + 1 bijlage(n)

Amsterdam, 21 december 2018

Hierbij zend ik u de resultaten van het laboratoriumonderzoek dat op uw verzoek is uitgevoerd in de door u aangeboden monsters.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op de monsters, zoals die door u voor analyse ter beschikking werden gesteld.

Het onderzoek is, met uitzondering van eventueel uitbesteed onderzoek, uitgevoerd door Eurofins Omegam volgens de methoden zoals ze zijn vastgelegd in het geldende accreditatie-certificaat L086 en/of in de bundel "Analysevoorschriften Eurofins Omegam". De in dit onderzoek uitgevoerde onderzoeksmethoden van de geaccrediteerde analyses zijn in een aparte bijlage als onderdeel van dit analyse-certificaat opgenomen. De methoden zijn, voor zover mogelijk, ontleend aan de accreditatieprogramma's/schema's en NEN- EN- en/of ISO-voorschriften.

Ik wijs u erop dat het analyse-certificaat alleen in zijn geheel mag worden gereproduceerd. Ik vertrouw erop uw opdracht volledig en naar tevredenheid te hebben uitgevoerd. Heeft u naar aanleiding van deze rapportage nog vragen, dan verzoek ik u contact op te nemen met onze klantenservice.

Hoogachtend,
namens Eurofins Omegam,



Ing. J. Tukker
Manager productie

Op dit certificaat zijn onze algemene voorwaarden van toepassing.
Dit analyse-certificaat mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

Eurofins Omegam B.V.
H.J.E. Wenckbachweg 120
NL-1114 AD Amsterdam-Duivendrecht
Nederland

T +31-(0)20-597 66 80
CSOmegam@eurofins.com
www.eurofins.nl

IBAN NL 16 BNPA 0227667980
BIC BNPANL2A
BTW nr. NL8139.67.132.B01
KvK nr. 34215654

 ANALYSECERTIFICAAT

Project code : 843352
 Project omschrijving : 16683 Saaone ARK-brug Merwedekanaal Muiden
 Opdrachtgever : Theo van Velzen Bronbemaling B.V.

Monsterreferenties

5851035 = Lozing

Opgegeven bemonsteringsdatum :	20/12/2018
Ontvangstdatum opdracht :	20/12/2018
Startdatum :	20/12/2018
Monstercode :	5851035
Matrix :	Grondwater

Organische parameters - aromatisch
Polycyclische koolwaterstoffen:

Q acenaften	µg/l	1,0
Q acenaftyleen	µg/l	0,13
Q anthraceen	µg/l	0,02
Q benzo(a)antraceen	µg/l	< 0,01
Q benzo(a)pyreen	µg/l	< 0,01
Q benzo(b)fluoranteen	µg/l	< 0,02
Q benzo(ghi)peryleen	µg/l	< 0,02
Q benzo(k)fluoranteen	µg/l	< 0,01
Q chryseen	µg/l	< 0,01
Q dibenz(a,h)antraceen	µg/l	< 0,01
Q fenantreen	µg/l	0,12
Q fluoranteen	µg/l	0,01
Q fluoreen	µg/l	0,40
Q indeno(1,2,3-cd)pyreen	µg/l	< 0,02
Q naftaleen	µg/l	2,2
Q pyreen	µg/l	< 0,01
som PAK (EPA)	µg/l	4,0
som PAK (10)	µg/l	2,4

ANALYSECERTIFICAAT

Project code	: 843352
Project omschrijving	: 16683 Saaone ARK-brug Merwedekanaal Muiden
Opdrachtgever	: Theo van Velzen Bronbemaling B.V.

Opmerkingen m.b.t. analyses

Opmerking(en) algemeen

Sommatie van concentraties voor groepsparameters

De sommatie is uitgevoerd volgens AS3000 paragraaf 2.5.2 en bijlage 3.

ANALYSECERTIFICAAT

Project code	:	843352
Project omschrijving	:	16683 Saaone ARK-brug Merwedekanaal Muiden
Opdrachtgever	:	Theo van Velzen Bronbemaling B.V.

Analysemethoden in Grondwater

In dit analysecertificaat zijn de met 'Q' gemerkte analyses uitgevoerd volgens de onderstaande analysemethoden. Deze analyses zijn vastgelegd in het geldende accreditatie-certificaat met bijbehorende verrichtingenlijst L086 van Eurofins Omegam BV.

PAKs : Eigen methode

Bijlage 3: Certificaat 918320

Theo van Velzen Bronbemaling B.V.
T.a.v. de heer M. Vlaar
Postbus 60
1850 AB HEILOO

Uw kenmerk : 16683 - SAAone EPCM - Merwedekanaal - Muiden
Ons kenmerk : Project 918320
Validatieref. : 918320_certificaat_v1
Opdrachtverificatiecode: RQRN-BEBC-GBFB-BXFB
Bijlage(n) : 3 tabel(len) + 1 oliechromatogram(men) + 1 bijlage(n)

Amsterdam, 30 juli 2019

Hierbij zend ik u de resultaten van het laboratoriumonderzoek dat op uw verzoek is uitgevoerd in de door u aangeboden monsters.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op de monsters, zoals die door u voor analyse ter beschikking werden gesteld.

Het onderzoek is, met uitzondering van eventueel uitbesteed onderzoek, uitgevoerd door Eurofins Omegam volgens de methoden zoals ze zijn vastgelegd in het geldende accreditatie-certificaat L086 en/of in de bundel "Analysevoorschriften Eurofins Omegam". De in dit onderzoek uitgevoerde onderzoeksmethoden van de geaccrediteerde analyses zijn in een aparte bijlage als onderdeel van dit analyse-certificaat opgenomen. De methoden zijn, voor zover mogelijk, ontleend aan de accreditatieprogramma's/schema's en NEN- EN- en/of ISO-voorschriften.

Ik wijs u erop dat het analyse-certificaat alleen in zijn geheel mag worden gereproduceerd. Ik vertrouw erop uw opdracht volledig en naar tevredenheid te hebben uitgevoerd. Heeft u naar aanleiding van deze rapportage nog vragen, dan verzoek ik u contact op te nemen met onze klantenservice.

Hoogachtend,
namens Eurofins Omegam,



Ing. J. Tukker
Manager productie

Op dit certificaat zijn onze algemene voorwaarden van toepassing.
Dit analyse-certificaat mag niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

ANALYSECERTIFICAAT

Project code : 918320
 Project omschrijving : 16683 - SAAone EPCM - Merwedekanaal - Muiden
 Opdrachtgever : Theo van Velzen Bronbemaling B.V.

Monsterreferenties

6032339 = Effluent bemaling

Opgegeven bemonsteringsdatum : 24/07/2019
 Ontvangstdatum opdracht : 22/07/2019
 Startdatum : 24/07/2019
 Monstercode : 6032339
 Matrix : Afvalwater

Algemeen onderzoek - fysisch

Q onopgeloste bestanddelen	mg/l	10
Q zuurgraad (pH)		7,0
meettemperatuur pH	°C	15,4

Anorganische parameters - metalen

Metalen ICP-MS (totaal):

ijzer (Fe)	µg/l	6700
------------	------	------

Anorganische parameters - overig

Q ammonium als N	mg N/l	7,9
Q chloride	mg/l	170

Organische parameters - niet aromatisch

Q minerale olie	mg/l	< 0,05
-----------------	------	--------

Organische parameters - aromatisch

Polycyclische koolwaterstoffen:

Q acenafteen	µg/l	< 0,05
Q acenaftyleen	µg/l	< 0,05
Q anthraceen	µg/l	< 0,01
Q benzo(a)antraceen	µg/l	< 0,01
Q benzo(a)pyreen	µg/l	< 0,01
Q benzo(b)fluoranteen	µg/l	< 0,02
Q benzo(ghi)peryleen	µg/l	< 0,02
Q benzo(k)fluoranteen	µg/l	< 0,01
Q chryseen	µg/l	< 0,01
Q dibenz(a,h)anthraceen	µg/l	< 0,01
Q fenantreen	µg/l	< 0,01
Q fluoranteen	µg/l	< 0,01
Q fluoreen	µg/l	< 0,05
Q indeno(1,2,3-cd)pyreen	µg/l	< 0,02
Q naftaleen	µg/l	< 0,05
Q pyreen	µg/l	< 0,01
som PAK (EPA)	µg/l	0,24
som PAK (10)	µg/l	0,11

ANALYSECERTIFICAAT

Project code : 918320
Project omschrijving : 16683 - SAAone EPCM - Merwedekanaal - Muiden
Opdrachtgever : Theo van Velzen Bronbemaling B.V.

Monsterreferenties
6032339 = Effluent bemaling

Opgegeven bemonsteringsdatum : 24/07/2019
Ontvangstdatum opdracht : 22/07/2019
Startdatum : 24/07/2019
Monstercode : 6032339
Matrix : Afvalwater

Organische parameters - gehalogeneerd

Vluchtige chlooralifaten:

Q 1,1,1-trichloorethaan	µg/l	< 0,1
Q 1,1,2-trichloorethaan	µg/l	< 0,1
Q 1,1-dichloorethaan	µg/l	< 0,5
Q 1,2-dichloorethaan	µg/l	< 0,5
Q 1,2-dichloorpropaan	µg/l	< 0,25
Q cis-1,2-dichlooretheen	µg/l	< 0,1
Q dichloormethaan	µg/l	< 0,2
Q monochlooretheen (vinylchloride)	µg/l	< 0,2
Q tetrachlooretheen	µg/l	< 0,1
Q tetrachloormethaan	µg/l	< 0,1
Q trans-1,2-dichlooretheen	µg/l	< 0,1
Q trichlooretheen	µg/l	< 0,1
Q trichloormethaan	µg/l	< 0,1
som C+T dichlooretheen	µg/l	0,1
som chlooralifaten	µg/l	1,6

ANALYSECERTIFICAAT

Project code	: 918320
Project omschrijving	: 16683 - SAAone EPCM - Merwedekanaal - Muiden
Opdrachtgever	: Theo van Velzen Bronbemaling B.V.

Opmerkingen m.b.t. analyses

Opmerking(en) algemeen

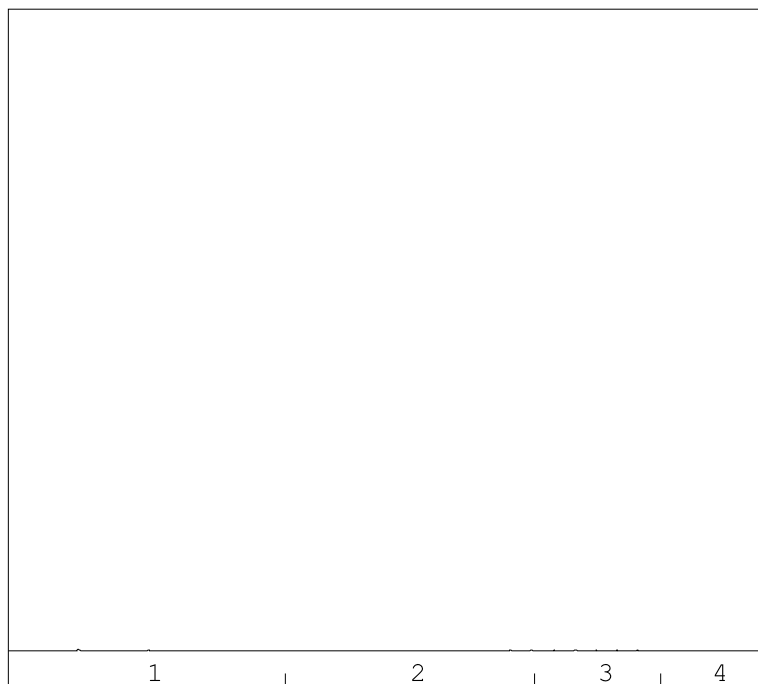
Sommatie van concentraties voor groepsparameters

De sommatie is uitgevoerd volgens AS3000 paragraaf 2.5.2 en bijlage 3.

OLIE-ONDERZOEK

Monstercode : 6032339
Project omschrijving : 16683 - SAAone EPCM - Merwedekanaal - Muiden
Uw referentie : Effluent bemaling
Methode : minerale olie

OLIECHROMATOGRAM



→
oliefractieverdeling

minerale olie gehalte: <0.05 mg/l

Minerale olie

Interpretatie: raadpleeg voor de typering van de oliesoort de OMEGAM oliebibliotheek.

De hoogte van de signalen is geen maat voor de concentratie van de olie in het monster.
(Het chromatogram heeft een variabele schaalindeling)

Bij een minerale olie gehalte kleiner dan de rapportagegrens worden geen oliefracties weergegeven.

ANALYSECERTIFICAAT

Project code : 918320
Project omschrijving : 16683 - SAAone EPCM - Merwedekanaal - Muiden
Opdrachtgever : Theo van Velzen Bronbemaling B.V.

Analysemethoden in Afvalwater

In dit analysecertificaat zijn de met 'Q' gemerkte analyses uitgevoerd volgens de onderstaande analysemethoden. Deze analyses zijn vastgelegd in het geldende accreditatie-certificaat met bijbehorende verrichtingenlijst L086 van Eurofins Omegam BV.

Onopgeloste bestanddelen	: Conform NEN-EN 872 en NEN 6499
Zuurgraad (pH)	: Conform NEN-EN-ISO 10523
Ammonium als N	: Eigen methode
Chloride	: Gelijkwaardig aan NEN-EN-ISO 15682
Minerale olie	: Eigen methode
PAKs	: Eigen methode
Chlooralifaten	: Eigen methode
Vinylchloride	: Eigen methode

Bijlage 4: Technisch bemalingsplan

Technisch Bemalingsplan

ARK Brug Muiden

Aan : SAA ONE
T.a.v. : Dhr. M. Pitlo
Adres : Waalhaven Oostzijde 85
Plaats : Rotterdam

Opgesteld door : Theo van Velzen Grondboortechneik en Bronbemaling
Telefoonnummer : 072-5331720
E-mail : Info@theovanvelzen.nl

Versie:	Datum:	Status:	Opgesteld door:	Gecontroleerd door:
1	14-1-2019	Concept	R. Binkhorst	D. Hoebe

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	3
1.1	Aangeleverde documenten	4
1.2	Taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden	5
1.3	Betrokkenen Theo van Velzen Bronbemaling	5
1.4	Betrokkenen SAA ONE	5
1.5	Bodemopbouw	6
1.6	Uitgangspunten	6
2	BEMALINGSSYSTEEM	8
2.1	Vorbereidende werkzaamheden voor aanvang bemalingen	8
2.2	Bronbemaling rondom terp	8
2.3	Bronbemaling bovenop terp	8
2.4	Pompen	9
2.5	Reservepompen	9
2.6	Energievoorziening bemaling	10
2.7	Noodstroom spanningsbemaling	10
2.8	Alarmering bronbemaling	10
2.9	Verwijderen bemalingen	10
3	LOZINGSVOORZIENINGEN	11
3.1	Lozingsvoorziening bronbemaling	11
4	MONITORING DEBIET	11
4.1	Debietmeting / volumestroommeting bronbemaling	11
4.2	Debietmeting / volumestroommeting spanningsbemaling	11
4.3	Meetwijze en meetfrequentie debietmeting / volumestroommeting	11
4.4	Grenswaarden debiet	11
5	MONITORING WATERSTANDEN	13
5.1	Monitoringspeilbuizen omgeving bouwkuip	13
5.2	Monitoring freatische waterstanden en stijghoogte	13
5.3	Meetwijze en meetfrequentie peilbuizen in de bouwkuip	13
5.4	Grenswaarden grondwaterstanden	14
6	KEURINGSPAN	16
6.1	Overzicht keuringsplan	16



1 INLEIDING

In opdracht van SAA ONE heeft Theo van Velzen Grondboortechneik en Bronbemaling een technisch bemalingsplan opgesteld ten behoeve van het project ARK Brug Muiden. Dit technische bemalingsplan beschrijft het ontwerp van de bemaling ten behoeve van het verlagen van de wateroverspanning als gevolg van de ophogingswerkzaamheden.

Om de ophoging(en) mogelijk te maken dient de overspannen waterstand rondom de bouwkuip zoveel als mogelijk te worden verlaagd door middel van bronbemaling.

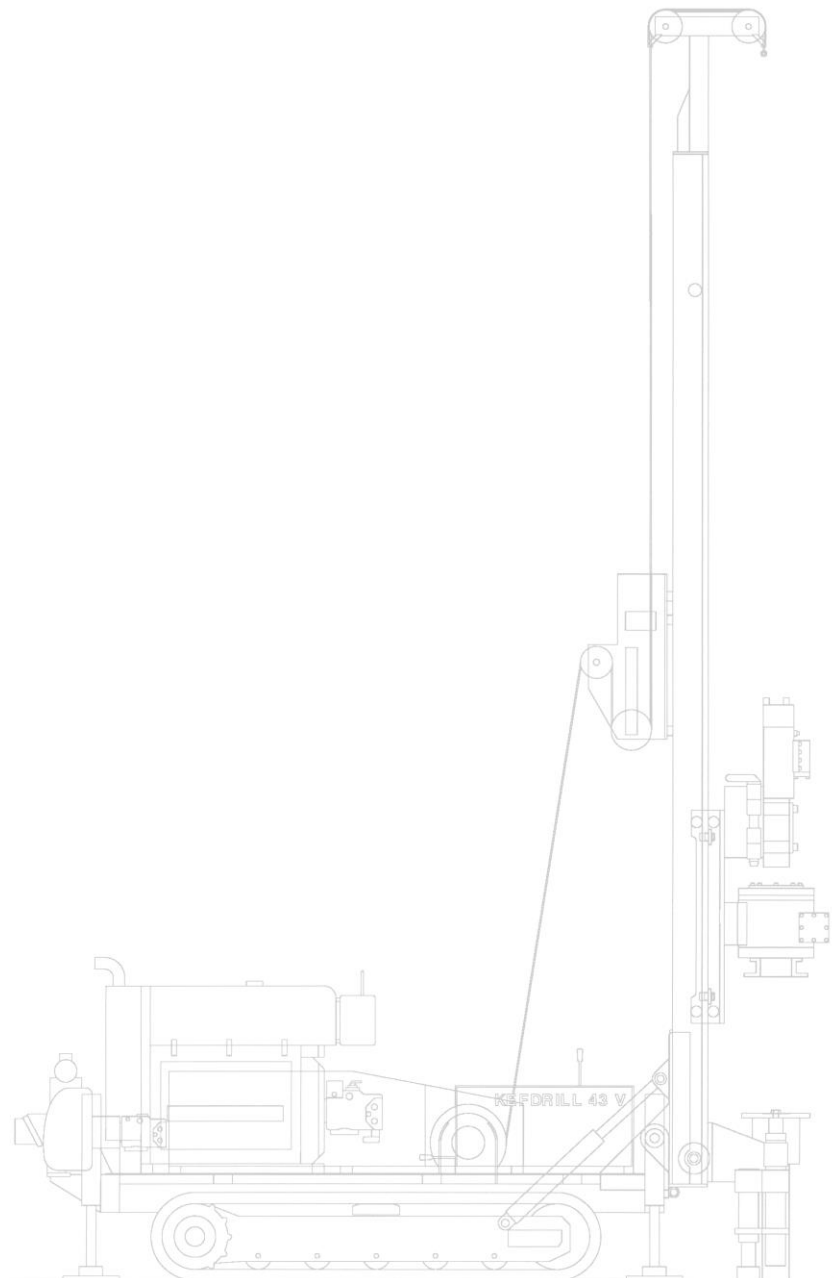
Voor de lozing van het grondwater afkomstig uit het 1^e watervoerende pakket word het oppervlaktewater gebruikt

De ligging van de projectlocatie is in Figuur 1 weergegeven.



1.1 Aangeleverde documenten

- Pompproef K039 – plan van aanpak en omgevingseffecten;



1.2 Taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden

In Tabel 1 zijn de taken, bevoegdheden en verantwoordelijkheden weergegeven.

Tabel 1: Taken en verantwoordelijkheden

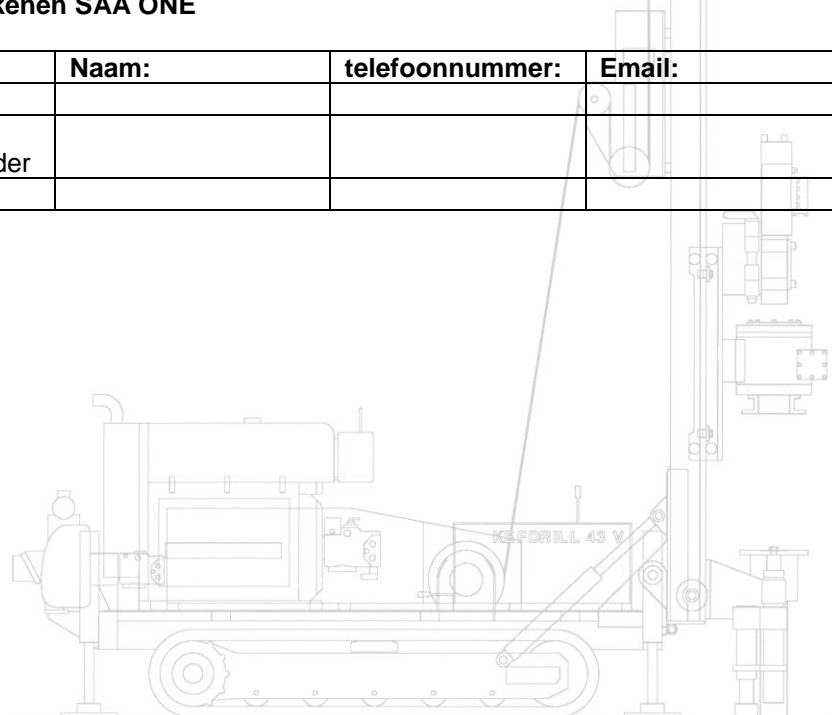
BEDRIJF / INSTELLING	ROL	TAKEN	BEVOEGDHEDEN	VERANTWOORDELIJKHEDEN
SAA ONE	Opdrachtgever en Vergunninghouder	Algemeen Toezichthouder	Starten en stoppen van bemaling	Omgeving buiten bouwkuip
SAA ONE	Bouwkundig aannemer	Coördinatie	Starten en stoppen van bemalingen	Bouwkuip Ongestoord bouwproces
Theo van Velzen Grondboortechniek en Bronbemaling	Aannemer bemalingen	Uitvoeren bemalingen	Aanpassen bemalingsinstallatie	Verlagen stijghoogte

1.3 Betrokkenen Theo van Velzen Bronbemaling

Functie:	Naam:	telefoonnummer:	Email:
Uitvoerder	J. Bego	06-23520698	joost@theovanvelzen.nl
Calculator/ werkvoorbereider	R. Binkhorst	072-2100242	rene@theovanvelzen.nl

1.4 Betrokkenen SAA ONE

Functie:	Naam:	telefoonnummer:	Email:
Uitvoerder			
Calculator/ werkvoorbereider			
Projectleider			



1.5 Bodemopbouw

De lokale bodemopbouw is schematisch weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2: Bodemopbouw

DIEPTE T.O.V. NAP (m)		BODEMBESCHRIJVING
0,00	-3,00	Zand, ophooglaag
-3,00	-7,00/8,00	Veen
-7,00/8,00	-11,00	1 ^e zandlaag
-11,00	-12,00	Klei
-12,00	-14,00	2 ^e zandlaag
-14,00		Klei

1.6 Uitgangspunten

1.6.1 Regelgeving en certificering

- De bronbemaling, spanningsbemaling worden toegepast door Theo van Velzen Grondboortechneik en Bronbemaling.
- De verticale drainage in de grondverbetering is aangebracht door de grondwerker.
- De boorwerkzaamheden worden uitgevoerd conform certificaat BRL 2100 Protocol 2101 Mechanisch boren.
- De meldingen/ vergunningen benodigd voor het onttrekken, lozen en/of retourneren van grondwater worden verzorgd door SAA ONE.
- De Klic meldingen, interpretatie van de KLic-gegevens benodigd voor het plaatsen van de bemalingen ~~in de bouwkuip~~ worden verzorgd door SAA ONE.
- De KLic meldingen, interpretatie van de KLic-gegevens benodigd voor het plaatsen van de peilbuizen en retourbemaling buiten de bouwkuip worden verzorgd door SAA ONE.
- Door SAA ONE zijn door middel van duidelijke tekeningen en pikketen aangegeven op welke plekken de diepwell bronnen voor de spanningsbemaling (boringen) worden geplaatst.
- De NAP maten benodigd voor het plaatsen van de peilbuizen en bemalingen in de bouwkuip worden verzorgd door SAA ONE.
- Het inmeten van de peilbuizen ten opzichte van NAP wordt verzorgd door SAA ONE.

1.6.2 Debiet uit berekeningen

MAXIMAAL VERGUNDE DEBIETEN	M ³ /uur
Onttrekken 1 ^e watervoerende pakket 20 m/d	8
Onttrekken 1 ^e watervoerende pakket > 20 m/d	20
Lozen grondwater (op oppervlaktewater) 20 m/d	8
Lozen grondwater (op oppervlaktewater) > 20 m/d	20

1.6.3 Uitgangspunten ontgraving en bemaling

- De bemalingen worden bedrijfsklaar opgeleverd door Theo van Velzen Grondboortechneik en Bronbemaling. Het inregelen van de bemalingen gedurende het bouwproces wordt verzorgd door Theo van Velzen Grondboortechneik en Bronbemaling.
- De benodigde gegevens voor het inregelen van de bemalingen gedurende het bouwproces worden opgenomen door SAA ONE.
- Voldoende ruimte aanwezig om de bemalingen aan te kunnen brengen.
- Gemiddeld maaiveldniveau is ca. 0,00m¹ + NAP.
- Freatische grondwaterstand ligt op ca. 1,00m¹ - NAP.
- Stijghoogte 1^e zandlaag ligt op ca. 1,95 - NAP.
- De afmetingen van de locatie zijn ca. 100m¹ bij 50m¹.

1.6.4 Uitgangspunten stijghoogte ontgraving en bemaling

- Verlaging van de stijghoogte in het 1^e watervoerende pakket conform onderstaande tabel:

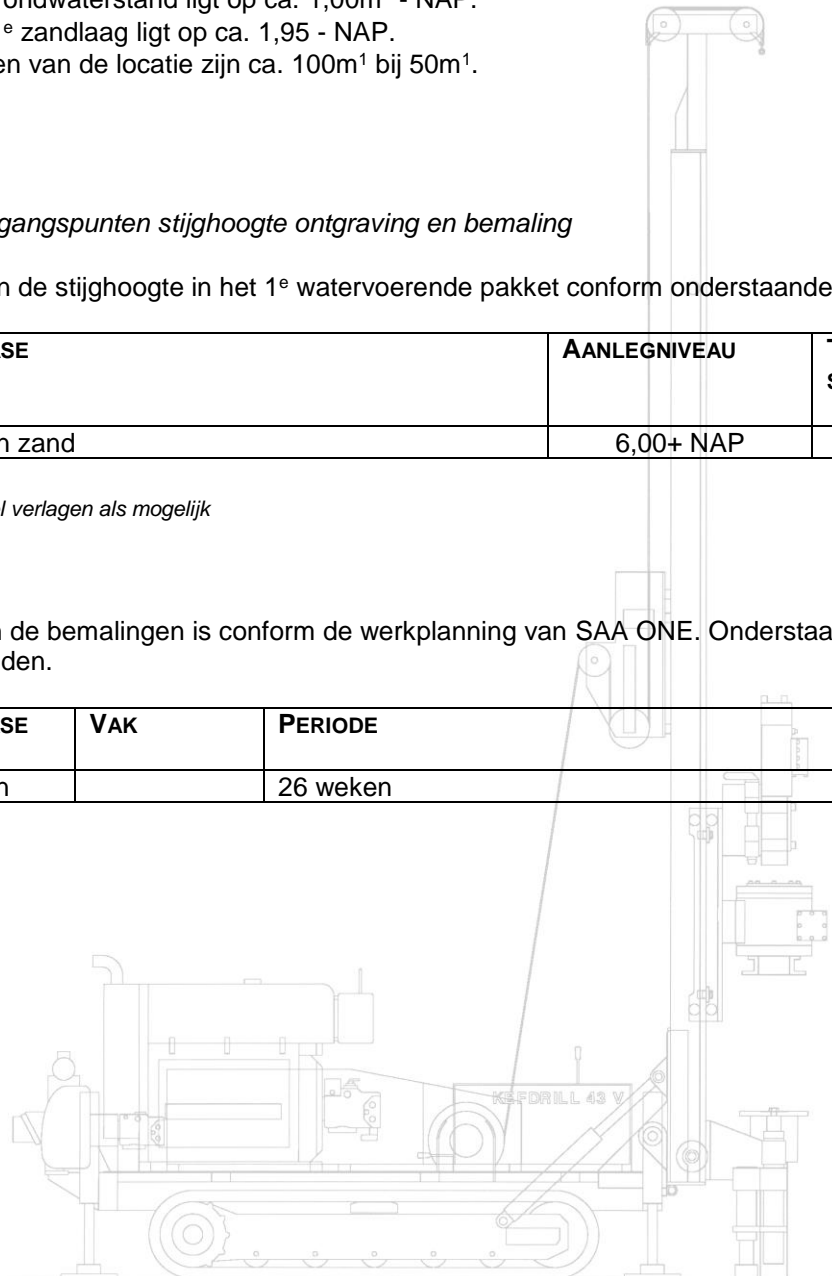
BOUWFASE	AANLEGNIVEAU	TOEGESTANE STIJGHOOGTE
Ophogen zand	6,00+ NAP	1,95- NAP*

* Waterstand zoveel verlagen als mogelijk

1.6.5 Planning

De planning van de bemalingen is conform de werkplanning van SAA ONE. Onderstaande doorlooptijd wordt aangehouden.

BOUWFASE	VAK	PERIODE
Ophogen		26 weken



2 BEMALINGSSYSTEEM

In dit hoofdstuk wordt een omschrijving van het bemalingssysteem beschreven.

2.1 Voorbereidende werkzaamheden voor aanvang bemalingen

- Het werkterrein van de bemaling dient vlak en zowel ondergronds als bovengronds obstakelvrij te zijn.
- De hoogte van het maaiveld ten opzichte van NAP is aangegeven.
- Theo van Velzen Grondboortechneik en Bronbemaling plaatst een alarmsysteem welke 7 dagen 24 uur per dag een signaal afgeeft bij een te hoge waterstand en/of spanningsuitval van de spanningsbemaling.
- Peilbuizen dienen te zijn geplaatst en er dienen nulmetingen te worden uitgevoerd.
- De peilbuizen in de omgeving worden gecontroleerd op juiste werking en worden nulmetingen uitgevoerd. Peilbuizen zijn voorzien van dataloggers.

2.2 Bronbemaling rondom terp

Vanaf het bestaande maaiveld worden de bovenleidingen (ca. 300m¹) voor de bronbemaling uitgelegd, waarna de filters handmatig worden aangebracht tot ca. 11,00-NAP.

Materiaalspecificatie bronbemaling:

Bovenleiding: HPE Ø110mm met een totale lengte van ca. 300m¹.
 Filters: PVC filter Ø50mm, lang 9,0m¹, waarvan 2,0m¹ perforatie en 9,0m¹ blind, h.o.h. 6m¹.
 Inhangers: HPE Ø32mm.

Waterbezwaar:

Bronbemaling debiet: ca. 8m³/uur.

2.3 Bronbemaling bovenop terp

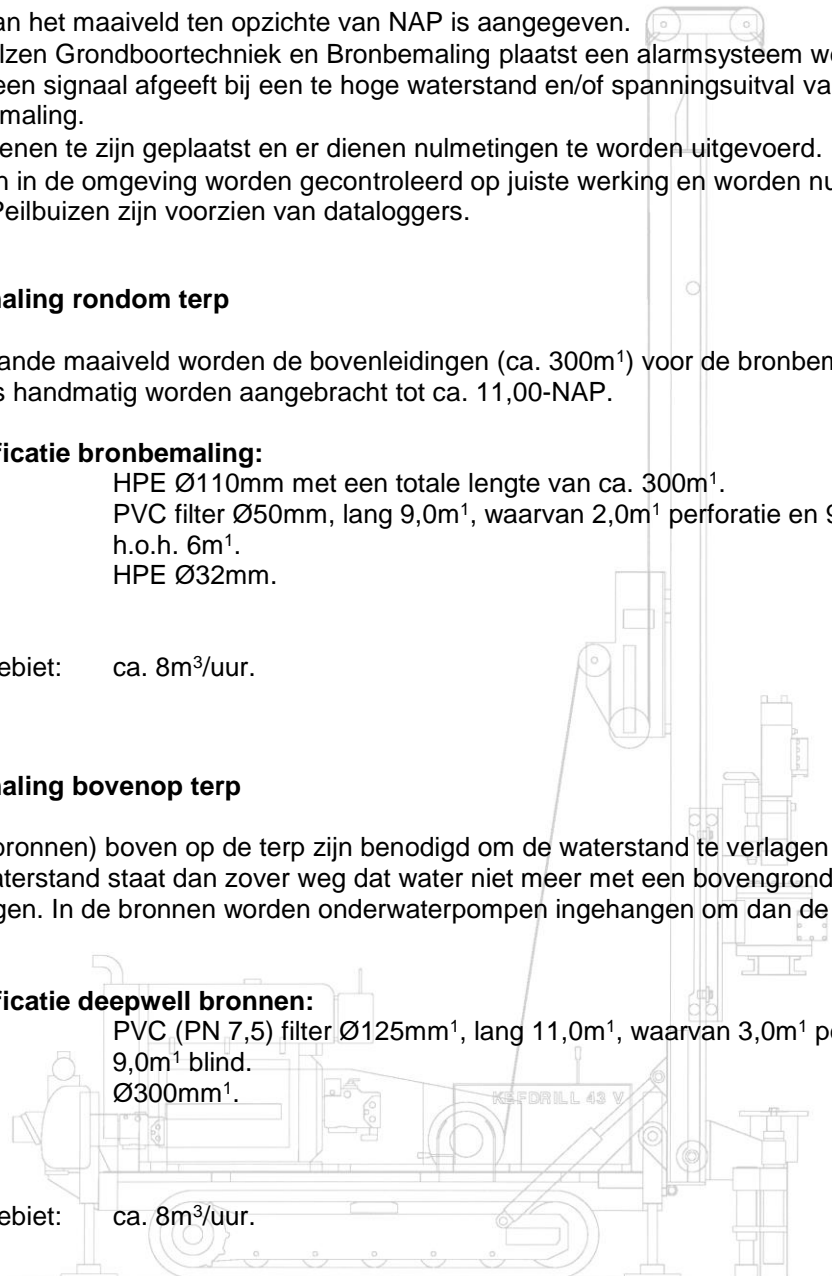
De bemaling(6 bronnen) boven op de terp zijn benodigd om de waterstand te verlagen ten tijde van het ophogen. De waterstand staat dan zover weg dat water niet meer met een bovengrondse pomp kan worden opgezogen. In de bronnen worden onderwaterpompen ingehangen om dan de verlaging te realiseren.

Materiaalspecificatie deepwell bronnen:

Deepwell bron: PVC (PN 7,5) filter Ø125mm¹, lang 11,0m¹, waarvan 3,0m¹ perforatie en 9,0m¹ blind.
 Boorgat Ø300mm¹.

Waterbezwaar:

Bronbemaling debiet: ca. 8m³/uur.



2.4 Pompen

2.4.1 Bronbemaling rondom terp

Op de beschreven bovenleiding van de bronbemaling worden elektrisch aangedreven plunjerpompen aangesloten met een maximale capaciteit van 60m³/uur. De plunjerpompen zijn voorzien van een afsluiter aan de zuigzijde om het debiet te regelen.

2.4.2 Bronbemaling bovenop terp

In de deepwell bronnen wordt per bron één elektrische onderwaterpomp afgehangen en aangesloten met een maximale capaciteit van ca. 2m³/uur.

2.5 Reservepompen

Reservepompen staan ten allen tijde stand-by op de werf te Alkmaar en kunnen snel op het werk worden geplaatst mits de werklocatie met de laadkraan van onze vrachtwagen bereikbaar is. Indien de locatie niet bereikbaar is met de laadkraan van onze vrachtwagen dient SAA ONE voor kraanhulp te zorgen.

2.5.1 Calamiteiten

Bij storing of uitval wordt zeer kort na melding actie ondernomen door één van onze servicewagens. Deze zijn uitgerust met telefoon, gereedschappen en bijna alle reserveonderdelen.



2.6 Energievoorziening bemaling

De benodigde energievoorziening bestaat uit elektra dat wordt geleverd door SAA ONE. Er worden aansluitingen (CEE-form) van 63 A (3 Fase + N + PE, 5 polig inclusief aardlek 300mA) beschikbaar gesteld voor de bemaling.

2.7 Noodstroom spanningsbemaling

Een noodstroomaggregaat wordt geplaatst door Theo van Velzen Grondboortechneik en Bronbemaling. Deze neemt bij stroomuitval automatisch de stroomvoorziening van de bemaling over. De alarminstallatie geeft een signaal die wordt opgevolgd door de storingsdienst (7 dagen per week 24 uur per dag) van Theo van Velzen Grondboortechneik en Bronbemaling.

2.8 Alarmering bronbemaling

2.8.1 Calamiteiten

Bij storing of uitval wordt zeer kort na melding actie ondernomen door één van onze servicewagens. Deze zijn uitgerust met telefoon, gereedschappen en bijna alle reserveonderdelen.

2.9 Verwijderen bemalingen

Wanneer de werkzaamheden voldoende zijn gevorderd, zodat met de spanningsbemalingen kan worden gestopt, worden bijna alle onderdelen van de bemalingsinstallatie verwijderd. De deepwell bronnen van de bemaling blijven achter en worden gevuld met zwelklei ter hoogte van de scheidende lagen.



3 LOZINGSVOORZIENINGEN

3.1 Lozingsvoorziening bronbemaling

De pompen van de bemalingen pompen het bemalingswater in zandvanger/olieafscidders. Vanuit de zandvanger/olieafscidders stroomt het bemalingswater naar het lozingspunt (oppervlaktewater).

4 MONITORING DEBIET

4.1 Debietmeting / volumestroommeting bronbemaling

In de afvoerleidingen van de zandvangers/olieafscidders naar het lozingspunt (riool) wordt een debietmeter opgenomen. De debietmeting geschiedt door middel van een Ø110mm elektrische (gekalibreerde) debietmeter.

4.2 Debietmeting / volumestroommeting spanningsbemaling

In de afvoerleidingen naar de retourbronnen wordt een debietmeter opgenomen. De debietmeting geschiedt door middel van een Ø110mm elektrische (gekalibreerde) debietmeters.

4.3 Meetwijze en meetfrequentie debietmeting / volumestroommeting

Door SAA ONE worden opnames van de debietmeters (bemaling) verricht en bijgehouden volgens Tabel 3.

Tabel 3: Meetfrequentie

WIJZE VAN OPNAME	PERIODE	MEETFREQUENTIE
Handmatig	Voor aanvang	Nulstand / beginstand
Handmatig	1 ^e week bemaling	1 x per dag
Handmatig	Overige bemalingsperiode	1 x per week
Handmatig	Na beëindigen bemaling	Eindstand

4.4 Grenswaarden debiet

De metingen worden getoetst op de vergunde debieten. Bij een overschrijding van de signalerings- of grenswaarde zal de uitvoerder van SAA ONE meteen een bericht sturen naar Theo van Velzen Grondboortechneek en Bemaling met de meetgegevens en de overschrijding van de betreffende debietmeter. De signaal, alarm- en grenswaarden zijn in tabel 4 weergegeven.

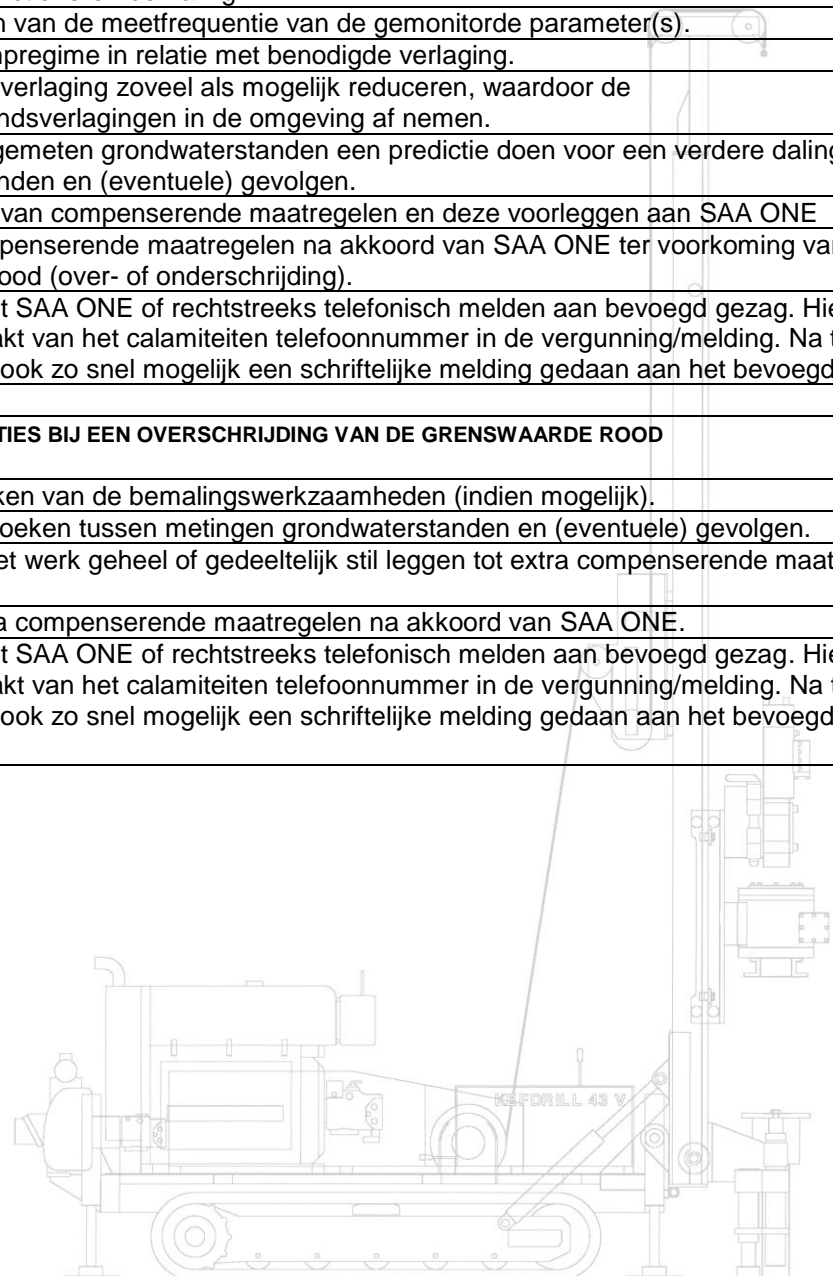
Tabel 4: Signaal, alarm- en grenswaarden

DEBIET METER:	ALARMWAARDE (ORANJE):	GRENSWAARDE (ROOD):
Lozen op oppervlaktewater	18 M ³ /UUR	20 M ³ /UUR

Indien een alarm- of grenswaarde wordt overschreden, kunnen na overleg met de betrokken partijen, maatregelen worden getroffen, zoals beschreven in Tabel 5.

Tabel 5: Actieplan

MOGELIJKE ACTIES BIJ EEN OVERSCHRIJDING VAN ALARMWAARDE ORANJE
Controleren functioneren bemaling.
Het aanpassen van de meetfrequentie van de gemonitorde parameter(s).
Verificatie pompregime in relatie met benodigde verlaging.
De benodigde verlaging zoveel als mogelijk reduceren, waardoor de grondwaterstandsverlagingen in de omgeving af nemen.
Op basis van gemeten grondwaterstanden een predictie doen voor een verdere daling van de grondwaterstanden en (eventuele) gevolgen.
Het definiëren van compenserende maatregelen en deze voorleggen aan SAA ONE
Uitvoeren compenserende maatregelen na akkoord van SAA ONE ter voorkoming van grenswaarde rood (over- of onderschrijding).
Na overleg met SAA ONE of rechtstreeks telefonisch melden aan bevoegd gezag. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het calamiteiten telefoonnummer in de vergunning/melding. Na telefonische melding wordt ook zo snel mogelijk een schriftelijke melding gedaan aan het bevoegd gezag.
MOGELIJKE ACTIES BIJ EEN OVERSCHRIJDING VAN DE GRENSWAARDE ROOD
Tijdelijk beperken van de bemalingswerkzaamheden (indien mogelijk).
Relatie onderzoeken tussen metingen grondwaterstanden en (eventuele) gevolgen.
Indien nodig het werk geheel of gedeeltelijk stil leggen tot extra compenserende maatregelen actief zijn.
Uitvoeren extra compenserende maatregelen na akkoord van SAA ONE.
Na overleg met SAA ONE of rechtstreeks telefonisch melden aan bevoegd gezag. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het calamiteiten telefoonnummer in de vergunning/melding. Na telefonische melding wordt ook zo snel mogelijk een schriftelijke melding gedaan aan het bevoegd gezag.



5 MONITORING WATERSTANDEN

5.1 Monitoringspeilbuizen omgeving bouwkuip

De monitoring van de peilbuizen in de omgeving van de bouwkuip wordt uitgevoerd door geplaatste peilbuizen. De monitoring wordt uitgevoerd door Crux.

5.2 Monitoring freatische waterstanden en stijghoogte

Gedurende de bemalingsperiode worden de grondwaterstanden in de omgeving door middel van dataloggers gemeten.

5.2.1 Freatische en diepe peilbuizen

Peilbuizen zijn geplaatst door derden, voordat de bemalingen zijn opgestart. Het bepalen van de exacte locaties van de te plaatsen peilbuizen gebeurt in overleg met SAA ONE. De peilbuizen zijn na installatie gecontroleerd op juiste werking.

Filters: PVC filter Ø32mm voorzien van 1,0m¹ perforatie.

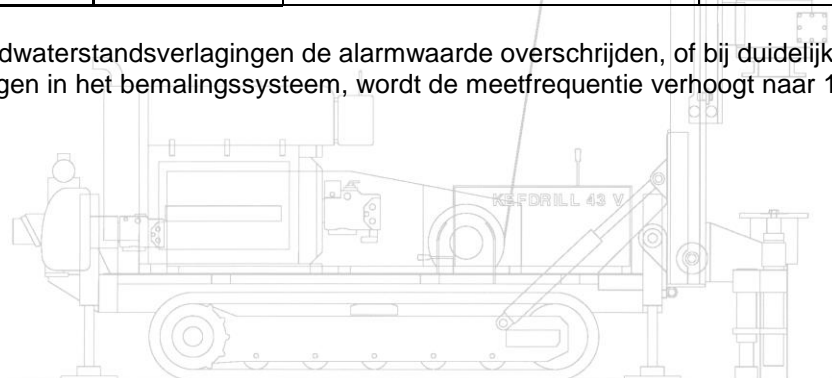
5.3 Meetwijze en meetfrequentie peilbuizen in de bouwkuip

Door derden worden dagelijks in de peilbuizen in de omgeving metingen verricht en bijgehouden. Dit gebeurt door middel van dataloggers, welke in de peilbuizen worden geplaatst. De dataloggers worden geprogrammeerd om 4x per dag een meting te doen van de waterstanden in de peilbuizen.

Tabel 6: Meetwijze en meetfrequentie

PEILBUIS	MEETWIJZE	PERIODE	MEETFREQUENTIE
Freatisch	Datalogger	1 week voor aanvang bemaling	4x per dag (nulmeting)
Freatisch	Datalogger	Gedurende bemaling *	4x per dag
1 ^e watervoerende pakket	Datalogger	Bemalingsperiode*	4 x per dag

* Indien de grondwaterstandsverlagingen de alarmwaarde overschrijden, of bij duidelijke aanwijzingen voor veranderingen in het bemalingssysteem, wordt de meetfrequentie verhoogt naar 1x per uur.



5.4 Grenswaarden grondwaterstanden

De metingen worden getoetst op vooraf vastgestelde grenswaarden. De grenswaarden zijn opgebouwd uit drie niveaus en zijn als volgende opgebouwd:

- **Signaalwaarde groen:** Niets aan de hand, systeem werkt goed.
- **Alarmwaarde oranje:** Overgang van groen naar oranje. De functie is dat tijdig 'aangekondigd' wordt dat sprake is van veranderingen in het systeem. Als deze alarmwaarde overschreden wordt, worden aanvullende maatregelen genomen, gericht op het voorkomen van overschrijdingen van de grenswaarde rood.
- **Grenswaarde rood:** Overgang van oranje naar rood. De functie is het aangeven van de maximale grens. Overschrijden dient voorkomen te worden. Overschrijding van de grenswaarden betekent beïnvloeding en eventueel hieruit volgende schade en mogelijk stil leggen van het werk vanuit bevoegd gezag.

Bij een overschrijding van een signalerings- of grenswaarde stuurt de datalogger in de betreffende peilbuis meteen een bericht naar de hoofduitvoerder van SAA ONE. De signaal, alarm- en grenswaarden zijn in tabel 8 weergegeven.

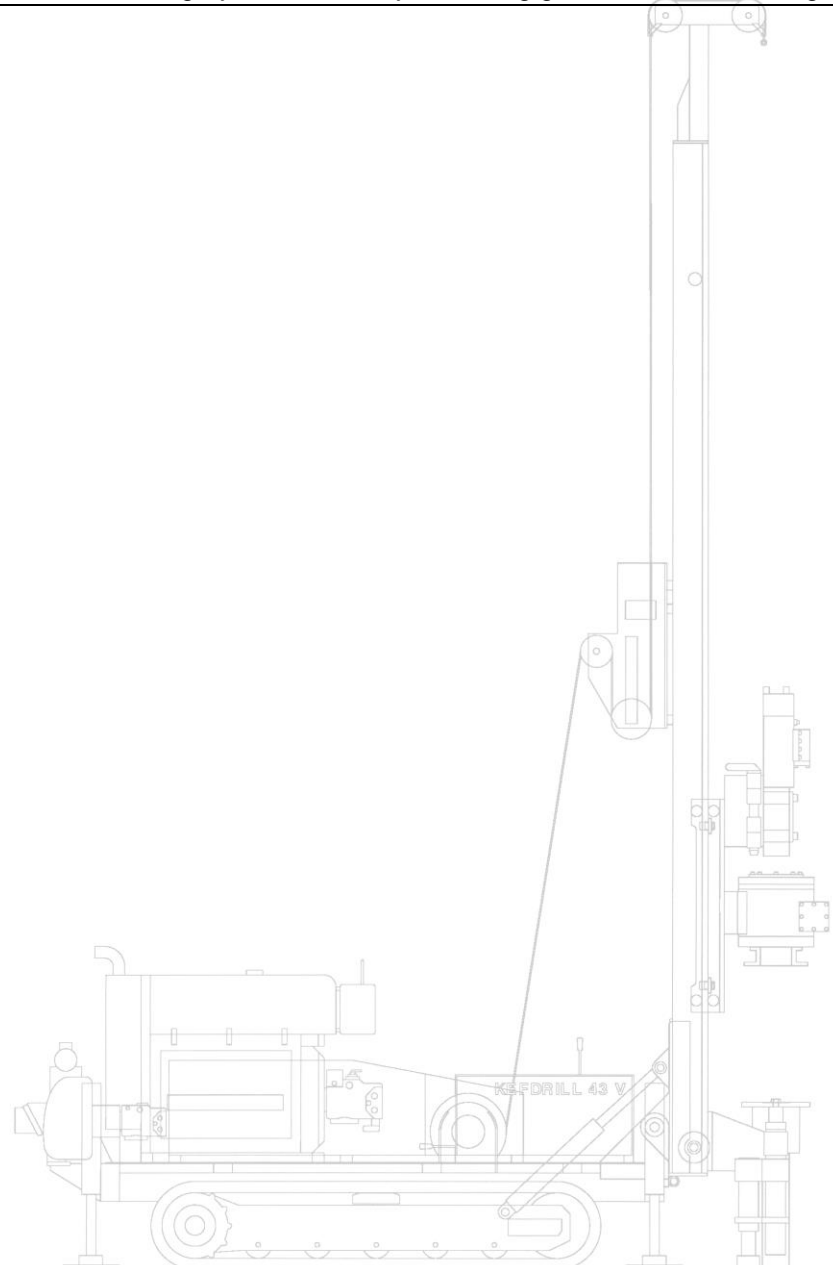
Tabel 8: Signaal, alarm- en grenswaarden

PEILBUIS NUMMER:	SIGNAALWAARDE (GROEN) [M NAP]:	ALARMWAARDE (ORANJE) [M NAP]:	GRENSWAARDE (ROOD) [M NAP]:
FREATISCH	NTB	NTB	NTB
1 ^E WATERVOERENDE PAKKET	NTB	NTB	NTB

Indien de alarmwaarde wordt overschreden, worden de maatregelen getroffen, zoals beschreven onderstaand.

MOGELIJKE ACTIES BIJ EEN OVERSCHRIJDING VAN ALARMWAARDE ORANJE
Controleren functioneren bemaling.
Het aanpassen van de meetfrequentie van de gemonitorde parameter(s).
Verificatie pompregime in relatie met benodigde verlaging.
De benodigde verlaging zoveel als mogelijk reduceren, waardoor de grondwaterstandsverlagingen in de omgeving af nemen.
Op basis van gemeten grondwaterstanden een predictie doen voor een verdere daling van de grondwaterstanden en (eventuele) gevolgen.
Het definiëren van compenserende maatregelen en deze voorleggen aan SAA ONE en de coördinator aansturen bemaling (zie BRL 12000 protocol 12040 'Aansturen bemaling').
Uitvoeren compenserende maatregelen na akkoord van SAA ONE en coördinator aansturen bemaling (zie BRL 12000 protocol 12040 'Aansturen bemaling'), ter voorkoming van grenswaarde rood (over- of onderschrijding).
Na overleg met SAA ONE en de coördinator aansturen bemaling (zie BRL 12000 protocol 12040 'Aansturen bemaling') of rechtstreeks telefonisch melden aan bevoegd gezag. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het calamiteiten telefoonnummer in de vergunning/melding. Na telefonische melding wordt ook zo snel mogelijk een schriftelijke melding gedaan aan het bevoegd gezag.
MOGELIJKE ACTIES BIJ EEN OVERSCHRIJDING VAN DE GRENSWAARDE ROOD
Tijdelijk beperken van de bemalingswerkzaamheden (indien mogelijk).

Relatie onderzoeken tussen metingen grondwaterstanden en (eventuele) gevolgen.
Indien nodig het werk geheel of gedeeltelijk stil leggen tot extra compenserende maatregelen actief zijn.
Uitvoeren extra compenserende maatregelen na akkoord van SAA ONE en coördinator aansturen bemaling (zie BRL 12000 protocol 12040 'Aansturen bemaling').
Na overleg met SAA ONE en de coördinator aansturen bemaling (zie BRL 12000 protocol 12040 'Aansturen bemaling') of rechtstreeks telefonisch melden aan bevoegd gezag. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het calamiteiten telefoonnummer in de vergunning/melding. Na telefonische melding wordt ook zo snel mogelijk een schriftelijke melding gedaan aan het bevoegd gezag.



6 KEURINGSPLAN

Voorafgaand aan en tijdens de bemaling zijn diverse onderdelen die in het kader van de waterwet noodzakelijk zijn of werkzaamheden die aan regelmatige keuringen en controles dienen te voldoen.

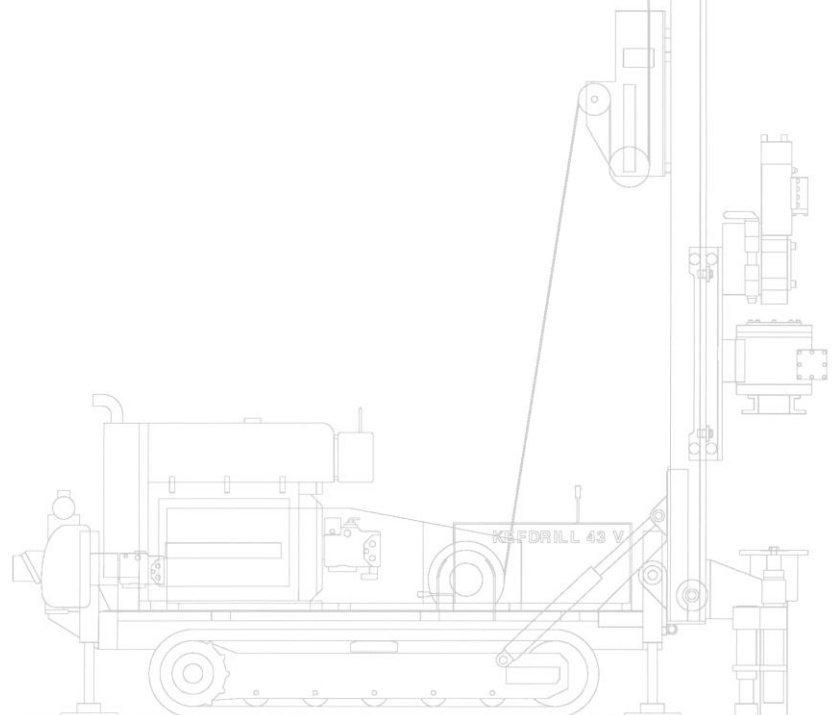
6.1 Overzicht keuringsplan

In Tabel 9 is een overzicht van het keuringsplan opgenomen.

Tabel 9: Keuringsplan

ONDERDELEN	CONTROLE DOOR	TIJDSTIP / FREQUENTIE	METHODE
Aanvragen melding / vergunning voor grondwateronttrekking bij bevoegd gezag.	SAA ONE	Voor aanvang	Melding bij bevoegd gezag.
Aanvragen melding / vergunning voor lozing bij bevoegd gezag.	SAA ONE	Voor aanvang	Melding bij bevoegd gezag.
Aanmelden start bemaling.	SAA ONE	Voor aanvang	E-mail naar bevoegd gezag.
Opname debietmeterstanden.	SAA ONE	Tijdens bemaling	Handmatig
Monitoren grondwaterstanden.	SAA ONE	Tijdens bemaling	Dataloggers
Analyse van het te lozen water. Gedurende de bemalingsperiode dient een analyse te worden gedaan van het te lozen water. Dit wordt per lozingspunt bij aanvang van de bemaling gedaan en daarna om de 4 weken. De analyses worden uitgevoerd conform de parameters van Hoogheemraadschap Waternet, aangevuld met PAK en naftaleen	Theo van Velzen Grondboortechneik en Bronbemaling	Direct na start <72 uur Vervolgens 1x per 4 weken	
Direct na start van de lozing op het oppervlaktewater dient men te controleren of een visuele verontreiniging optreedt in het ontvangende riool. Gedurende de bemalingsperiode dient dit regelmatig te worden gecontroleerd.	Theo van Velzen Grondboortechneik en Bronbemaling en SAA ONE	Direct na start en tijdens bemaling	
Werking van de bemalingsinstallaties. Gedurende de bemalingsperiode dienen de bemalingsinstallaties gecontroleerd te worden op juiste werking door een onderhoudsmonteur van Theo van Velzen Grondboortechneik en Bronbemaling. Eventuele storingen worden indien mogelijk direct verholpen. Eventuele verbeteringen aan de installaties worden direct doorgevoerd.	Theo van Velzen Grondboortechneik en Bronbemaling	Dagelijkse controle	

ONDERDELEN	CONTROLE DOOR	TIJDSTIP / FREQUENTIE	METHODE
<p>Werking noodstroomaggregaten.</p> <p>Gedurende de bemalingsperiode dienen de noodstroomaggregaten gecontroleerd te worden op juiste werking door een onderhoudsmonteur van Theo van Velzen Grondboortechneik en Bronbemaling.</p>	Theo van Velzen Grondboortechneik en Bronbemaling	Wekelijks controle	
<p>Werking alarminstallaties.</p> <p>Gedurende de bemalingsperiode dienen de alarminstallaties gecontroleerd te worden op juiste werking door een onderhoudsmonteur van Theo van Velzen Grondboortechneik en Bronbemaling.</p>	Theo van Velzen Grondboortechneik en Bronbemaling	Wekelijkse controle	
Verstrekken monitoringsgegevens.	SAA ONE	Tijdens bemaling	E-mail naar bevoegd gezag.
Afmelden bemaling.	SAA ONE	Na beëindiging bemaling	E-mail naar bevoegd gezag.



Bijlage 5: Zettingsberekening

Report for D-Settlement 18.2

Settlement Calculations
Developed by Deltares



Company: CRUX Engineering B.V.

Date of report: 26-9-2018

Time of report: 13:47:38

Report with version: 18.2.1.20481

Date of calculation: 26-9-2018

Time of calculation: 13:47:32

Calculated with version: 18.2.1.20481

File name: P:\..\04 REK\GEO\Zet\18321-DSE004a bemaling koppejan

Project identification: ARK westzijde - beïnvloeding Westelijke kanaaldijk
as MW9A
Beïnvloeding stabiliteit Gebruiksfase

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Echo of the Input	3
2.1 Layer Boundaries	3
2.2 PI-lines	3
2.3 General Data	3
2.4 Soil Profiles	4
2.5 Soil Properties	4
2.6 Non-Uniform Loads	5
2.7 Water Loads	5
2.7.1 Water Load: bemaling	5
2.8 Verticals	6
2.9 Vertical Drain	6
3 Results per Vertical	7
3.1 Results for Vertical 1 (X = -35,20 m; Z = 0,00 m)	7
3.2 Results for Vertical 2 (X = -25,00 m; Z = 0,00 m)	8
4 Settlements	10
4.1 Settlements	10
4.2 Residual Times	10

2 Echo of the Input

2.1 Layer Boundaries

Boundary number	Co-ordinates [m]				
7 - X -	-42,500	-40,120	-36,550	-32,730	-29,930
7 - Y -	0,664	1,340	1,500	1,390	1,030
7 - X -	-26,720	-24,950	-21,770	-18,490	-17,060
7 - Y -	0,000	-0,850	-0,996	-1,260	-1,730
7 - X -	-14,000	-13,080	8,500	11,790	14,844
7 - Y -	-2,020	-1,970	-1,860	-1,910	-1,845
7 - X -	15,370	28,200	46,500	64,285	66,500
7 - Y -	-4,250	-7,000	-7,000	-2,508	-1,948
7 - X -	100,000				
7 - Y -	-2,000				
6 - X -	-42,500	-30,183	-27,428	-26,720	-24,950
6 - Y -	-4,000	-4,000	-0,817	0,000	-0,850
6 - X -	-21,770	-18,490	-17,060	-14,000	-13,080
6 - Y -	-0,996	-1,260	-1,730	-2,020	-1,970
6 - X -	8,500	11,790	14,844	15,370	28,200
6 - Y -	-1,860	-1,910	-1,845	-4,250	-7,000
6 - X -	46,500	64,285	66,500	100,000	
6 - Y -	-7,000	-2,508	-1,948	-2,000	
5 - X -	-42,500	-30,183	-27,428	-25,052	-18,336
5 - Y -	-4,000	-4,000	-0,817	-1,967	-2,346
5 - X -	-14,052	8,000	11,000	15,370	28,200
5 - Y -	-2,418	-3,000	-3,750	-4,250	-7,000
5 - X -	46,500	64,285	66,500	100,000	
5 - Y -	-7,000	-2,508	-1,948	-2,000	
4 - X -	-42,500	-30,183	-27,428	-25,052	-18,336
4 - Y -	-4,000	-4,000	-0,817	-1,967	-2,346
4 - X -	-14,052	8,000	11,000	15,370	28,200
4 - Y -	-2,418	-3,000	-3,750	-4,250	-7,000
4 - X -	46,500	64,285	100,000		
4 - Y -	-7,000	-2,508	-2,536		
3 - X -	-42,500	100,000			
3 - Y -	-8,000	-8,000			
2 - X -	-42,500	100,000			
2 - Y -	-10,000	-10,000			
1 - X -	-42,500	100,000			
1 - Y -	-13,500	-13,500			
0 - X -	-42,500	100,000			
0 - Y -	-17,058	-16,790			

2.2 PI-lines

PI-line number	Co-ordinates [m]				
1 - X -	-42,500	-27,250	100,000		
1 - Y -	-0,400	-2,350	-2,350		
2 - X -	-42,500	-38,900	-11,000	16,900	32,900
2 - Y -	-3,400	-3,600	-3,750	-3,600	-3,400
2 - X -	42,100	49,600	66,500	100,000	
2 - Y -	-3,350	-3,300	-3,250	-2,900	

2.3 General Data

Soil model:	Koppejan
Consolidation model:	Terzaghi
Strain model:	Natural
Groundwater level:	Initial determined by PI-line number 1
Unit weight of water:	9,81 [kN/m ³]
Dispersion conditions layer boundaries	
- Top:	drained
- Bottom:	drained

Stress distribution	
- Soil:	Buisman
- Loads:	None
End of consolidation:	1000,00 [days]
No maintain profile	
Pc (initial):	Variable parallel to the initial effective stress
Pc (per step):	Automatic increased to the final effective stresses
No imaginary surface	
With submerging	
(only for non uniform loads)	
- Iteration stop criterium :	0,10 [m]
Load column width	
- Non-Uniform Loads :	1,00 [m]
- Trapeziform Loads :	1,00 [m]

2.4 Soil Profiles

Layer number	Material name	PI-line top	PI-line bottom
7	Zand zw.siltig kleiig	1	1
6	Zand zw.siltig kleiig	1	1
5	Veen	1	1
4	Veen	1	1
3	Pleistocene zand	1	1
2	Sterk siltige klei	1	1
1	Pleistocene zand	1	1

2.5 Soil Properties

Layer number	Drained	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
7	No	19,00	19,00
6	No	19,00	19,00
5	No	10,10	10,10
4	No	10,10	10,10
3	Yes	18,00	20,00
2	No	19,40	19,40
1	Yes	18,00	20,00

Layer number	Vert. consolid. coefficient Cv [m²/s]	Ratio Ch/Cv [-]
7	1,00E-05	1,000
6	1,00E-05	1,000
5	3,30E-08	1,000
4	3,30E-08	1,000
3	-	1,000
2	1,50E-06	1,000
1	-	1,000

Layer number	Precons. pressure [kN/m²]	POP [kN/m²]	OCR [-]
7	-	10,00	-
6	-	10,00	-
5	-	12,00	-
4	-	12,00	-
3	-	50,00	-
2	-	17,00	-
1	-	50,00	-

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coef.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
7	1,35E+03	4,50E+02	1,00E+09	1,00E+09	1,00E+00	1,00E+00
6	1,35E+03	4,50E+02	1,00E+09	1,00E+09	1,00E+00	1,00E+00
5	2,25E+01	7,50E+00	1,20E+02	3,00E+01	2,25E+01	3,00E+01

Layer number	Primary compr. coeff.		Secular compr. coeff.		Swell constants	
	Cp [-]	Cp' [-]	Cs [-]	Cs' [-]	Ap [-]	As [-]
4	2,25E+01	7,50E+00	1,20E+02	3,00E+01	2,25E+01	3,00E+01
3	3,00E+03	1,00E+03	1,00E+09	1,00E+09	3,00E+03	1,00E+09
2	9,00E+01	3,00E+01	1,60E+03	4,00E+02	9,00E+01	4,00E+02
1	3,00E+03	1,00E+03	1,00E+09	1,00E+09	3,00E+03	1,00E+09

2.6 Non-Uniform Loads

Load number	Time [days]	Unit weight	
		Unsaturated [kN/m³]	Saturated [kN/m³]
1	-1	10,10	10,10
2	-1	-10,10	-10,10
3	-1	17,00	19,00
4	-1	18,00	20,00
5	-1	18,00	20,00
6	-1	18,00	20,00
7	-1	18,00	20,00
8	-1	18,00	20,00
9	-1	18,00	20,00
10	-1	18,00	20,00
11	-1	-18,00	-20,00
12	-1	18,00	20,00
13	0	18,00	20,00

Load number	Co-ordinates [m]					
1 - X -	14,80	66,46				
1 - Y -	-1,85	-1,96				
2 - X -	14,81	15,37	28,20	46,50	66,46	
2 - Y -	-1,85	-4,25	-7,00	-7,00	-1,96	
3 - X -	14,85	15,37	66,46			
3 - Y -	-1,85	-1,85	-1,96			
4 - X -	-26,72	12,30	97,30	100,00		
4 - Y -	0,00	0,00	0,00	-2,00		
5 - X -	12,30	16,80	98,61	100,00		
5 - Y -	0,00	3,00	3,00	-2,00		
6 - X -	16,80	21,30	97,78	98,61		
6 - Y -	3,00	6,00	6,00	3,00		
7 - X -	21,30	25,80	96,94	97,78		
7 - Y -	6,00	9,00	9,00	6,00		
8 - X -	25,80	30,30	96,11	96,94		
8 - Y -	9,00	12,00	12,00	9,00		
9 - X -	30,30	34,80	95,28	96,11		
9 - Y -	12,00	15,00	15,00	12,00		
10 - X -	34,80	37,80	70,00	95,00	95,28	
10 - Y -	15,00	17,00	17,00	16,00	15,00	
11 - X -	29,59	34,50	46,00	46,10	95,01	
11 - Y -	11,53	11,53	11,53	15,97	15,97	
12 - X -	29,59	34,50	34,50	46,10	94,25	
12 - Y -	11,53	11,53	16,03	16,03	16,03	
13 - X -	-22,00	29,59				
13 - Y -	0,00	11,53				

2.7 Water Loads

2.7.1 Water Load: bemaling

Phreatic line 1
Time [days] 0

Layer number	PI-line top	PI-line bottom
7	2	2
6	2	2
5	99	99
4	99	99



Layer number	PI-line top	PI-line bottom
3	2	2
2	1	1
1	1	1

2.8 Verticals

Vertical number	X co-ordinates [m]				
1 - 2	-35,200	-25,000			

2.9 Vertical Drain

Drain type		Strip
Horizontal range "From"	[m]	-20,000
Horizontal range "To"	[m]	14,000
Bottom position	[m]	-7,500
Center to center distance	[m]	1,000
Width	[m]	0,100
Thickness	[m]	0,003
Grid		Triangular

Drainage schedule		Off
Start of drainage	[days]	0,000

3 Results per Vertical

3.1 Results for Vertical 1 (X = -35,20 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 7						
1,46	0,011	0,000	0,011	0,007	-0,005	0,012
1,36	1,912	0,000	1,912	1,907	-0,005	1,912
1,26	3,812	0,000	3,812	3,807	-0,005	3,813
1,16	5,713	0,000	5,713	5,708	-0,005	5,713
1,06	7,613	0,000	7,613	7,608	-0,005	7,614
0,96	9,514	0,000	9,514	9,509	-0,005	9,514
0,86	11,414	0,000	11,414	11,410	-0,005	11,415
0,76	13,315	0,000	13,315	13,310	-0,005	13,316
0,66	15,215	0,000	15,215	15,211	-0,005	15,216
0,56	17,116	0,000	17,116	17,111	-0,005	17,117
0,46	19,016	0,000	19,016	19,012	-0,005	19,017
-0,37	34,802	0,000	34,802	34,799	-0,005	34,804
-1,27	51,910	0,000	51,910	52,523	0,610	51,913
-1,33	53,127	0,000	53,127	54,368	1,238	53,130
-2,02	66,177	6,734	59,443	67,421	1,238	66,183
-3,02	85,198	16,544	68,654	86,449	1,237	85,213
-3,62	96,621	22,430	74,190	97,880	1,235	96,645
-4,00	103,862	26,159	77,703	105,129	4,963	100,166
Layer 4						
-4,00	103,862	26,159	77,703	105,129	4,963	100,166
-5,00	114,039	35,969	78,070	115,033	14,464	100,569
-6,00	124,261	45,779	78,482	125,006	23,966	101,040
-7,00	134,532	55,589	78,943	135,056	33,468	101,588
-8,00	144,854	65,399	79,455	145,195	42,975	102,220
Layer 3						
-8,00	144,854	65,399	79,455	145,195	42,975	102,220
-9,00	165,123	75,209	89,914	165,619	52,784	112,835
-10,00	185,435	85,019	100,416	186,122	62,593	123,529
Layer 2						
-10,00	185,435	85,019	100,416	186,123	85,023	101,099
-10,85	202,219	93,357	108,862	203,100	93,361	109,739
-11,75	220,017	102,186	117,831	221,130	102,189	118,941
-12,60	236,847	110,525	126,322	238,206	110,526	127,680
-13,50	254,686	119,354	135,332	256,333	119,354	136,979
Layer 1						
-13,50	254,686	119,354	135,332	256,333	119,354	136,979
-14,37	272,513	127,910	144,604	274,464	127,910	146,555
-15,27	290,925	136,739	154,186	293,213	136,739	156,474
-16,14	308,779	145,294	163,485	311,414	145,294	166,120
-17,04	327,216	154,123	173,093	330,228	154,123	176,104

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
7	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0003	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0253	0,0047	0,0590	0,0147
3	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0261	0,0048	0,0593	0,0147

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From [m]	To [m]		Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	After 1000 [days] [m]	
1,46	-4,00	7	0,0005	0,0000	0,0004	0,01
-4,00	-8,00	4	0,0843	0,0195	0,1257	3,14
-8,00	-10,00	3	0,0002	0,0000	0,0002	0,01
-10,00	-13,50	2	0,0004	0,0000	0,0004	0,01
-13,50	-17,04	1	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Total			0,0853	0,0195	0,1268	

3.2 Results for Vertical 2 (X = -25,00 m; Z = 0,00 m)

Depth [m]	Initial stress			Final stress		
	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]	S-total [kN/m ²]	S-water [kN/m ²]	S-eff. [kN/m ²]
Layer 6						
-0,83	13,488	0,000	13,488	13,498	0,000	13,498
-0,93	14,175	0,000	14,175	14,187	0,000	14,187
-1,03	17,060	0,000	17,060	17,075	0,000	17,075
-1,13	19,269	0,000	19,269	19,289	0,000	19,289
-1,23	21,204	0,000	21,204	21,230	0,000	21,230
-1,33	23,027	0,000	23,027	23,059	0,000	23,059
-1,40	24,302	0,000	24,302	24,340	0,000	24,340
-1,43	24,793	0,000	24,793	24,833	0,000	24,833
-1,53	26,528	0,000	26,528	26,578	0,000	26,578
-1,63	28,251	0,000	28,251	28,312	0,000	28,312
-1,73	29,971	0,000	29,971	30,044	0,000	30,044
-1,83	31,694	0,000	31,694	31,782	0,000	31,782
-1,97	34,187	0,000	34,187	34,298	0,000	34,298
Layer 4						
-1,97	34,187	0,000	34,187	34,298	0,000	34,298
-2,35	37,479	0,000	37,479	38,907	1,236	37,671
-2,97	43,150	6,129	37,021	44,741	1,209	43,533
-3,67	49,770	12,996	36,775	51,570	1,122	50,449
-4,28	55,696	18,982	36,714	57,685	6,980	50,706
-4,98	62,618	25,849	36,769	64,873	13,691	51,182
-5,60	68,785	31,883	36,902	71,304	19,578	51,726
-6,60	78,943	41,693	37,250	81,936	29,133	52,803
-7,60	89,225	51,502	37,722	92,725	38,666	54,059
-8,00	93,364	55,426	37,938	97,073	42,472	54,600
Layer 3						
-8,00	93,365	55,427	37,938	97,073	42,472	54,600
-9,00	113,666	65,237	48,429	118,207	52,281	65,926
-10,00	134,024	75,046	58,978	139,420	62,090	77,330
Layer 2						
-10,00	134,024	75,047	58,978	139,420	75,086	64,334
-10,85	150,850	83,385	67,465	156,974	83,415	73,559
-11,75	168,688	92,214	76,474	175,589	92,234	83,355
-12,60	185,551	100,552	84,999	193,186	100,563	92,622
-13,50	203,419	109,382	94,037	211,828	109,382	102,446
Layer 1						
-13,50	203,419	109,382	94,037	211,828	109,383	102,446
-14,36	221,070	117,843	103,227	230,226	117,844	112,382
-15,26	239,497	126,672	112,825	249,424	126,673	122,752
-16,13	257,166	135,134	122,032	267,822	135,134	132,688
-17,03	275,611	143,963	131,649	287,015	143,963	143,052

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary [m]	Secondary [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]	Primary [m]	Secondary 10 [days] [m]
6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,0639	0,0120	0,0346	0,0087

Layer number	Swelling		Settlement b. Sp.		Settlement a. Sp.	
	Primary	Secondary	Primary	Secondary 10 [days]	Primary	Secondary 10 [days]
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
3	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0000	0,0000	0,0034	0,0002	0,0000	0,0000
1	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
Total	0,0000	0,0000	0,0675	0,0122	0,0346	0,0087

Depth		Layer number	Total settlement (100% cons.)			Percentage of original layer height [%]
From	To		Primary	Secondary 10 [days]	After 1000 [days]	
[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
-0,83	-1,97	6	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
-1,97	-8,00	4	0,0985	0,0206	0,1219	2,02
-8,00	-10,00	3	0,0002	0,0000	0,0002	0,01
-10,00	-13,50	2	0,0034	0,0002	0,0039	0,11
-13,50	-17,03	1	0,0001	0,0000	0,0001	0,00
Total			0,1022	0,0208	0,1261	

4 Settlements

4.1 Settlements

Vertical number	X co-ordinate [m]	Z co-ordinate [m]	Surface level [m]	Settlement [m]
1	-35,20	0,00	1,46	0,127
2	-25,00	0,00	-0,83	0,126

Koppejan has been used in combination with load removal.

In this case the parameter As has been used.

If this value is large, creep velocity was not reduced by the load removal.

4.3 Residual Times

Vertical number	Time [days]	Settlement [m]	Part of final settlement [%]	Residual settlements [m]
1	30	0,042	33,432	0,084
	60	0,053	42,109	0,073
	90	0,061	47,957	0,066
	180	0,076	59,708	0,051
	365	0,095	74,670	0,032
2	30	0,045	35,769	0,081
	60	0,056	44,159	0,070
	90	0,063	49,679	0,063
	180	0,076	60,588	0,050
	365	0,094	74,284	0,032

End of Report

Bijlage 7: Toetsing Beïnvloeding damwand Amsterdam Rijnkanaal



Project SAA A1/A6

Beïnvloeding damwand Amsterdam Rijnkanaal

		Status	Naam	Datum	Paraaf
Documentnr:	HLWA-P-2489	Opgesteld:	R.D. van der Kamp		
Hoofdproces:	NVT	Collegiale check:	J. van de Berg		
SBS:	NVT	Ontwerpleider:	Gert-Jan Kampshof		
WBS:	WP-00158	Realisatie:	Matthijs Pitlo		
Versie:	1.0	Ontwerpmanager:	Sipke Huitema		
Datum:	23-05-2019	Akkoord Expertteam:	Antoine Feddema		
Status:	Definitief	Vrijgegeven:	Cor van Vliet		

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	3
2	UITGANGSPUNTEN	4
2.1	DOCUMENTEN	4
2.2	GRONDOPBOUW EN WATERSTANDEN	4
2.3	BESTAANDE DAMWAND	4
2.4	GRONDWATERSTAND VERLAGING	5
3	TOETS BEÏNVLOEDING HORIZONTALE GROND(WATER)DRUKKEN	6
4	TOETS BEÏNVLOEDING ZAKKENDE GROND OP DE ANKERSTANG	8
	BIJLAGE: DAMWAND BEREKENING	9
	BIJLAGE: BEREKENING ZAKKENDE GROND OP DE ANKERSTANG	10

1 INLEIDING

In voorliggende rapportage is de beïnvloeding van de damwand langs het Amsterdam Rijnkanaal (ARK) beschouwd. De damwand wordt door de werkzaamheden aan het westelijk landhoofd via het onderstaande beïnvloed:

1. Grondwaterstand verlaging als gevolg van de bemaling van de tussenzandlaag.
 - a. Wijziging horizontale grond(water)drukken op de damwand.
 - b. Zakkende grond op de ankerstang van de verankering van de damwand.

2 UITGANGSPUNTEN

2.1 Documenten

De volgende documenten zijn gehanteerd:

- [1] SAAone; rapport K039 – Amsterdam Rijnkanaal – Damwandconstructie pijlers; SAAONE-GKU-RAP-300094; rev. 1.0; status definitief; dd. 04-03-2014.
- [2] SAAone; rapport Bemalingsplan K039 inclusief analyse omgevingsbeïnvloeding; geen kernmerk; dd. 23-01-2019.

2.2 Grondopbouw en waterstanden

Op basis van [1] is de grondopbouw afgeleid en in combinatie met beschikbare sonderingen. Onderscheid wordt gemaakt tussen de zijde van de dijk en de zijde van het ARK. De kanaalbodem wordt integraal aangehouden op NAP -6,4m. Er wordt geen rekening gehouden met een eventuele sliblaag boven de kanaalbodem.

Tabel 1 Grondopbouw en grondparameters

Grondlaag	Niveau zijde dijk [m NAP]	Niveau zijde ARK [m NAP]	$\gamma_{dry/sat}$ [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	δ' [°]	k_1 [kN/m ³]	k_2 [kN/m ³]	k_3 [kN/m ³]
Zand, los	+1,5	Niet aanwezig	17 / 19	--	30	20	12.000	6.000	3.000
Veen	-7,0	-6,4	12 / 12	3,0	15	0,0	1.000	500	350
Zand, matig	-8,0	-8,0	18 / 20	--	32,5	21,7	20.000	10.000	5000
Klei	-11,0	-11,0	17 / 17	0,0	17,5	11,7	2.000	800	500
Zand, vast	-14,0	-14,0	19 / 21	--	35	23,3	40.000	20.000	10.000

De grondwaterstand is aangehouden op NAP -1,84m.

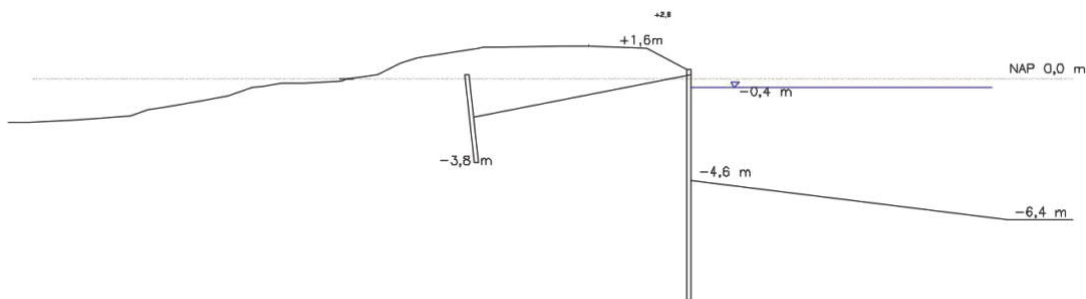
2.3 Bestaande damwand

Van de bestaande damwand zijn de onderstaande gegevens bekend (ref. [1]):

- Type: Belval BZ III N (vergelijkbaar met een AZ 18, m.b.t. buigstijfheid).
- Damwandkop niveau: NAP +0,4m.
- Damwandvoet niveau: NAP -10,6m.
- Verankering: Ankershot BZ II N op ca. 10m, lengte 4m, NAP -3,8m
- Ankerstaaf: Ø 48mm, h.o.h.-afstand 1,8m.

In de berekening wordt er vanuit gegaan dat de bestaande damwand een minimale staalkwaliteit heeft van S235.

In Figuur 1 is de bestaande situatie schematisch weergegeven (ref. [1]).



Figuur 1 Schematische weergave bestaande situatie (niet op schaal) (ref. [1])

Naast de bestaande damwand is een dijk gelegen waarover een weg loopt. Ter plaatse van de weg wordt rekening gehouden met een bovenbelasting van 10 kPa over een breedte van 5m (ref. [1]).

Het is niet bekend hoeveel de restdikte van de bestaande damwand is en daarmee wat de reststerkte is. Er kan derhalve geen sterkte-toets uitgevoerd worden in de bouwphase op de momentcapaciteit.

Voor de bepaling van de relatieve verandering van de buigende momenten van de bestaande damwand is dit echter niet van essentieel belang.

Om een uitspraak te doen, of de damwand negatief beïnvloed wordt, is een berekening in de huidige situatie opgesteld. Uit deze berekening zal een maximaal moment volgen waaraan getoetst kan worden. Er wordt in deze berekening uitgegaan van een ongecorrodeerde damwand. Een ongecorrodeerde damwand zal hogere momenten en ankerkrachten opleveren, wat een conservatief uitgangspunt is.

De momentcapaciteit van de bestaande damwand Belval BZ III N bedraagt (ref. [1]):

- $M_{r,max;d} = \text{ca. } 411 \text{ kNm/m'}$ (gelijkwaardig aan een AZ 18)

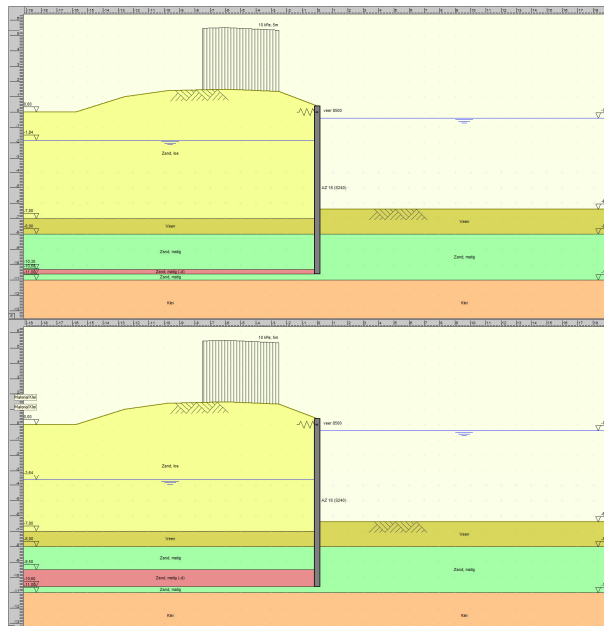
2.4 Grondwaterstand verlaging

Ten behoeve van de bemaling is een bemalingsplan [2] opgesteld. Uit het bemalingsplan is de grondwaterstanddaling ter hoogte van de damwand afgeleid. Deze bedraagt 1,8m verlaging, oftewel NAP -3,64m. De verlaging wordt integraal opgelegd.

3 TOETS BEÏNVLOEDING HORIZONTALE GROND(WATER)DRUKKEN

Ten behoeve van de toets of de grondwaterstandverlaging, als gevolg van de bemaling, van negatieve invloed is op de horizontale grond(water)drukken op de damwand van het ARK is een DSHEETPiling berekening opgesteld. In de berekening is de initiële situatie gemodelleerd en vervolgens de situatie met grondwaterstanddaling.

In de onderstaande figuur zijn de twee fasen in de DSHEETPiling berekening weergegeven.



Figuur 2 DSHEET modellering: initiële situatie + grondwaterstand verlaging

In Tabel 2 zijn de berekeningsresultaten weergegeven van de beïnvloeding van de ARK damwand. In de twee kolommen zijn de resultaten van de initiële situatie te vergelijken met de resultaten bij de grondwaterstand verlaging.

Tabel 2 Berekeningsresultaten beïnvloeding damwand ARK

Damwand			Initieel	Grondwaterstand- verlaging	
Profiel			BZ III N (AZ18)		
Staalkwaliteit			S235		
Opneembaar moment	$M_{r,d}$		432		[kNm/m']
Niveau damwand	kop		+0,4		[m NAP]
	voet		-10,6		[m NAP]
Verankering	EA		8500 ⁽¹⁾		[kN]
Resultaten					
Moment	$M_{s,d}$	UGT	182	173	[kNm/m']
Dwarskracht	$D_{s,d}$	UGT	93	87	[kN/m']
Verplaatsing	u_{rep}	BGT	14,3	13,6	[mm]
Ankerkracht	F_{anker}	UGT	61,7	62,3	[kN/m']
Gemobiliseerde grondweerstand			58	41	[%]

Opmerking bij tabel:

⁽¹⁾ De verankering van de damwand is conform [1] als verende ondersteuning gemodelleerd.

Uit de resultaten is af te leiden dat de grondwaterstandverlaging gunstig is voor de stabiliteit van de damwand. De gemobiliseerde grondweerstand neemt af (stabiliteit verhogend) waardoor de krachtswerking in de damwand eveneens afneemt. Voor de kracht in de verankering is de grondwaterstandverlaging ongunstig, echter is de toename in ankerkracht gering. Deze bedraagt 0,5 kN/m' en 0,9 kN/anker. Deze toename wordt als verwaarloosbaar beschouwd.

Geconcludeerd wordt dat er geen sprake is van negatieve beïnvloeding.

Opgemerkt wordt dat de damwand mogelijk ontworpen zal zijn op aanvaring van binnenvaart schepen. Voor deze situatie wordt geconcludeerd dat de bemaling van positieve invloed is, de damwand zal een aanvaring beter doorstaan.

4 TOETS BEÏNVLOEDING ZAKKENDE GROND OP DE ANKERSTANG

In het bemalingsplan [1] is tevens gekeken naar de te verwachten zetting van de kanaaldijk. De zetting van de kanaaldijk heeft tot gevolg dat er een verhoogde ankerkracht zal optreden vanuit zakkende grond op de ankerstang. Deze extra kracht is beschouwd en gepresenteerd in Tabel 3.

De te verwachten zetting is maximaal bepaald op 40mm. Momenteel bedraagt de zetting circa 20mm. In de beschouwing van de zakkende grond is uitgegaan van 40mm zetting.

Tabel 3 Zakkende grond op de ankerstang

Onderdeel	Waarde
Zetting kanaaldijk	Maximaal 40 mm
Geval 2 conform CUR166	Ankerstang ondervindt nog bedding van de ondergrond.
Gronddekking	1,5m
Hoek t.o.v. horizontaal	10 °
Horizontale beddingsconstante	12.000 kN/m ³
Ankerkracht in het anker	62,3 kN/m' * 1,8m = 115 kN
Resultaat	
Toename ankerkracht ΔF_{rep}	19 kN
Vloeispanning staal $\sigma_{staaf,d}$	226 MPa < 500 MPa → Voldoet

Uit de tabel wordt geconcludeerd dat het anker voldoende capaciteit heeft om de additionele ankerkracht op te kunnen nemen.

Opgemerkt wordt dat de bestaande ankerkracht onbekend is en tevens niet via berekeningen te bepalen is. Derhalve is naast de veerwaarde voor het anker van 8500 kN tevens een gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd met behulp van een translatie vaste ondersteuning als anker. In deze situatie neemt de ankerkracht toe met circa 15%. Ook bij een dergelijke toename in ankerkracht is er voldoende ruimte om de bijbehorende additionele ankerkracht op te nemen.

In de bijlage van dit rapport zijn de DSheetPiling berekening en de berekening van de zakkende grond op de ankerstang opgenomen.

BIJLAGE: DAMWAND BEREKENING



18321-DSH101a-damwand ARK.pdf

Report for D-Sheet Piling 18.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares



Company: CRUX Engineering B.V.

Date of report: 4/18/2019
Time of report: 9:35:01 AM
Report with version: 18.2.1.20477

Date of calculation: 4/18/2019
Time of calculation: 9:34:06 AM
Calculated with version: 18.2.1.20477

File name: P:\..04 REK\GEO\ID - sheet\18321-DSH101a-damwand ARK

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Table of Contents

1 Table of Contents	2
2 Summary	4
2.1 Overview per Stage and Test	4
2.2 Supports	4
2.3 CUR Verification Steps	5
3 Input Data for all Stages	6
3.1 General Input Data	6
3.2 Sheet Piling Properties	6
3.2.1 General properties	6
3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)	6
3.2.3 Maximum allowable moments	6
3.2.4 Properties for vertical balance	6
3.3 Calculation Options	6
4 Outline Stage 1: initieel	8
5 Step 6.3 Stage 1: initieel	9
5.1 General Input Data	9
5.1.1 Spring Supports	9
5.2 Input Data Left	9
5.2.1 Calculation Method	9
5.2.2 Water Level	9
5.2.3 Surface	9
5.2.4 Soil Material Properties in Profile: ARK dijk	9
5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	10
5.2.6 Surcharge Loads	10
5.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	10
5.4 Calculated force from a layer Left	11
5.5 Input Data Right	11
5.5.1 Calculation Method	11
5.5.2 Water Level	11
5.5.3 Surface	11
5.5.4 Soil Material Properties in Profile: ARK	11
5.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	11
5.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	12
5.7 Calculated force from a layer Right	12
5.8 Calculation Results	12
5.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	13
5.8.2 Moments, Forces and Displacements	13
5.8.3 Charts of Stresses	14
5.8.4 Stresses	15
5.8.5 Percentage mobilized resistance	16
5.8.6 Vertical Force Balance	16
5.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer	16
5.8.8 Rigid and Spring Supports	16
6 Step 6.5 Stage 1: initieel	17
6.1 General Input Data	17
6.1.1 Spring Supports	17
6.2 Input Data Left	17
6.2.1 Calculation Method	17
6.2.2 Water Level	17
6.2.3 Surface	17
6.2.4 Soil Material Properties in Profile: ARK dijk	17
6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	18
6.2.6 Surcharge Loads	18
6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	18
6.4 Calculated force from a layer Left	19
6.5 Input Data Right	19
6.5.1 Calculation Method	19
6.5.2 Water Level	19
6.5.3 Surface	19
6.5.4 Soil Material Properties in Profile: ARK	19
6.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	19
6.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	20
6.7 Calculated force from a layer Right	20
6.8 Calculation Results	20

6.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	20
6.8.2 Moments, Forces and Displacements	21
6.8.3 Charts of Stresses	22
6.8.4 Stresses	22
6.8.5 Percentage mobilized resistance	23
6.8.6 Vertical Force Balance	23
6.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer	24
6.8.8 Rigid and Spring Supports	24
7 Outline Stage 2: bemalingsverlaging	25
8 Step 6.3 Stage 2: bemalingsverlaging	26
8.1 General Input Data	26
8.1.1 Spring Supports	26
8.2 Input Data Left	26
8.2.1 Calculation Method	26
8.2.2 Water Level	26
8.2.3 Surface	26
8.2.4 Soil Material Properties in Profile: ARK dijk (verlaging)	26
8.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	27
8.2.6 Surcharge Loads	27
8.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	27
8.4 Calculated force from a layer Left	28
8.5 Input Data Right	28
8.5.1 Calculation Method	28
8.5.2 Water Level	28
8.5.3 Surface	28
8.5.4 Soil Material Properties in Profile: ARK (verlaging)	28
8.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	28
8.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	29
8.7 Calculated force from a layer Right	29
8.8 Calculation Results	29
8.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	30
8.8.2 Moments, Forces and Displacements	30
8.8.3 Charts of Stresses	31
8.8.4 Stresses	32
8.8.5 Percentage mobilized resistance	33
8.8.6 Vertical Force Balance	33
8.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer	33
8.8.8 Rigid and Spring Supports	33
9 Step 6.5 Stage 2: bemalingsverlaging	34
9.1 General Input Data	34
9.1.1 Spring Supports	34
9.2 Input Data Left	34
9.2.1 Calculation Method	34
9.2.2 Water Level	34
9.2.3 Surface	34
9.2.4 Soil Material Properties in Profile: ARK dijk (verlaging)	34
9.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	35
9.2.6 Surcharge Loads	35
9.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left	35
9.4 Calculated force from a layer Left	36
9.5 Input Data Right	36
9.5.1 Calculation Method	36
9.5.2 Water Level	36
9.5.3 Surface	36
9.5.4 Soil Material Properties in Profile: ARK (verlaging)	36
9.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)	36
9.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right	37
9.7 Calculated force from a layer Right	37
9.8 Calculation Results	37
9.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements	37
9.8.2 Moments, Forces and Displacements	38
9.8.3 Charts of Stresses	39
9.8.4 Stresses	39
9.8.5 Percentage mobilized resistance	40
9.8.6 Vertical Force Balance	40
9.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer	41
9.8.8 Rigid and Spring Supports	41

2 Summary

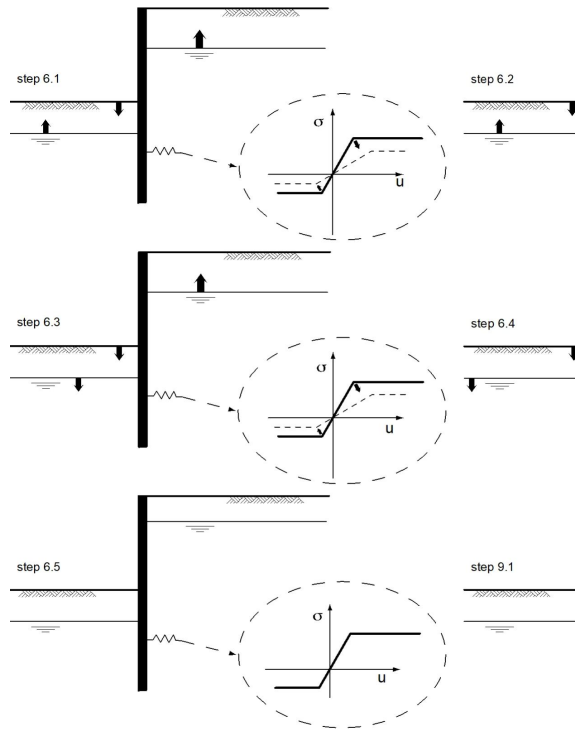
2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.3		181,67	-92,90	50,5	52,6	Sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.4		151,76	-90,75	55,2	58,0	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	14,3	92,78	-66,62	34,3	36,3	Not sufficient
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		111,34	-79,95			
2	EC7(NL)-Step 6.3		172,46	-87,22	36,5	37,6	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4		147,88	-86,75	39,4	41,0	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	13,6	84,51	-59,98	24,8	25,9	Sufficient
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		101,42	-71,98			
Max		14,3	181,67	-92,90	55,2	58,0	Not sufficient

2.2 Supports

Stage nr.	Verification type	Support veer 8500	
		Force [kN]	Moment [kNm]
1	EC7(NL)-Step 6.3	-61,65	-
2	EC7(NL)-Step 6.3	-62,25	-
1	EC7(NL)-Step 6.4	-55,52	-
2	EC7(NL)-Step 6.4	-56,13	-
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	-36,64	-
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	-37,49	-
Max		-62,25	-

2.3 CUR Verification Steps



3 Input Data for all Stages

3.1 General Input Data

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

Model	Sheet piling
Check vertical balance	Yes
Number of construction stages	2
Unit weight of water	10,00 kN/m³
Number of curves for spring characteristics	3
Unloading curve on spring characteristic	No
Elastic calculation	Yes

3.2 Sheet Piling Properties

Length	11,00 m
Level top side	0,40 m
Number of sections	1
q _{b,max}	1,00 MPa
Xi factor	1,39

3.2.1 General properties

Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 18 (S240)	-10,60	0,40	Steel	1,00

3.2.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm²/m]	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm²]	Note to reduction factor
AZ 18 (S240)	7,1820E+04	1,00	7,1820E+04	

3.2.3 Maximum allowable moments

Section name	Mr,char;el [kNm/m]	Modification factor [-]	Material factor [-]	Red. factor allow. moment [-]	Mr;d;el [kNm]
AZ 18 (S240)	432,00	1,00	1,00	1,00	432,00

3.2.4 Properties for vertical balance

Section name	From [m]	To [m]	Height [mm]	Coating area [m²/m² wall]	Section area [cm²/m]
AZ 18 (S240)	-10,60	0,40	380,00	1,35	150,00

3.3 Calculation Options

First stage represents initial situation
Calculation refinement
Reduce delta(s) according to CUR
Verification

No
Coarse
Yes
EC7 NA NL - method A: Partial factors (design values) in all stages
Eurocode 7 using the factors as described in the National Annex of the Netherlands. It is basically design approach III.

Used partial factor set

RC 2

Factors on loads
- Permanent load, unfavourable

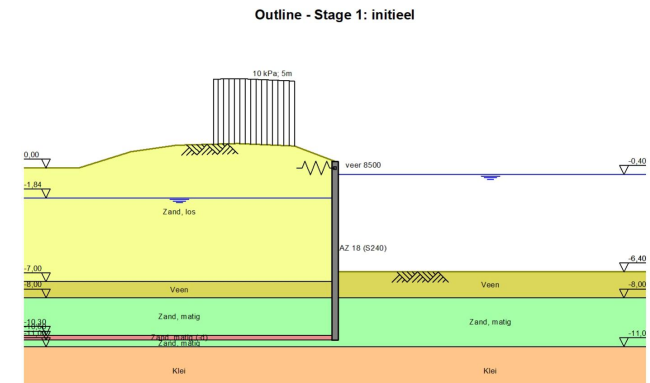
1,00



- Permanent load, favourable	1,00
- Variable load, unfavourable	1,10
- Variable load, favourable	0,00
Factors on representative values	
- Partial factor on M, D and Pmax	1,20
Material factors	
- Cohesion	1,25
- Tangent phi	1,18
- Delta (wall friction angle)	1,18
- Modulus of low representative subgrade reaction	1,30
Geometry modification	
- Increase retaining height	10,00 %
- Maximum increase retaining height	0,50 m
- Reduction in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on passive side	0,25 m
- Raise in phreatic line on active side	0,05 m
Vertical balance factors	
- Partial factor base resistance (gamma_b)	1,20



4 Outline Stage 1: initieel



5 Step 6.3 Stage 1: initieel

5.1 General Input Data

5.1.1 Spring Supports

Name	Level [m]	Rotation [kNm/rad/m]	Translation [kN/m/m]
veer 8500	0,00	0,00000E+00	8,50000E+03

5.2 Input Data Left

5.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.2.2 Water Level

Water level: -1,79 [m]

5.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	0,40
2,50	1,35
6,00	1,50
9,80	1,40
12,60	1,00
15,80	0,00

5.2.4 Soil Material Properties in Profile: ARK dijk

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
Zand, los	1,60	17,00	19,00	0,00	26,17	17,45
Veen	-7,00	12,00	12,00	2,40	12,85	0,00
Zand, matig	-8,00	18,00	20,00	0,00	28,47	19,01
Zand, matig (-d)	-10,30	18,00	20,00	0,00	28,47	-19,01
Zand, matig	-10,60	18,00	20,00	0,00	28,47	19,01
Klei	-11,00	17,00	17,00	0,00	15,02	10,04
Zand, vast	-14,00	19,00	21,00	0,00	30,79	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, los	1,60	1,00	1,00	Fine
Veen	-7,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-8,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig (-d)	-10,30	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-10,60	1,00	1,00	Fine
Klei	-11,00	1,00	1,00	Fine
Zand, vast	-14,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand, los	1,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-7,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig	-8,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig (-d)	-10,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig	-10,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-11,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand, vast	-14,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

5.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand, los	1,60	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Veen	-7,00	769,23	769,23	384,62	384,62
Zand, matig	-8,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Zand, matig (-d)	-10,30	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Zand, matig	-10,60	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Klei	-11,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Zand, vast	-14,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand, los	1,60	2307,69	2307,69
Veen	-7,00	192,31	192,31
Zand, matig	-8,00	3846,15	3846,15
Zand, matig (-d)	-10,30	3846,15	3846,15
Zand, matig	-10,60	3846,15	3846,15
Klei	-11,00	384,62	384,62
Zand, vast	-14,00	7692,31	7692,31

5.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
10 kPa; 5m	2,50	11,00	Unfavourable	Variable
	7,50	11,00		

5.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	0,20	1,7	44,5	0,37	1,96	9,58
2	-0,20	5,1	135,2	0,38	1,24	10,09
3	-0,53	8,6	264,1	0,42	1,03	12,86
4	-0,84	12,1	253,0	0,44	0,90	9,24
5	-1,22	15,2	263,5	0,43	0,80	7,42
6	-1,60	18,1	237,0	0,42	0,73	5,45
7	-1,81	19,5	233,6	0,41	0,70	4,90
8	-2,06	20,6	238,0	0,41	0,67	4,69
9	-2,50	22,4	242,7	0,40	0,64	4,34
10	-2,93	24,0	231,8	0,39	0,61	3,81
11	-3,37	25,6	222,1	0,39	0,58	3,38
12	-3,62	26,4	229,0	0,39	0,57	3,35
13	-3,87	27,3	236,5	0,38	0,56	3,33
14	-4,33	28,8	250,6	0,38	0,55	3,31
15	-4,79	30,4	265,3	0,38	0,54	3,30
16	-5,25	31,9	280,4	0,38	0,53	3,31
17	-5,71	33,2	295,9	0,37	0,52	3,32
18	-6,17	34,5	311,7	0,37	0,51	3,34
19	-6,65	36,0	328,4	0,37	0,51	3,36
20	-6,95	36,9	339,0	0,37	0,51	3,37
21	-7,25	59,9	127,5	0,59	0,69	1,26
22	-7,75	61,2	90,6	0,60	0,68	0,88
23	-8,25	35,9	373,2	0,34	0,47	3,54
24	-8,75	36,1	442,6	0,33	0,47	4,02
25	-9,25	36,6	500,8	0,32	0,47	4,35
26	-9,70	37,8	546,4	0,32	0,47	4,58



Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
27	-10,10	38,9	569,0	0,32	0,47	4,62
28	-10,45	54,3	262,8	0,43	0,47	2,08

5.4 Calculated force from a layer Left

Name	Force
Zand, los	0,00
Veen	65,59
Zand, matig	85,21
Zand, matig (-d)	18,94
Zand, matig	0,00
Klei	0,00
Zand, vast	0,00

5.5 Input Data Right

5.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

5.5.2 Water Level

Water level: -0,65 [m]

5.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-6,90
10,00	-6,90

5.5.4 Soil Material Properties in Profile: ARK

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
Veen	-6,40	12,00	12,00	2,40	12,85	0,00
Zand, matig	-8,00	18,00	20,00	0,00	28,47	19,01
Klei	-11,00	17,00	17,00	0,00	15,02	10,04
Zand, vast	-14,00	19,00	21,00	0,00	30,79	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Veen	-6,40	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-8,00	1,00	1,00	Fine
Klei	-11,00	1,00	1,00	Fine
Zand, vast	-14,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Veen	-6,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-14,40
Zand, matig	-8,00	n.a.	n.a.	n.a.	-14,40	-14,40
Klei	-11,00	n.a.	n.a.	n.a.	-14,40	-14,40
Zand, vast	-14,00	n.a.	n.a.	n.a.	-14,40	-14,40

5.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Veen	-6,40	769,23	769,23	384,62	384,62
Zand, matig	-8,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Klei	-11,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38



Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand, vast	-14,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Veen	-6,40	192,31	192,31
Zand, matig	-8,00	3846,15	3846,15
Klei	-11,00	384,62	384,62
Zand, vast	-14,00	7692,31	7692,31

5.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-6,95	0,0	14,0	0,00	0,78	2,76
2	-7,25	1,4	19,1	0,16	0,78	2,29
3	-7,75	5,0	27,8	0,36	0,78	2,01
4	-8,25	5,7	105,3	0,30	0,52	5,51
5	-8,75	7,2	123,1	0,30	0,52	5,11
6	-9,25	8,7	147,9	0,30	0,52	5,08
7	-9,70	10,0	170,5	0,30	0,52	5,07
8	-10,10	11,2	190,7	0,30	0,52	5,07
9	-10,45	12,3	208,4	0,30	0,52	5,07

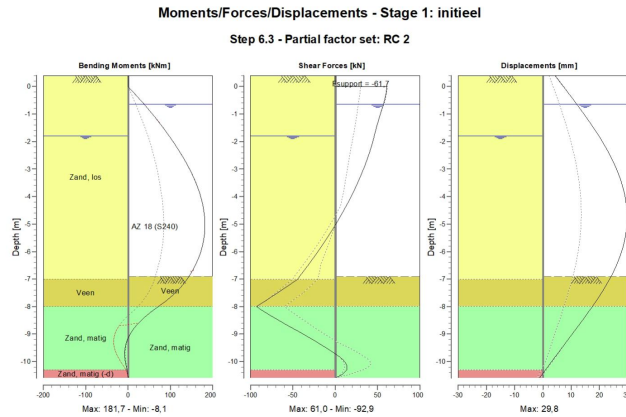
5.7 Calculated force from a layer Right

Name	Force
Veen	16,31
Zand, matig	204,61
Klei	0,00
Zand, vast	0,00

5.8 Calculation Results

Number of iterations: 5

5.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

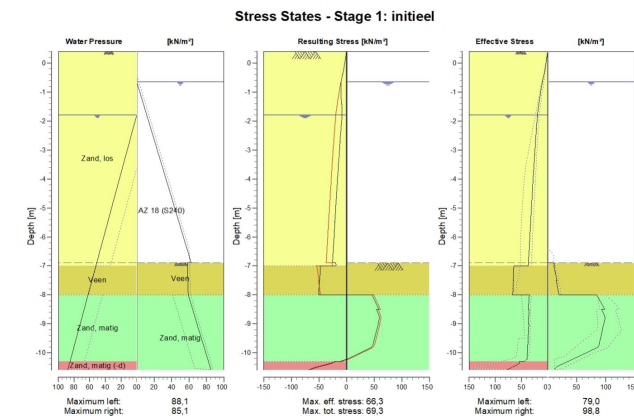


5.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0.40	0.00	0.00	4.3
1	0.00	-0.09	-0.68	7.3
2	0.00	-0.09	60.97	7.3
2	-0.40	23.93	58.93	10.2
3	-0.40	23.93	58.93	10.2
3	-0.65	38.41	56.79	12.0
4	-0.65	38.41	56.79	12.0
4	-1.03	59.25	52.92	14.7
5	-1.03	59.25	52.92	14.7
5	-1.41	78.67	49.31	17.3
6	-1.41	78.67	49.31	17.3
6	-1.79	96.78	46.06	19.8
7	-1.79	96.78	46.06	19.8
7	-1.84	99.08	45.65	20.1
8	-1.84	99.08	45.65	20.1
8	-2.28	118.20	41.62	22.6
9	-2.28	118.20	41.62	22.6
9	-2.71	135.39	36.82	24.8
10	-2.71	135.39	36.82	24.8
10	-3.15	150.33	31.30	26.7
11	-3.15	150.33	31.30	26.7
11	-3.59	162.69	25.10	28.1
12	-3.59	162.69	25.10	28.1
12	-3.64	163.93	24.35	28.2
13	-3.64	163.93	24.35	28.2
13	-4.10	173.48	17.04	29.3
14	-4.10	173.48	17.04	29.3
14	-4.56	179.50	9.01	29.7
15	-4.56	179.50	9.01	29.7
15	-5.02	181.67	0.29	29.7
16	-5.02	181.67	0.29	29.7

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-5.48	179.67	-9.13	29.1
17	-5.48	179.67	-9.13	29.1
17	-5.94	173.19	-19.15	28.0
18	-5.94	173.19	-19.15	28.0
18	-6.40	161.96	-29.80	26.4
19	-6.40	161.96	-29.80	26.4
19	-6.90	144.02	-42.09	24.1
20	-6.90	144.02	-42.09	24.1
20	-7.00	139.72	-44.02	23.6
21	-7.00	139.72	-44.02	23.6
21	-7.50	111.72	-68.03	20.8
22	-7.50	111.72	-68.03	20.8
22	-8.00	71.51	-92.90	17.5
23	-8.00	71.51	-92.90	17.5
23	-8.50	31.34	-66.74	14.0
24	-8.50	31.34	-66.72	14.0
24	-9.00	5.11	-37.94	10.4
25	-9.00	5.12	-37.92	10.4
25	-9.50	-6.93	-10.85	6.7
26	-9.50	-6.93	-10.83	6.7
26	-9.90	-7.37	7.90	3.8
27	-9.90	-7.36	7.97	3.8
27	-10.30	-2.45	13.51	0.9
28	-10.30	-2.45	13.66	0.9
28	-10.60	0.00	0.04	-1.2
Max		181.67	-92.90	29.7
Max, minor nodes incl.		181.67	-92.90	29.8

5.8.3 Charts of Stresses



5.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
1	0.40	0.09	0.00	A		0.00	0.00	-	
1	0.00	3.30	0.00	A		0.00	0.00	-	
2	0.00	3.43	0.00	A		0.00	0.00	-	
2	-0.40	6.78	0.00	A		0.00	0.00	-	
3	-0.40	7.42	0.00	A		0.00	0.00	-	
3	-0.65	9.70	0.00	A		0.00	0.00	-	
4	-0.65	10.25	0.00	A		0.00	0.00	-	
4	-1.03	13.87	0.00	A		0.00	3.80	-	
5	-1.03	13.48	0.00	A		0.00	3.80	-	
5	-1.41	16.92	0.00	A		0.00	7.60	-	
6	-1.41	16.42	0.00	A		0.00	7.60	-	
6	-1.79	19.69	0.00	A		0.00	11.40	-	
7	-1.79	19.41	0.00	A		0.00	11.40	-	
7	-1.84	19.67	0.50	A		0.00	11.90	-	
8	-1.84	19.52	0.50	A		0.00	11.90	-	
8	-2.28	21.68	4.88	A		0.00	16.27	-	
9	-2.28	21.35	4.88	A		0.00	16.27	-	
9	-2.71	23.39	9.25	A		0.00	20.65	-	
10	-2.71	23.04	9.25	A		0.00	20.65	-	
10	-3.15	24.98	13.63	A		0.00	25.02	-	
11	-3.15	24.65	13.63	A		0.00	25.02	-	
11	-3.59	26.49	18.00	A		0.00	29.40	-	
12	-3.59	26.32	18.00	A		0.00	29.40	-	
12	-3.64	26.53	18.50	A		0.00	29.90	-	
13	-3.64	26.37	18.50	A		0.00	29.90	-	
13	-4.10	28.21	23.10	A		0.00	34.50	-	
14	-4.10	27.95	23.10	A		0.00	34.50	-	
14	-4.56	29.72	27.70	A		0.00	39.10	-	
15	-4.56	29.51	27.70	A		0.00	39.10	-	
15	-5.02	31.22	32.30	A		0.00	43.70	-	
16	-5.02	31.04	32.30	A		0.00	43.70	-	
16	-5.48	32.70	36.90	A		0.00	48.30	-	
17	-5.48	32.39	36.90	A		0.00	48.30	-	
17	-5.94	34.00	41.50	A		0.00	52.90	-	
18	-5.94	33.75	41.50	A		0.00	52.90	-	
18	-6.40	35.33	46.10	A		0.00	57.50	-	
19	-6.40	35.13	46.10	A		0.00	57.50	-	
19	-6.90	36.81	51.10	A		0.00	62.50	-	
20	-6.90	36.69	51.10	A		10.13	58.00	3	81
20	-7.00	37.03	52.10	A		11.77	58.10	2	76
21	-7.00	64.49	52.10	2		10.44	58.10	3	81
21	-7.50	65.76	57.10	2		15.96	58.60	2	63
22	-7.50	65.40	57.10	2		14.81	58.60	2	66
22	-8.00	66.72	62.10	2		19.30	59.10	2	58
23	-8.00	35.09	62.10	A		84.18	59.10	3	92
23	-8.50	36.76	67.10	A		98.28	64.10	3	83
24	-8.50	35.34	67.10	A		92.43	64.10	3	84
24	-9.00	36.93	72.10	A		96.69	69.10	2	71
25	-9.00	35.85	72.10	A		96.44	69.10	2	71
25	-9.50	37.38	77.10	A		91.10	74.10	2	57
26	-9.50	37.18	77.10	A		91.02	74.10	2	57
26	-9.90	38.40	81.10	A		77.38	78.10	1	43
27	-9.90	38.28	81.10	A		77.38	78.10	1	43
27	-10.30	44.36	85.10	1		35.08	82.10	1	17
28	-10.30	53.66	85.10	A		35.08	82.10	1	17
28	-10.60	79.00	88.10	1	30	12.70	85.10	A	

*
Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob Percentage passive mobilized

5.8.5 Percentage mobilized resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	341,9	220,9
Water	388,1	447,2
Total	730,0	668,1

Considered as passive side
Maximum passive effective resistance
Mobilized passive effective resistance
Percentage mobilized resistance
Position single support
Maximum passive moment
Mobilized passive moment
Percentage mobilized moment

Right
420,03 kN
220,93 kN
52,6 %
0,00 m
3931,89 kNm
1987,03 kNm
50,5 %

5.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor
Partial factor base resistance
Maximum point resistance

1,39
1,20
1,00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-76,93
Vertical force passive	70,48
Resulting vertical force (no dead weight)	-6,45
Vertical toe capacity R _{b;d}	8,99
Vertical toe capacity is sufficient (6 ≤ 9)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-76,93
Vertical force passive	70,48
Resulting vertical force (no dead weight)	-6,45
Vertical toe capacity R _{b;d}	227,82
Vertical toe capacity is sufficient (6 ≤ 228)	

5.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
0.40	Zand, los	-54,11	-6.90	Veen	0.00
-7.00	Veen	0.00	-8.00	Zand, matig	70,48
-8.00	Zand, matig	-29,35			
-10.30	Zand, matig (-d)	6,53			

5.8.8 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
2	0,00	-61,65	0,00

6 Step 6.5 Stage 1: initieel

6.1 General Input Data

6.1.1 Spring Supports

Name	Level [m]	Rotation [kNm/rad/m]	Translation [kN/m/m]
veer 8500	0,00	0,00000E+00	8,50000E+03

6.2 Input Data Left

6.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.2.2 Water Level

Water level: -1,84 [m]

6.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	0,40
2,50	1,35
6,00	1,50
9,80	1,40
12,60	1,00
15,80	0,00

6.2.4 Soil Material Properties in Profile: ARK dijk

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
Zand, los	1,60	17,00	19,00	0,00	30,00	20,00
Veen	-7,00	12,00	12,00	3,00	15,00	0,00
Zand, matig	-8,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60
Zand, matig (-d)	-10,30	18,00	20,00	0,00	32,50	-16,60
Zand, matig	-10,60	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60
Klei	-11,00	17,00	17,00	0,00	17,50	11,70
Zand, vast	-14,00	19,00	21,00	0,00	35,00	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, los	1,60	1,00	1,00	Fine
Veen	-7,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-8,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig (-d)	-10,30	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-10,60	1,00	1,00	Fine
Klei	-11,00	1,00	1,00	Fine
Zand, vast	-14,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand, los	1,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-7,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig	-8,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig (-d)	-10,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig	-10,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-11,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand, vast	-14,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

6.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand, los	1,60	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Veen	-7,00	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Zand, matig	-8,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Zand, matig (-d)	-10,30	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Zand, matig	-10,60	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Klei	-11,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Zand, vast	-14,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand, los	1,60	3000,00	3000,00
Veen	-7,00	250,00	250,00
Zand, matig	-8,00	5000,00	5000,00
Zand, matig (-d)	-10,30	5000,00	5000,00
Zand, matig	-10,60	5000,00	5000,00
Klei	-11,00	500,00	500,00
Zand, vast	-14,00	10000,00	10000,00

6.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
10 kPa; 5m	2,50	10,00	Unfavourable	Variable
	7,50	10,00		

6.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	0,20	1,4	80,6	0,29	1,88	17,48
2	-0,20	4,1	278,9	0,30	1,18	20,92
3	-0,64	7,0	304,0	0,31	0,92	13,26
4	-1,12	11,2	290,1	0,34	0,77	8,73
5	-1,60	14,9	289,2	0,34	0,68	6,69
6	-2,06	17,2	306,1	0,34	0,62	6,01
7	-2,52	18,8	293,2	0,33	0,59	5,22
8	-2,96	20,2	279,0	0,33	0,56	4,55
9	-3,42	21,6	295,2	0,33	0,53	4,46
10	-3,87	22,9	313,7	0,32	0,52	4,42
11	-4,33	24,2	333,3	0,32	0,50	4,40
12	-4,79	25,5	353,7	0,32	0,49	4,41
13	-5,25	26,8	374,6	0,32	0,48	4,42
14	-5,71	28,1	396,0	0,31	0,47	4,44
15	-6,17	29,3	417,8	0,31	0,47	4,47
16	-6,55	30,2	436,0	0,31	0,46	4,50
17	-6,85	30,9	450,5	0,31	0,46	4,52
18	-7,25	53,7	134,5	0,53	0,66	1,33
19	-7,75	55,0	75,4	0,54	0,66	0,74
20	-8,25	31,9	417,1	0,30	0,42	3,96
21	-8,75	33,1	501,4	0,30	0,42	4,55
22	-9,25	33,5	576,1	0,29	0,42	5,01
23	-9,70	33,7	617,7	0,28	0,42	5,17
24	-10,10	34,2	640,3	0,28	0,42	5,20
25	-10,45	44,2	290,0	0,35	0,42	2,29

6.4 Calculated force from a layer Left

Name	Force
Zand, los	0,00
Veen	61,56
Zand, matig	78,90
Zand, matig (-d)	18,86
Zand, matig	0,00
Klei	0,00
Zand, vast	0,00

6.5 Input Data Right

6.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

6.5.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

6.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-6,40
10,00	-6,40

6.5.4 Soil Material Properties in Profile: ARK

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
Veen	-6,40	12,00	12,00	3,00	15,00	0,00
Zand, matig	-8,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60
Klei	-11,00	17,00	17,00	0,00	17,50	11,70
Zand, vast	-14,00	19,00	21,00	0,00	35,00	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Veen	-6,40	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-8,00	1,00	1,00	Fine
Klei	-11,00	1,00	1,00	Fine
Zand, vast	-14,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Veen	-6,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-14,40
Zand, matig	-8,00	n.a.	n.a.	n.a.	-14,40	-14,40
Klei	-11,00	n.a.	n.a.	n.a.	-14,40	-14,40
Zand, vast	-14,00	n.a.	n.a.	n.a.	-14,40	-14,40

6.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Veen	-6,40	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Zand, matig	-8,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Klei	-11,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Zand, vast	-14,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Veen	-6,40	250,00	250,00
Zand, matig	-8,00	5000,00	5000,00
Klei	-11,00	500,00	500,00
Zand, vast	-14,00	10000,00	10000,00

6.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-6,55	0,0	10,6	0,00	0,74	6,44
2	-6,85	0,0	16,2	0,00	0,74	3,28
3	-7,25	0,0	23,7	0,00	0,74	2,53
4	-7,75	1,8	33,0	0,12	0,74	2,22
5	-8,25	5,1	130,5	0,25	0,46	6,49
6	-8,75	6,5	148,3	0,26	0,46	5,91
7	-9,25	7,8	176,5	0,26	0,46	5,86
8	-9,70	9,0	202,5	0,26	0,46	5,85
9	-10,10	10,0	225,7	0,26	0,46	5,85
10	-10,45	11,0	246,0	0,26	0,46	5,84

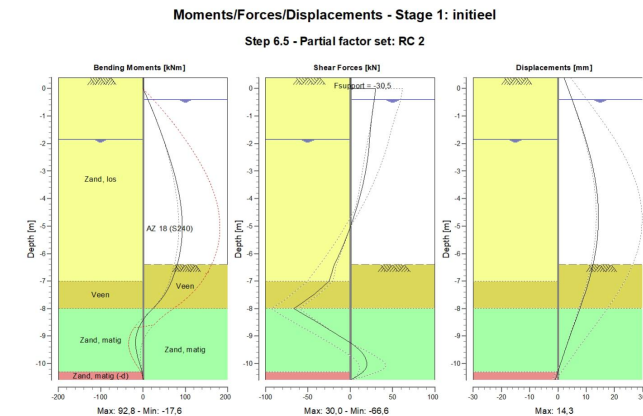
6.7 Calculated force from a layer Right

Name	Force
Veen	20,41
Zand, matig	164,28
Klei	0,00
Zand, vast	0,00

6.8 Calculation Results

Number of iterations: 4

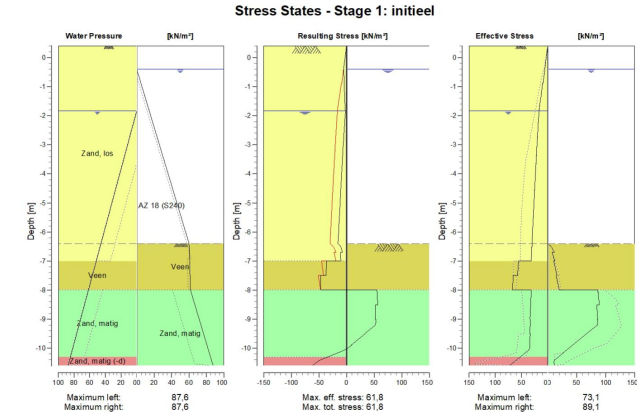
6.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



6.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,40	0,00	0,00	2,2
1	0,00	-0,07	-0,54	3,6
2	0,00	-0,07	29,99	3,6
2	-0,40	11,63	28,37	5,0
3	-0,40	11,63	28,37	5,0
3	-0,88	24,68	26,14	6,7
4	-0,88	24,68	26,14	6,7
4	-1,36	36,75	24,24	8,3
5	-1,36	36,75	24,24	8,3
5	-1,84	48,02	22,85	9,8
6	-1,84	48,02	22,85	9,8
6	-2,29	58,05	21,58	11,0
7	-2,29	58,05	21,58	11,0
7	-2,74	67,35	19,60	12,1
8	-2,74	67,35	19,60	12,1
8	-3,19	75,60	16,98	13,0
9	-3,19	75,60	16,98	13,0
9	-3,64	82,54	13,74	13,7
10	-3,64	82,54	13,74	13,7
10	-4,10	87,99	9,82	14,1
11	-4,10	87,99	9,82	14,1
11	-4,56	91,49	5,30	14,3
12	-4,56	91,49	5,30	14,3
12	-5,02	92,78	0,19	14,3
13	-5,02	92,78	0,19	14,3
13	-5,48	91,58	-5,51	13,9
14	-5,48	91,58	-5,51	13,9
14	-5,94	87,63	-11,79	13,3
15	-5,94	87,63	-11,79	13,3
15	-6,40	80,65	-18,64	12,4
16	-6,40	80,65	-18,64	12,4
16	-6,70	74,55	-21,71	11,7
17	-6,70	74,55	-21,71	11,7
17	-7,00	67,55	-24,89	11,0
18	-7,00	67,55	-24,89	11,0
18	-7,50	50,54	-43,21	9,5
19	-7,50	50,54	-43,21	9,5
19	-8,00	23,09	-66,62	7,8
20	-8,00	23,09	-66,62	7,8
20	-8,50	-3,28	-38,75	6,0
21	-8,50	-3,28	-38,75	6,0
21	-9,00	-16,15	-12,68	4,3
22	-9,00	-16,16	-12,62	4,3
22	-9,50	-16,18	10,67	2,6
23	-9,50	-16,18	10,69	2,6
23	-9,90	-9,90	19,03	1,3
24	-9,90	-9,90	19,08	1,3
24	-10,30	-2,47	15,09	0,0
25	-10,30	-2,47	15,09	0,0
25	-10,60	0,00	0,02	-1,0
Max		92,78	-66,62	14,3
Max, minor nodes incl.		92,78	-66,62	14,3

6.8.3 Charts of Stresses



6.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]
1	0,40	0,06	0,00	A		0,00	0,00	-	
1	0,00	2,63	0,00	A		0,00	0,00	-	
2	0,00	2,73	0,00	A		0,00	0,00	-	
2	-0,40	5,39	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	-0,40	5,43	0,00	A		0,00	0,00	-	
3	-0,88	8,62	0,00	A		0,00	4,80	-	
4	-0,88	9,46	0,00	A		0,00	4,80	-	
4	-1,36	12,88	0,00	A		0,00	9,60	-	
5	-1,36	13,18	0,00	A		0,00	9,60	-	
5	-1,84	16,59	0,00	A		0,00	14,40	-	
6	-1,84	16,30	0,00	A		0,00	14,40	-	
6	-2,29	18,14	4,50	A		0,00	18,90	-	
7	-2,29	17,92	4,50	A		0,00	18,90	-	
7	-2,74	19,66	9,00	A		0,00	23,40	-	
8	-2,74	19,40	9,00	A		0,00	23,40	-	
8	-3,19	21,05	13,50	A		0,00	27,90	-	
9	-3,19	20,80	13,50	A		0,00	27,90	-	
9	-3,64	22,37	18,00	A		0,00	32,40	-	
10	-3,64	22,14	18,00	A		0,00	32,40	-	
10	-4,10	23,68	22,60	A		0,00	37,00	-	
11	-4,10	23,48	22,60	A		0,00	37,00	-	
11	-4,56	24,97	27,20	A		0,00	41,60	-	
12	-4,56	24,79	27,20	A		0,00	41,60	-	
12	-5,02	26,23	31,80	A		0,00	46,20	-	
13	-5,02	26,09	31,80	A		0,00	46,20	-	
13	-5,48	27,48	36,40	A		0,00	50,80	-	
14	-5,48	27,37	36,40	A		0,00	50,80	-	
14	-5,94	28,73	41,00	A		0,00	55,40	-	
15	-5,94	28,63	41,00	A		0,00	55,40	-	
15	-6,40	29,97	45,60	A		0,00	60,00	-	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
16	-6.40	29,78	45,60	A		0,00	60,00	P	
16	-6.70	30,63	48,60	A		11,59	60,30	2	55
17	-6.70	30,53	48,60	A		7,80	60,30	2	72
17	-7.00	31,37	51,60	A		12,19	60,60	2	56
18	-7.00	55,62	51,60	1		10,40	60,60	2	62
18	-7.50	57,77	56,60	1		16,18	61,10	2	53
19	-7.50	66,07	56,60	3		14,81	61,10	2	55
19	-8.00	66,82	61,60	3		19,92	61,60	2	51
20	-8.00	31,17	61,60	A		86,20	61,60	2	75
20	-8.50	32,65	66,60	A		89,08	66,60	2	61
21	-8.50	32,34	66,60	A		84,30	66,60	2	63
21	-9.00	33,80	71,60	A		86,15	71,60	2	53
22	-9.00	32,80	71,60	A		85,69	71,60	2	53
22	-9.50	34,21	76,60	A		66,87	76,60	1	35
23	-9.50	33,20	76,60	A		66,87	76,60	1	35
23	-9.90	34,29	80,60	A		42,43	80,60	1	20
24	-9.90	33,64	80,60	A		42,43	80,60	1	20
24	-10.30	52,60	84,60	1	8	18,43	84,60	1	
25	-10.30	52,63	84,60	1	18	18,43	84,60	1	
25	-10.60	73,12	87,60	1	25	11,35	87,60	A	

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob Percentage passive mobilized

6.8.5 Percentage mobilized resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	302,9	184,7
Water	383,7	471,2
Total	686,6	655,9

Considered as passive side
Maximum passive effective resistance 509,17 kN
Mobilized passive effective resistance 184,69 kN
Percentage mobilized resistance 36,3 %
Position single support 0,00 m
Maximum passive moment 4743,75 kNm
Mobilized passive moment 1628,14 kNm
Percentage mobilized moment 34,3 %

6.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor 1,39
Partial factor base resistance 1,20
Maximum point resistance 1,00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-76,14
Vertical force passive	65,37
Resulting vertical force (no dead weight)	-10,77
Vertical toe capacity Rb;d	8,99
Vertical toe capacity is not sufficient (11 > 9)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-76,14
Vertical force passive	65,37
Resulting vertical force (no dead weight)	-10,77
Vertical toe capacity Rb;d	227,82
Vertical toe capacity is sufficient (11 <= 228)	

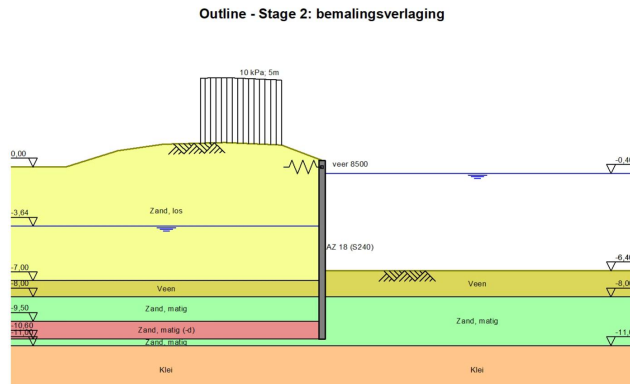
6.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
0.40	Zand, los	-52,25	-6.40	Veen	0,00
-7.00	Veen	0,00	-8.00	Zand, matig	65,37
-8.00	Zand, matig	-31,40			
-10.30	Zand, matig (-d)	7,51			

6.8.8 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
2	0,00	-30,53	0,00

7 Outline Stage 2: bemalingsverlaging



8 Step 6.3 Stage 2: bemalingsverlaging

8.1 General Input Data

8.1.1 Spring Supports

Name	Level [m]	Rotation [kNm/rad/m']	Translation [kN/m/m']
veer 8500	0,00	0,00000E+00	8,50000E+03

8.2 Input Data Left

8.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.2.2 Water Level

Water level: -3,59 [m]

8.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	0,40
2,50	1,35
6,00	1,50
9,80	1,40
12,60	1,00
15,80	0,00

8.2.4 Soil Material Properties in Profile: ARK dijk (verlaging)

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
Zand, los	1,60	17,00	19,00	0,00	26,17	17,45
Veen	-7,00	12,00	12,00	2,40	12,85	0,00
Zand, matig	-8,00	18,00	20,00	0,00	28,47	19,01
Zand, matig (-d)	-9,50	18,00	20,00	0,00	28,47	-19,01
Zand, matig	-10,60	18,00	20,00	0,00	28,47	19,01
Klei	-11,00	17,00	17,00	0,00	15,02	10,04
Zand, vast	-14,00	19,00	21,00	0,00	30,79	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, los	1,60	1,00	1,00	Fine
Veen	-7,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-8,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig (-d)	-9,50	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-10,60	1,00	1,00	Fine
Klei	-11,00	1,00	1,00	Fine
Zand, vast	-14,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand, los	1,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-7,00	n.a.	n.a.	n.a.	18,00	18,00
Zand, matig	-8,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig (-d)	-9,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig	-10,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-11,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand, vast	-14,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

8.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand, los	1,60	9230,77	9230,77	4615,38	4615,38
Veen	-7,00	769,23	769,23	384,62	384,62
Zand, matig	-8,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Zand, matig (-d)	-9,50	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Zand, matig	-10,60	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Klei	-11,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38
Zand, vast	-14,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand, los	1,60	2307,69	2307,69
Veen	-7,00	192,31	192,31
Zand, matig	-8,00	3846,15	3846,15
Zand, matig (-d)	-9,50	3846,15	3846,15
Zand, matig	-10,60	3846,15	3846,15
Klei	-11,00	384,62	384,62
Zand, vast	-14,00	7692,31	7692,31

8.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
10 kPa; 5m	2,50	11,00	Unfavourable	Variable
	7,50	11,00		

8.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	0,20	1,7	44,5	0,37	1,96	9,58
2	-0,20	5,1	135,2	0,38	1,24	10,09
3	-0,53	8,6	264,1	0,42	1,03	12,86
4	-0,84	12,1	253,0	0,44	0,90	9,24
5	-1,22	15,2	263,5	0,43	0,80	7,42
6	-1,60	18,1	237,0	0,42	0,73	5,45
7	-1,81	19,6	234,5	0,41	0,70	4,90
8	-2,06	21,3	247,2	0,40	0,67	4,68
9	-2,50	24,2	267,4	0,39	0,63	4,34
10	-2,93	26,9	279,6	0,38	0,60	3,99
11	-3,37	29,7	284,0	0,38	0,58	3,62
12	-3,62	31,1	294,4	0,38	0,57	3,56
13	-3,87	32,0	300,6	0,37	0,56	3,52
14	-4,33	33,6	313,0	0,37	0,55	3,47
15	-4,79	35,1	326,7	0,37	0,54	3,45
16	-5,25	36,6	341,3	0,37	0,53	3,44
17	-5,71	38,0	356,4	0,37	0,53	3,44
18	-6,17	39,3	372,0	0,36	0,52	3,45
19	-6,65	40,7	388,6	0,36	0,52	3,46
20	-6,95	41,6	399,1	0,36	0,51	3,47
21	-7,25	57,6	119,3	0,59	0,68	1,22
22	-7,75	58,9	84,0	0,60	0,68	0,85
23	-8,25	40,3	444,9	0,34	0,48	3,71
24	-8,75	40,5	512,8	0,32	0,47	4,11
25	-9,25	40,9	570,3	0,32	0,47	4,41
26	-9,70	56,8	288,5	0,42	0,47	2,16

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
27	-10,10	59,2	276,9	0,43	0,47	2,01
28	-10,45	61,2	237,3	0,43	0,48	1,68

8.4 Calculated force from a layer Left

Name	Force
Zand, los	0,00
Veen	62,91
Zand, matig	70,03
Zand, matig (-d)	66,39
Zand, matig	0,00
Klei	0,00
Zand, vast	0,00

8.5 Input Data Right

8.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

8.5.2 Water Level

Water level: -0,65 [m]

8.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-6,90
10,00	-6,90

8.5.4 Soil Material Properties in Profile: ARK (verlaging)

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
Veen	-6,40	12,00	12,00	2,40	12,85	0,00
Zand, matig	-8,00	18,00	20,00	0,00	28,47	19,01
Klei	-11,00	17,00	17,00	0,00	15,02	10,04
Zand, vast	-14,00	19,00	21,00	0,00	30,79	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Veen	-6,40	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-8,00	1,00	1,00	Fine
Klei	-11,00	1,00	1,00	Fine
Zand, vast	-14,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Veen	-6,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-14,40
Zand, matig	-8,00	n.a.	n.a.	n.a.	-32,40	-32,40
Klei	-11,00	n.a.	n.a.	n.a.	-14,40	-14,40
Zand, vast	-14,00	n.a.	n.a.	n.a.	-14,40	-14,40

8.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Veen	-6,40	769,23	769,23	384,62	384,62
Zand, matig	-8,00	15384,62	15384,62	7692,31	7692,31
Klei	-11,00	1538,46	1538,46	615,38	615,38

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand, vast	-14,00	30769,23	30769,23	15384,62	15384,62

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Veen	-6,40	192,31	192,31
Zand, matig	-8,00	3846,15	3846,15
Klei	-11,00	384,62	384,62
Zand, vast	-14,00	7692,31	7692,31

8.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-6,95	0,0	14,0	0,00	0,78	2,76
2	-7,25	1,4	19,1	0,16	0,78	2,29
3	-7,75	5,0	27,8	0,36	0,78	2,01
4	-8,25	11,0	197,4	0,30	0,52	5,32
5	-8,75	12,5	214,0	0,30	0,52	5,08
6	-9,25	14,0	238,9	0,30	0,52	5,07
7	-9,70	15,4	261,7	0,30	0,52	5,07
8	-10,10	16,6	281,9	0,30	0,52	5,07
9	-10,45	17,6	299,6	0,30	0,52	5,07

8.7 Calculated force from a layer Right

Name	Force
Veen	16,19
Zand, matig	231,20
Klei	0,00
Zand, vast	0,00

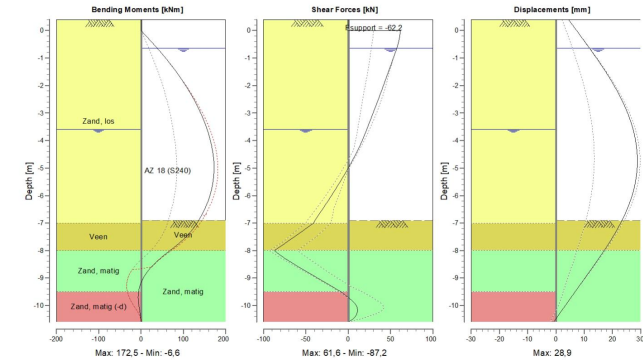
8.8 Calculation Results

Number of iterations: 3

8.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: bemalingsverlaging

Step 6.3 - Partial factor set: RC 2

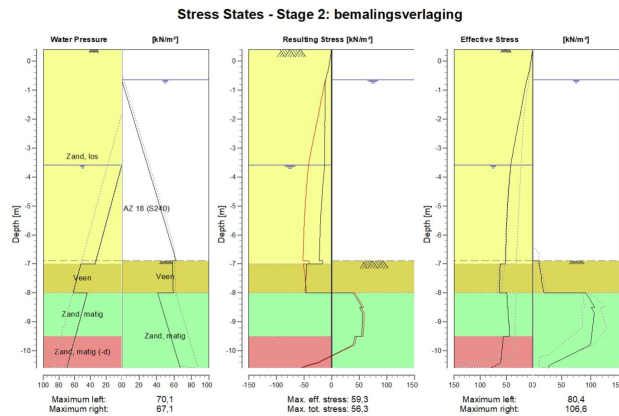


8.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,40	0,00	0,00	4,5
1	0,00	-0,09	-0,68	7,3
2	0,00	-0,09	61,57	7,3
2	-0,40	24,17	59,51	10,2
3	-0,40	24,17	59,51	10,2
3	-0,65	38,77	57,22	11,9
4	-0,65	38,77	57,22	11,9
4	-1,03	59,70	52,86	14,6
5	-1,03	59,70	52,86	14,6
5	-1,41	78,95	48,41	17,1
6	-1,41	78,95	48,41	17,1
6	-1,79	96,51	43,98	19,4
7	-1,79	96,51	43,98	19,4
7	-1,84	98,69	43,39	19,7
8	-1,84	98,69	43,39	19,7
8	-2,28	116,55	38,18	22,1
9	-2,28	116,55	38,18	22,1
9	-2,71	132,09	32,81	24,2
10	-2,71	132,09	32,81	24,2
10	-3,15	145,26	27,36	25,9
11	-3,15	145,26	27,36	25,9
11	-3,59	156,05	21,91	27,3
12	-3,59	156,05	21,91	27,3
12	-3,64	157,13	21,29	27,4
13	-3,64	157,13	21,28	27,4
13	-4,10	165,51	14,96	28,4
14	-4,10	165,51	14,96	28,4
14	-4,56	170,75	7,69	28,8
15	-4,56	170,75	7,69	28,8
15	-5,02	172,46	-0,42	28,8
16	-5,02	172,46	-0,42	28,8

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
16	-5,48	170,26	-9,25	28,2
17	-5,48	170,26	-9,25	28,2
17	-5,94	163,88	-18,59	27,1
18	-5,94	163,88	-18,59	27,1
18	-6,40	153,10	-28,34	25,6
19	-6,40	153,10	-28,34	25,6
19	-6,90	136,22	-39,28	23,4
20	-6,90	136,22	-39,28	23,4
20	-7,00	132,21	-40,90	22,9
21	-7,00	132,21	-40,90	22,9
21	-7,50	106,08	-63,64	20,2
22	-7,50	106,08	-63,64	20,2
22	-8,00	68,39	-87,22	17,1
23	-8,00	68,39	-87,21	17,1
23	-8,50	30,36	-63,60	13,7
24	-8,50	30,36	-63,58	13,7
24	-9,00	5,35	-36,13	10,3
25	-9,00	5,35	-36,12	10,3
25	-9,50	-5,76	-8,50	6,8
26	-9,50	-5,77	-8,49	6,8
26	-9,90	-5,90	7,13	4,0
27	-9,90	-5,90	7,20	4,0
27	-10,30	-1,88	10,10	1,2
28	-10,30	-1,88	10,25	1,2
28	-10,60	0,00	0,04	-0,8
Max		172,46	-87,22	28,8
Max, minor nodes incl.		172,46	-87,22	28,9

8.8.3 Charts of Stresses



8.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
1	0,40	0,09	0,00	A		0,00	0,00	-	
1	0,00	3,30	0,00	A		0,00	0,00	-	
2	0,00	3,43	0,00	A		0,00	0,00	-	
2	-0,40	7,06	0,00	1		0,00	0,00	-	
3	-0,40	7,71	0,00	1		0,00	0,00	-	
3	-0,65	10,57	0,00	1		0,00	0,00	-	
4	-0,65	11,11	0,00	1		0,00	0,00	-	
4	-1,03	15,62	0,00	1		0,00	3,80	-	
5	-1,03	15,23	0,00	1		0,00	3,80	-	
5	-1,41	19,58	0,00	1		0,00	7,60	-	
6	-1,41	19,08	0,00	1		0,00	7,60	-	
6	-1,79	23,26	0,00	1		0,00	11,40	-	
7	-1,79	22,95	0,00	1		0,00	11,40	-	
7	-1,84	23,60	0,00	1		0,00	11,90	-	
8	-1,84	23,24	0,00	1		0,00	11,90	-	
8	-2,28	28,75	0,00	1		0,00	16,27	-	
9	-2,28	28,14	0,00	1		0,00	16,27	-	
9	-2,71	33,33	0,00	1		0,00	20,65	-	
10	-2,71	32,82	0,00	1		0,00	20,65	-	
10	-3,15	37,74	0,00	1		0,00	25,02	-	
11	-3,15	37,33	0,00	1		0,00	25,02	-	
11	-3,59	41,96	0,00	1		0,00	29,40	-	
12	-3,59	41,77	0,00	1		0,00	29,40	-	
12	-3,64	42,05	0,50	1		0,00	29,90	-	
13	-3,64	41,89	0,50	1		0,00	29,90	-	
13	-4,10	44,36	5,10	1		0,00	34,50	-	
14	-4,10	44,10	5,10	1		0,00	34,50	-	
14	-4,56	46,29	9,70	1		0,00	39,10	-	
15	-4,56	46,06	9,70	1		0,00	39,10	-	
15	-5,02	47,96	14,30	1		0,00	43,70	-	
16	-5,02	47,76	14,30	1		0,00	43,70	-	
16	-5,48	49,36	18,90	1		0,00	48,30	-	
17	-5,48	49,03	18,90	1		0,00	48,30	-	
17	-5,94	50,34	23,50	1		0,00	52,90	-	
18	-5,94	50,07	23,50	1		0,00	52,90	-	
18	-6,40	51,08	28,10	1		0,00	57,50	-	
19	-6,40	50,86	28,10	1		0,00	57,50	-	
19	-6,90	51,65	33,10	1		0,00	62,50	-	
20	-6,90	51,52	33,10	1		10,08	58,00	3	81
20	-7,00	51,65	34,10	1		11,62	58,10	2	75
21	-7,00	61,84	52,10	2		10,39	58,10	3	81
21	-7,50	63,09	57,10	2		15,84	58,60	2	62
22	-7,50	62,73	57,10	2		14,68	58,60	2	66
22	-8,00	64,01	62,10	2		19,21	59,10	2	58
23	-8,00	49,27	44,10	1		91,12	41,10	1	50
23	-8,50	48,50	49,10	1		106,56	46,10	2	51
24	-8,50	47,05	49,10	1		100,71	46,10	2	50
24	-9,00	46,15	54,10	1		104,45	51,10	1	46
25	-9,00	45,03	54,10	1		104,19	51,10	1	46
25	-9,50	44,09	59,10	1		101,37	56,10	1	40
26	-9,50	56,01	59,10	A		101,29	56,10	1	40
26	-9,90	57,64	63,10	A		89,62	60,10	1	33
27	-9,90	58,35	63,10	A		89,62	60,10	1	33
27	-10,30	59,99	67,10	A		49,24	64,10	1	17
28	-10,30	60,59	67,10	A		49,24	64,10	1	17
28	-10,60	80,38	70,10	1	34	28,29	67,10	1	

*
Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob Percentage passive mobilized

8.8.5 Percentage mobilized resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	446,6	247,4
Water	263,7	400,4
Total	710,3	647,8

Considered as passive side	Right
Maximum passive effective resistance	657,30 kN
Mobilized passive effective resistance	247,39 kN
Percentage mobilized resistance	37,6 %
Position single support	0,00 m
Maximum passive moment	6138,07 kNm
Mobilized passive moment	2238,11 kNm
Percentage mobilized moment	36,5 %

8.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor	1,39
Partial factor base resistance	1,20
Maximum point resistance	1,00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-78,94
Vertical force passive	79,64
Resulting vertical force (no dead weight)	0,70
Vertical toe capacity Rb;d	8,99
Resultant goes up	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-78,94
Vertical force passive	79,64
Resulting vertical force (no dead weight)	0,70
Vertical toe capacity Rb;d	227,82
Resultant goes up	

8.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
0,40	Zand, los	-77,69	-6,90	Veen	0,00
-7,00	Veen	0,00	-8,00	Zand, matig	79,64
-8,00	Zand, matig	-24,12			
-9,50	Zand, matig (-d)	22,87			

8.8.8 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
2	0,00	-62,25	0,00

9 Step 6.5 Stage 2: bemalingsverlaging

9.1 General Input Data

9.1.1 Spring Supports

Name	Level [m]	Rotation [kNm/rad/m']	Translation [kN/m/m']
veer 8500	0,00	0,00000E+00	8,50000E+03

9.2 Input Data Left

9.2.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.2.2 Water Level

Water level: -3,64 [m]

9.2.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	0,40
2,50	1,35
6,00	1,50
9,80	1,40
12,60	1,00
15,80	0,00

9.2.4 Soil Material Properties in Profile: ARK dijk (verlaging)

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
Zand, los	1,60	17,00	19,00	0,00	30,00	20,00
Veen	-7,00	12,00	12,00	3,00	15,00	0,00
Zand, matig	-8,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60
Zand, matig (-d)	-9,50	18,00	20,00	0,00	32,50	-16,60
Zand, matig	-10,60	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60
Klei	-11,00	17,00	17,00	0,00	17,50	11,70
Zand, vast	-14,00	19,00	21,00	0,00	35,00	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Zand, los	1,60	1,00	1,00	Fine
Veen	-7,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-8,00	1,00	1,00	Fine
Zand, matig (-d)	-9,50	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-10,60	1,00	1,00	Fine
Klei	-11,00	1,00	1,00	Fine
Zand, vast	-14,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand, los	1,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Veen	-7,00	n.a.	n.a.	n.a.	18,00	18,00
Zand, matig	-8,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig (-d)	-9,50	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Zand, matig	-10,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
Klei	-11,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Zand, vast	-14,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

9.2.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand, los	1,60	12000,00	12000,00	6000,00	6000,00
Veen	-7,00	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Zand, matig	-8,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Zand, matig (-d)	-9,50	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Zand, matig	-10,60	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Klei	-11,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Zand, vast	-14,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Zand, los	1,60	3000,00	3000,00
Veen	-7,00	250,00	250,00
Zand, matig	-8,00	5000,00	5000,00
Zand, matig (-d)	-9,50	5000,00	5000,00
Zand, matig	-10,60	5000,00	5000,00
Klei	-11,00	500,00	500,00
Zand, vast	-14,00	10000,00	10000,00

9.2.6 Surcharge Loads

Name	Distance [m]	Load [kN/m²]	Favourable / Unfavourable	Permanent / Variable
10 kPa; 5m	2,50	10,00	Unfavourable	Variable
	7,50	10,00		

9.3 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	0,20	1,4	80,6	0,29	1,88	17,48
2	-0,20	4,1	278,9	0,30	1,18	20,92
3	-0,64	7,0	304,0	0,31	0,92	13,26
4	-1,12	11,2	290,1	0,34	0,77	8,73
5	-1,60	14,9	289,2	0,34	0,68	6,69
6	-2,06	17,7	316,7	0,34	0,62	6,01
7	-2,52	20,2	329,4	0,33	0,58	5,35
8	-2,96	22,7	338,5	0,32	0,55	4,81
9	-3,42	25,1	372,2	0,32	0,53	4,72
10	-3,87	26,9	399,2	0,32	0,51	4,67
11	-4,33	28,2	417,0	0,31	0,50	4,63
12	-4,79	29,5	436,4	0,31	0,49	4,61
13	-5,25	30,8	456,7	0,31	0,48	4,61
14	-5,71	32,1	477,8	0,31	0,48	4,62
15	-6,17	33,3	499,4	0,31	0,47	4,63
16	-6,55	34,3	517,5	0,31	0,47	4,65
17	-6,85	35,0	532,0	0,31	0,47	4,67
18	-7,25	51,6	125,3	0,53	0,66	1,28
19	-7,75	52,8	67,7	0,53	0,65	0,69
20	-8,25	35,6	500,3	0,30	0,42	4,18
21	-8,75	36,9	582,8	0,30	0,42	4,68
22	-9,25	37,4	656,3	0,29	0,42	5,07
23	-9,70	47,1	329,7	0,35	0,42	2,46
24	-10,10	48,6	313,9	0,35	0,42	2,28
25	-10,45	50,0	253,5	0,35	0,42	1,80

9.4 Calculated force from a layer Left

Name	Force
Zand, los	0,00
Veen	59,16
Zand, matig	64,25
Zand, matig (-d)	58,70
Zand, matig	0,00
Klei	0,00
Zand, vast	0,00

9.5 Input Data Right

9.5.1 Calculation Method

Calculation method: C, phi, delta

9.5.2 Water Level

Water level: -0,40 [m]

9.5.3 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-6,40
10,00	-6,40

9.5.4 Soil Material Properties in Profile: ARK (verlaging)

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
Veen	-6,40	12,00	12,00	3,00	15,00	0,00
Zand, matig	-8,00	18,00	20,00	0,00	32,50	16,60
Klei	-11,00	17,00	17,00	0,00	17,50	11,70
Zand, vast	-14,00	19,00	21,00	0,00	35,00	16,60

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
Veen	-6,40	1,00	1,00	Fine
Zand, matig	-8,00	1,00	1,00	Fine
Klei	-11,00	1,00	1,00	Fine
Zand, vast	-14,00	1,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
Veen	-6,40	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	-14,40
Zand, matig	-8,00	n.a.	n.a.	n.a.	-32,40	-32,40
Klei	-11,00	n.a.	n.a.	n.a.	-14,40	-14,40
Zand, vast	-14,00	n.a.	n.a.	n.a.	-14,40	-14,40

9.5.5 Modulus of Subgrade Reaction (Secant)

Layer name	Level [m]	Branch 1		Branch 2	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]	Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Veen	-6,40	1000,00	1000,00	500,00	500,00
Zand, matig	-8,00	20000,00	20000,00	10000,00	10000,00
Klei	-11,00	2000,00	2000,00	800,00	800,00
Zand, vast	-14,00	40000,00	40000,00	20000,00	20000,00

Layer name	Level [m]	Branch 3	
		Top [kN/m³]	Bottom [kN/m³]
Veen	-6,40	250,00	250,00
Zand, matig	-8,00	5000,00	5000,00
Klei	-11,00	500,00	500,00
Zand, vast	-14,00	10000,00	10000,00

9.6 Calculated Earth Pressure Coefficients Right

Segment number	Level [m]	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	-6,55	0,0	10,6	0,00	0,74	6,44
2	-6,85	0,0	16,2	0,00	0,74	3,28
3	-7,25	0,0	23,7	0,00	0,74	2,53
4	-7,75	1,8	33,0	0,12	0,74	2,22
5	-8,25	9,8	237,1	0,26	0,46	6,22
6	-8,75	11,2	252,8	0,26	0,46	5,87
7	-9,25	12,5	281,3	0,26	0,46	5,85
8	-9,70	13,7	307,4	0,26	0,46	5,84
9	-10,10	14,8	330,7	0,26	0,46	5,84
10	-10,45	15,7	351,1	0,26	0,46	5,84

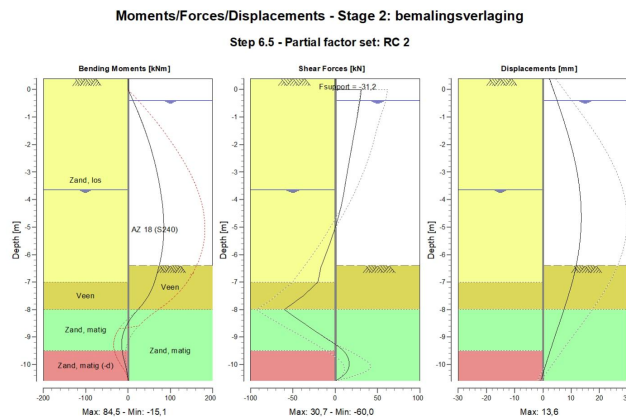
9.7 Calculated force from a layer Right

Name	Force
Veen	20,20
Zand, matig	182,82
Klei	0,00
Zand, vast	0,00

9.8 Calculation Results

Number of iterations: 3

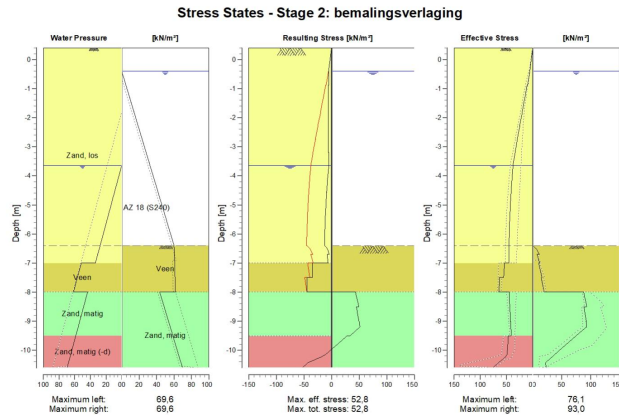
9.8.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



9.8.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,40	0,00	0,00	2,3
1	0,00	-0,07	-0,54	3,7
2	0,00	-0,07	30,70	3,7
2	-0,40	11,91	29,07	5,0
3	-0,40	11,91	29,08	5,0
3	-0,88	25,26	26,56	6,6
4	-0,88	25,26	26,56	6,6
4	-1,36	37,33	23,76	8,1
5	-1,36	37,33	23,76	8,1
5	-1,84	48,05	20,89	9,5
6	-1,84	48,05	20,89	9,5
6	-2,29	56,87	18,28	10,6
7	-2,29	56,87	18,28	10,6
7	-2,74	64,52	15,66	11,6
8	-2,74	64,52	15,66	11,6
8	-3,19	70,99	13,11	12,4
9	-3,19	70,99	13,11	12,4
9	-3,64	76,35	10,73	13,0
10	-3,64	76,35	10,73	13,0
10	-4,10	80,68	7,94	13,4
11	-4,10	80,68	7,93	13,4
11	-4,56	83,52	4,28	13,6
12	-4,56	83,52	4,28	13,6
12	-5,02	84,51	-0,10	13,5
13	-5,02	84,51	-0,10	13,5
13	-5,48	83,35	-5,07	13,2
14	-5,48	83,35	-5,07	13,2
14	-5,94	79,78	-10,50	12,6
15	-5,94	79,78	-10,50	12,6
15	-6,40	73,64	-16,24	11,8
16	-6,40	73,64	-16,24	11,8
16	-6,70	68,39	-18,42	11,1
17	-6,70	68,39	-18,42	11,1
17	-7,00	62,53	-20,53	10,4
18	-7,00	62,53	-20,53	10,4
18	-7,50	47,96	-37,83	9,0
19	-7,50	47,96	-37,83	9,0
19	-8,00	23,51	-59,98	7,4
20	-8,00	23,51	-59,98	7,4
20	-8,50	-0,82	-36,80	5,8
21	-8,50	-0,82	-36,80	5,8
21	-9,00	-13,41	-13,18	4,2
22	-9,00	-13,42	-13,12	4,2
22	-9,50	-13,87	9,79	2,6
23	-9,50	-13,87	9,81	2,6
23	-9,90	-8,31	16,35	1,3
24	-9,90	-8,32	16,40	1,3
24	-10,30	-2,10	12,72	0,1
25	-10,30	-2,09	12,71	0,1
25	-10,60	0,00	0,02	-0,8
Max		84,51	-59,98	13,6
Max, minor nodes incl.		84,51	-59,98	13,6

9.8.3 Charts of Stresses



9.8.4 Stresses

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]
1	0.40	0.06	0.00	A		0.00	0.00	-	
1	0.00	2.63	0.00	A		0.00	0.00	-	
2	0.00	2.73	0.00	A		0.00	0.00	-	
2	-0.40	5.39	0.00	1		0.00	0.00	-	
3	-0.40	5.44	0.00	1		0.00	0.00	-	
3	-0.88	9.85	0.00	1		0.00	4.80	-	
4	-0.88	10.68	0.00	1		0.00	4.80	-	
4	-1.36	15.35	0.00	1		0.00	9.60	-	
5	-1.36	15.65	0.00	1		0.00	9.60	-	
5	-1.84	20.31	0.00	1		0.00	14.40	-	
6	-1.84	19.90	0.00	1		0.00	14.40	-	
6	-2.29	25.05	0.00	1		0.00	18.90	-	
7	-2.29	24.51	0.00	1		0.00	18.90	-	
7	-2.74	29.43	0.00	1		0.00	23.40	-	
8	-2.74	28.98	0.00	1		0.00	23.40	-	
8	-3.19	33.62	0.00	1		0.00	27.90	-	
9	-3.19	33.26	0.00	1		0.00	27.90	-	
9	-3.64	37.59	0.00	1		0.00	32.40	-	
10	-3.64	37.33	0.00	1		0.00	32.40	-	
10	-4.10	39.55	4.60	1		0.00	37.00	-	
11	-4.10	39.36	4.60	1		0.00	37.00	-	
11	-4.56	41.28	9.20	1		0.00	41.60	-	
12	-4.56	41.10	9.20	1		0.00	41.60	-	
12	-5.02	42.70	13.80	1		0.00	46.20	-	
13	-5.02	42.55	13.80	1		0.00	46.20	-	
13	-5.48	43.82	18.40	1		0.00	50.80	-	
14	-5.48	43.69	18.40	1		0.00	50.80	-	
14	-5.94	44.64	23.00	1		0.00	55.40	-	
15	-5.94	44.53	23.00	1		0.00	55.40	-	
15	-6.40	45.18	27.60	1		0.00	60.00	-	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat* [%]	Mob* [%]
16	-6.40	44.97	27.60	1		0.00	60.00	A	
16	-6.70	45.24	30.60	1		11.43	60.30	2	54
17	-6.70	45.13	30.60	1		7.63	60.30	2	71
17	-7.00	45.30	33.60	1		12.04	60.60	2	56
18	-7.00	53.51	51.60	1		10.25	60.60	2	61
18	-7.50	55.55	56.60	1		16.05	61.10	2	52
19	-7.50	63.44	56.60	3		14.69	61.10	2	55
19	-8.00	64.18	61.60	3		19.83	61.60	2	51
20	-8.00	44.52	43.60	1		87.84	43.60	1	40
20	-8.50	43.70	48.60	1		93.03	48.60	1	37
21	-8.50	43.37	48.60	1		88.25	48.60	1	37
21	-9.00	42.69	53.60	1		92.27	53.60	1	34
22	-9.00	41.67	53.60	1		91.81	53.60	1	34
22	-9.50	41.13	58.60	1		74.95	58.60	1	25
23	-9.50	46.62	58.60	1		74.95	58.60	1	25
23	-9.90	47.73	62.60	A		51.98	62.60	1	16
24	-9.90	47.97	62.60	A		51.98	62.60	1	16
24	-10.30	56.67	66.60	1		29.37	66.60	1	9
25	-10.30	56.68	66.60	1		29.37	66.60	1	9
25	-10.60	76.15	69.60	1	30	23.32	69.60	1	

*
Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob Percentage passive mobilized

9.8.5 Percentage mobilized resistance

Horizontal soil pressure	Left [kN]	Right [kN]
Effective	398,6	203,0
Water	260,2	424,4
Total	658,8	627,5

Considered as passive side
Maximum passive effective resistance
Mobilized passive effective resistance
Percentage mobilized resistance
Position single support
Maximum passive moment
Mobilized passive moment
Percentage mobilized moment

Right
782,58 kN
203,02 kN
25,9 %
0,00 m
7285,75 kNm
1804,90 kNm
24,8 %

9.8.6 Vertical Force Balance

Xi factor
Partial factor base resistance
Maximum point resistance

1,39
1,20
1,00 [MPa]

Vertical force balance unplugged	Force [kN]
Vertical force active	-81,00
Vertical force passive	72,75
Resulting vertical force (no dead weight)	-8,25
Vertical toe capacity Rb;d	8,99
Vertical toe capacity is sufficient (8 <= 9)	

Vertical force balance plugged	Force [kN]
Vertical force active	-81,00
Vertical force passive	72,75
Resulting vertical force (no dead weight)	-8,25
Vertical toe capacity Rb;d	227,82
Vertical toe capacity is sufficient (8 <= 228)	

9.8.7 Vertical Force Balance - Contribution per Layer

Left			Right		
Level [m]	Layer name	Contribution [kN]	Level [m]	Layer name	Contribution [kN]
0,40	Zand, los	-78,80	-6,40	Veen	0,00
-7,00	Veen	0,00	-8,00	Zand, matig	72,75
-8,00	Zand, matig	-25,57			
-9,50	Zand, matig (-d)	23,36			

9.8.8 Rigid and Spring Supports

Node number	Level [m]	Force [kN]	Moment [kNm]
2	0,00	-31,24	0,00

End of Report

BIJLAGE: BEREKENING ZAKKENDE GROND OP DE ANKERSTANG



18321-SH016a anker ARK damwand_QSH Zakking ankerstang v008.pdf

Sheet	Zakking Ankerstang v008
Project	SAaone westelijk landhoofd ARK brug
Projectnummer	
Onderdeel	Damwand langs het ARK
Datum	18-4-2019
Adviseur	R.D. van der Kamp



P:\19\CONTOEST\SAaone Brug ARK - westelijk landhoofd\CONTOEST\SAaone Brug ARK - westelijk landhoofd\008 Zakking ankerstang v008.docx

1. Invoer

<p>Geval = <input type="text" value="2"/></p> <p>veiligheid = <input type="text" value="1,25"/></p> <p>1.2 Eigenschappen anker</p> <p>maaielveld = <input type="text" value="+1,50"/> [NAP .. m]</p> <p>D = <input type="text" value="48,0"/> [mm] buitendiameter ankerstang</p> <p>t = <input type="text" value="24,0"/> [mm] wanddikte (massieve staaf t = D/2)</p> <p>h.o.h. = <input type="text" value="1,8"/> [m] hart op hart afstand ankers</p> <p>L = <input type="text" value="10"/> [m] afstand tussen 2 scharnierpunten</p> <p>F_{B,max} = <input type="text" value="115"/> [kN] axiale kracht per anker (voorspankracht)</p> <p>H = <input type="text" value="1,5"/> [m] diepte anker t.o.v. maaielveld</p> <p>β = <input type="text" value="10"/> [°] ankerhoek met de horizontaal</p> <p>σ_{vloe} = <input type="text" value="500"/> [MPa] vloeispanning van het anker</p> <p>k_h = <input type="text" value="12000"/> [kN/m³] horizontale beddingsconstante</p> <p>Damwandprofiel = <input type="text" value="AZ18"/></p> <p>1.3 Zakkende grond</p> <p>grondsoort = <input type="text" value="zand"/></p> <p>w_{grond} = <input type="text" value="0,04"/> [m] zetting</p> <p>γ' = <input type="text" value="17,0"/> [kN/m³] volumieke massa zand</p> <p>φ = <input type="text" value="30,0"/> [°] hoek van inwendige wrijving</p> <p>p = <input type="text" value="10"/> [kN/m²] belasting</p>	<p>een ankerstang conform 1 waarbij de grondverplaatsing in het midden van de over een bepaalde lengte gelijk is aan de doorbuiging.</p> <p>hier kan een veiligheidsfactor op de vloeispanning van het staal worden opgegeven.</p> <p>d₀ = <input type="text" value="0,0"/> [mm] binnendiameter ankerstang</p> <p>A_{anker} = <input type="text" value="0,002"/> [m²]</p> <p>e.g.-anker = <input type="text" value="0,14"/> [kN/m] eigen gewicht anker</p> <p>I_{anker} = <input type="text" value="2,61E-07"/> [m⁴]</p> <p>W_{anker} = <input type="text" value="1,09E-05"/> [m³]</p> <p>EI_{anker} = <input type="text" value="54,7"/> [kNm²]</p> <p>EA_{anker} = <input type="text" value="3,80E+05"/> [kN]</p> <p>c = <input type="text" value="12000"/> [kN/m²/m³]</p> <p>I_{damwand} = <input type="text" value="3,42E-04"/> [m⁴/m³]</p> <p>EI_{damwand} = <input type="text" value="7,18E+04"/> [kNm²/m³]</p> <p>check zetting met vervorming anker, zie tabblad vervorming</p> <p>bij te veel zetting wordt een negatieve ondersteuningslengte bepaald en is de situatie gelijk aan geval 1</p> <p>K₀ = <input type="text" value="0,500"/> [-] neutrale gronddrukcoëfficiënt</p> <p>δ = <input type="text" value="20,0"/> [°] wandwrijvingshoek</p> <p>(hiermee kan de korrelspanning bepaald worden op ankerniveau: σ_{v,z} = γ_{grond} × H + p)</p>
---	---

2. Tussenuitkomst

<p>σ_{v,z} = <input type="text" value="35,5"/> [kN/m²] verticale korrelspanning op diepte ankerniveau</p> <p>q_z = <input type="text" value="2,26"/> [kN/m³] lijnlast t.g.v. zakkende grond (incl. e.g. anker)</p> <p>q_u = <input type="text" value="2,23"/> [kN/m³] belasting loodrecht op de ankerstang</p> <p>q_l = <input type="text" value="0,39"/> [kN/m³] belasting evenwijdig aan de ankerstang</p> <p>q_x = <input type="text" value="2,83"/> [kN/m³] maximum amplitude sinusvormige belasting</p> <p>λ = <input type="text" value="2,21"/> [m] golflengte</p> <p>k' = <input type="text" value="4,78E+04"/> [kN/m³] hulpparameter</p> <p>α(1+α)² = <input type="text" value="2,830"/> [-]</p> <p>α = <input type="text" value="0,838"/> [-]</p> <p>γ₀ = <input type="text" value="0,136"/> [m] oplossen dmv formule Cardano</p> <p>n = <input type="text" value="3,4"/> [-]</p> <p>α_n²(1+α_n) = <input type="text" value="0,03"/> [-]</p> <p>α_n = <input type="text" value="0,168"/> [-]</p> <p>β = <input type="text" value="0,57"/> [-]</p> <p>α_m²(1+α_m) = <input type="text" value="--"/> [-]</p> <p>α_m = <input type="text" value="--"/> [-]</p> <p>β × α_m = <input type="text" value="--"/> [-]</p> <p>β = <input type="text" value="--"/> [-]</p> <p>m² = <input type="text" value="--"/> [-]</p>	<p>check geval 2 = w_{grond} ≤ γ₀ = <input type="text" value="WAAR"/> >> geval 2 = ok</p> <p>ondersteuningslengte = <input type="text" value="5,7"/> [m]</p> <p>ondersteuningslengte = <input type="text" value="--"/> [m]</p> <p>m = <input type="text" value="--"/> [-]</p>
---	--

3. Uitvoer

<p>ΔF_{rep} = <input type="text" value="19"/> [kN]</p> <p>F_{s;staaf;rep} = <input type="text" value="134"/> [kN]</p> <p>M_{0;rep} = <input type="text" value="1,2"/> [kNm]</p>	<p>toename representatieve axiale kracht in de ankerstaaf ten gevolge van de doorbuiging</p> <p>totale representatieve axiale kracht in de ankerstaaf</p> <p>maximum representatief moment in de ankerstang</p>	<p>conform geval 2: met α = 0,17</p>
---	---	--------------------------------------

4. Controle vloeispanning

<p>σ_{staaf;rep} = <input type="text" value="181"/> [MPa]</p> <p>σ_{staaf} = <input type="text" value="226"/> [MPa]</p>	<p>optredende vloeispanning</p> <p>optredende vloeispanning inclusief veiligheid van 1,25</p>
<p>unity check = <input type="text" value="226 / 500 = 0,45"/> [-] --> Veiligheidsfactor F = <input type="text" value="2,22"/> [-]</p>	
<p>Conclusie: Voldoet : <input type="text" value="WEL"/> aan vloeicriterium</p>	

5. Zakking ankerstaaf

