

Boerenwetering B.V.
De Cruserstraat 93
1081 CN Amsterdam
t.a.v. Dhr. J. Bosel

CRUX Engineering BV
Pedro de Medinalaan 3c
NL-1086 XK Amsterdam

+31(0)20 494 30 70
info@cruxbv.nl

cruxbv.nl

C.c. Bram Bakker

Geachte heer Bosel, beste Jochen,

Via Bram Bakker van MOS grondwatertechniek bv is namens Boele & van Eesteren bij CRUX de vraag gekomen om het bemalingsadvies aan te passen en de omgevingsbeïnvloeding ten gevolge van de extra spanningsbemaling te bepalen.

De aanpassing aan het bemalingsadvies volgt aan de hand van de volgende onderdelen.

- Tijdens de sloop van de bestaande kelders is welvorming opgetreden. De deklaag is dus lokaal lek. Om tijdens de bouw van de nieuwe kelder hierop voorbereid te zijn, is het noodzaak geweest om de stijghoogte in het pakket meer te verlagen in vergelijking met het uitgangspunt in het bemalingsadvies. Hiervoor zijn extra onttrekkingsbronnen en deepwells geplaatst.
- De onttrekkingsbronnen 1, 2, 3, 5, 6, 7 en 8 zijn dieper geplaatst met de onderkant op ca. NAP-19m. Bron 4 staat tot NAP-14m.
- In het bemalingsadvies wordt de stijghoogte door de spanningsbemaling maximaal naar NAP-4,11m verlaagd. De verlaging wordt NAP-5,6m.
- Tijdens de pompproef van 21 t/m 24 januari is de grenswaarde voor de peilbuismetingen van NAP-3,41m uit het monitoringsplan overschreden.

In voorliggende memo wordt op de volgende onderdelen ingegaan.

- Conclusie memo bemaling Loots (zie Bijlage 1)
- Zettingen door spanningsbemaling (D-Settlement) en invloed op belendende panden
- Grenswaarden monitoring diepe peilbuizen

Memo bemaling Loots

Door Loots grondwatertechniek is een memo (10710615M.1 v2, d.d. 21 februari) opgesteld waarin de afwijkingen in de uitvoering t.o.v. het bemalingsadvies

Memo

Onderwerp

De Hooch zetting
spanningsbemaling

Projectnummer

18534

Ons kenmerk

ME18534e2

Versie

2

Datum

24 februari 2020

Pagina's

9

Opgesteld

ing. J.J. Heinis

Bijlagen

Bijlage 1 Memo Bemaling
(Loots)
Bijlage 2 Lokale sondering

Formulier

RA-12-v19.1011

(10710615B.1, d.d. 22 oktober 2018) zijn meegenomen. Op basis van de bemalingsberekeningen worden in de memo de volgende conclusies getrokken.

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Debiet

Er is geen sprake van toename debiet ten opzichte van het bemalingsadvies en de vergunning. Geconcludeerd wordt dat er geen negatieve consequenties zijn ten aanzien van het debiet. Er is circa 80.000 m³ (tot 60 m³/uur) in het bemalingsadvies meegenomen voor de spanningsbemaling. In de praktijk wordt nu 16 à 18 m³/uur waargenomen, dit valt ruimschoots binnen de bandbreedte van het bemalingsadvies.

Verlaging

In watervoerende lagen 1 en 2 is het gunstiger dan verwacht, behalve in watervoerende laag 1 aan de westzijde. Hier moet de grondwaterstand verhoogd worden, dit kan door een infiltratiedrain en/of verhelpen lekkage damwanden.

In watervoerende laag 3 is een grotere verlaging van toepassing. Op de projectlocaties is voorbelasting van toepassing doordat een stijghoogte van NAP – 4,0 m al eerder is voorgekomen in het verleden (zie ook hoofdstuk 2.3, laatste punt, bemalingsadvies Loots). Op basis van de nieuwe verhanglijn (grafiek 1) wordt een verlaging beneden NAP – 4,0 m verwacht tot circa 30 à 35 m afstand, bij een extreme situatie neemt de afstand toe tot circa 70 m afstand.

Ons kenmerk
ME18534e2

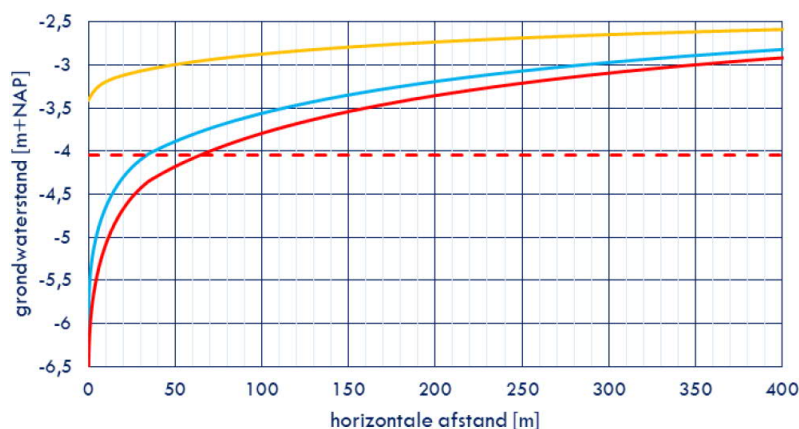
Pagina
2/9

Zettingen door grondwaterstandsverlaging

De verlaging in het pleistoceen vanaf ca. NAP-12m is met NAP-5,6m (aan de rand van de bouwkuip) dieper dan de in het verleden laagst gemeten waarde van NAP-4m, zie Figuur 1. Daarom wordt voor deze verlaging een zettingsberekening uitgevoerd. De berekening is uitgevoerd met D-Settlement.

De blauwe verlagingsslijn zoals weergegeven in Figuur 1 is gehanteerd in de zettingsberekening. Op basis van peilbuis PB-02 wordt ervan uitgegaan dat de verlaagde stijghoogte t.p.v. de gevels die direct aan de bouwkuip grenzen NAP-5,6m bedraagt. Daarnaast is een berekening gemaakt voor een uiterste situatie, waarin 0,5m dieper wordt bemalen (rode verlagingsslijn in Figuur 1).

De stijghoogte in de Wadzandlaag wordt op basis van de peilbuismetingen aangehouden op NAP-0,5m. De stijghoogte in de Hydrobiaklei en het Basisveen wordt geïnterpoleerd tussen de stijghoogte in de Wadzandlaag en de (verlaagde) stijghoogte in het pleistoceen.



Figuur 1 Stijghoogte door spanningsbemaling in pleistoceen (geel=prognose oud, blauw=prognose nieuw, rood=uiterste situatie 0,5m dieper dan pompproef) (bron: 10710615M.1, d.d. 17 februari)

De lokale grondopbouw en zettingsparameters zijn in Tabel 1 weergegeven. De parameters zijn afgeleid op basis van het grondonderzoek, tabel 3b uit NEN9997-1+C1:2012 en op basis van grootschalig grondonderzoek en laboratoriumproeven in de omgeving Amsterdam met de op basis daarvan bepaalde correlatie tussen stijfheid en het volumiek gewicht van de grond.

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Ons kenmerk
ME18534e2

In Bijlage 2 is een lokale sondering opgenomen.

Pagina
3/9

Tabel 1 Grondopbouw en zettingsparameters

Grondtype	Bovenkant grondlaag [m t.o.v. NAP]	$\gamma_{dr} / \gamma_{sat}$ [kN/m ³]	C_p [-]	C'_p [-]	C_s [-]	C'_s [-]	C_v [m ² /s]	POP [kPa]
Ophooglaag, zand	Variabel, gemiddeld +0,5m	17/19	1E99	1E99	1E99	1E99	-	-
Hollandveen	-3,00	10,5/10,5	22,9	6,6	69,9	30	2E-8	10
Oude zeeklei	-4,80	16,5/16,5	75	26,9	321	216	2E-7	10
Wadzand – zand	-6,20	17/17	500	100	5000	1000	-	10
Hydrobiaklei	-9,70	15/15	55,7	18,9	219	129	2E-7	10
Basisveen	-12,20	11/11	70	10	230	33	2E-8	10
Eerste Zandlaag	-12,50	17/19	1E99	1E99	1E99	1E99	-	-
Alleröd	-14,00	18/18	100	20	1200	240	1E-7	12/32*
Tweede Zandlaag	-15,90	18/20	1E99	1E99	1E99	1E99	-	-

*De POP in de laag Allerod is op basis van de laagst gemeten stijghoogte van NAP-4m aangehouden op 12kPa ((-2,8+4,0)*10=12). T.p.v. panden is de Allerod laag via de funderingspalen voorbelast door de pandbelasting. Voor panden die met houten palen gefundeerd zijn op de Eerste Zandlaag wordt uitgegaan van een belasting van 60kN/paal en een paalpunt die 1,5m boven de laag Allerod staat. Bij 1:1 belastingspreiding in de grond zal bij een h.o.h. afstand van 1m zal de belasting bovenop de Allerodlaag 20kPa zijn (60kN/3m=20kN/m²). Dit wordt opgeteld bij de 12kPa door de laagst gemeten stijghoogte.

Momenteel is de bemaling actief, maar is deze 'teruggeschroefd' zodat de stijghoogte (momenteel) tot maximaal NAP-3,4m wordt verlaagd. Er wordt vanuit gegaan dat op het moment geen zakkingsinvloed in de omgeving plaatsvindt, omdat de stijghoogte in het verleden een stuk lager is geweest. Pas op het moment dat de bemaling weer wordt 'opgeschoefd' zal mogelijk zakkingsinvloed in de omgeving optreden. Dit zal gedaan worden op het moment dat het tweede stempelraam geïnstalleerd is en tot de einddiepte wordt ontgraven. Dit zal zijn ongeveer vanaf week 12 zijn. Vervolgens zal de bemaling ongeveer vanaf week 25 worden 'teruggeschroefd', omdat dan de keldervloer is gestort. In de zettingsberekening is daarom rekening gehouden met een bemalingsduur van maximaal 13 weken.

De zakkingen op het maaiveld en de zakking ter hoogte van de bovenkant van de laag Allerod zijn weergegeven in respectievelijk Tabel 2 en Tabel 3.

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Tabel 2 Totale maaiveldzakking na 13 weken bemalen blauwe verlagingslijn

Verlagingslijn	Situatie	Zetting op ...m afstand [mm]						
		1m	5m	10m	20m	35m	50m	70m
Blauw (prognose)	T.p.v. pand	15	11	8	6	5	4	4
	Geen pand	21	15	10	7	4	4	4
Rood (uiterste)	T.p.v. pand	17	14	11	9	6	6	5
	Geen pand	26	21	16	11	7	6	5

Ons kenmerk
ME18534e2

Pagina
4/9

Tabel 3 Zakking op bovenkant Allerod na 13 weken bemalen

Verlagingslijn	Situatie	Zetting op ...m afstand [mm]						
		1m	5m	10m	20m	35m	50m	70m
Blauw (prognose)	T.p.v. pand	4	3	2,5	2	2	1,5	1,5
	Geen pand	10	7	5	30	2	1,5	1,5
Rood (uiterste)	T.p.v. pand	4	3,5	3	2,5	2	2	2
	Geen pand	13	10	8	5	3	2	2

Zakking t.p.v. panden en toets

Voor de panden gefundeerd op houten palen in de Eerste Zandlaag resulteert de zakking ter hoogte van de laag Allerod direct in paalpuntzakking (paalpunt bevindt zich boven de Allerod-laag). De zakking die optreedt in de overige lagen (Hydrobiaklei en Basisveen) zorgt voor activatie van negatieve kleef langs de palen. Er wordt van uitgegaan dat 20% van de zakking resulteert in paalpuntzakking (bovengrens). De maximale pandzakking is weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4 Pandzakking pand gefundeerd op houten palen in de Eerste Zandlaag na 13 weken bemalen

Verlagingslijn	Pandzakking op ...m afstand [mm]						
	1m (gevel)	5m	10m	20m	30m	35m	50m
Blauw (prognose)	6	4,5	3,5	3	2,5	2	2
Rood (uiterste)	7	5,5	4,5	4	3	3	2,5

Voor de panden gefundeerd op betonnen palen in de Tweede Zandlaag wordt ervan uitgegaan dat 20% van de zakking resulteert in pandzakking (bovengrens). De maximale pandzakking is weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5 Pandzakking gefundeerd op betonpalen in de Tweede Zandlaag na 13 weken bemalen

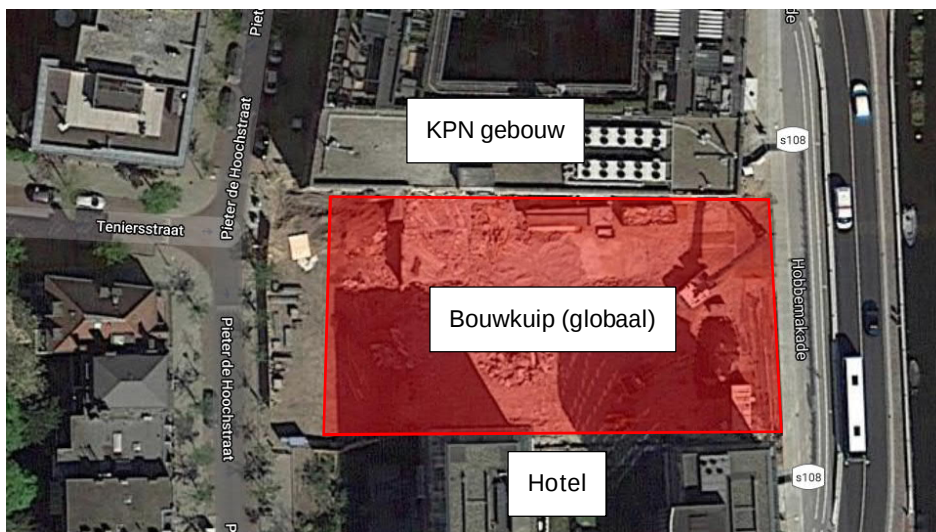
Verlagingslijn	Pandzakking op ...m afstand [mm]						
	1m (gevel)	5m	10m	20m	30m	35m	50m
Blauw (prognose)	3	2	1,5	1	1	1	1
Rood (uiterste)	3,5	3	2	2	1	1	1

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Ons kenmerk
ME18534e2

Pagina
5/9

Voor het KPN-gebouw (Pieter de Hoochstraat 11), direct naast de bouwkuip, is de schadekans bepaald aan de hand van de rotatie en de horizontale rek. Hierbij zijn de vervormingsinvloeden uit de risicoanalyse meegenomen (zie risicoanalyse CRUX RA18274a2, d.d. 23 oktober 2018).



Figuur 2 Situatie

Ten gevolge van het ontgraven van de damwandkuip wordt ter plaatse van het KPN gebouw een zakking verwacht van 2mm. Indien wordt uitgegaan van een zakking van 2mm over 4m door de spanningsbemaling (uiterste verlaging) en we hier 2mm bij optellen wordt een rotatie berekend van ca. 1:1000. De horizontale rek bedraagt 0,018 tot maximaal 0,058%. De maximale schadekans voor het pand dat hierbij hoort is zeer lichte, architectonische schade hetgeen in de huidige ontwerppraktijk als een acceptabel schadeprofiel wordt beschouwd.

Het wordt opgemerkt dat kans op lichte, architectonische schade geen gevolgen heeft voor de constructieveiligheid of functionaliteit van het pand.

Voor de overige panden wordt een lagere schadekans verwacht. Het belendende hotel met ondergrondse parkeergarage is gefundeerd op betonpalen in de Tweede Zandlaag, waardoor de (verschil)zakking beperkt blijft. De panden aan de westzijde langs de Pieter de Hoochstraat staan op 15-20m afstand, ook hier blijft de (verschil)zakking beperkt.

Het wordt nog opgemerkt dat voor de belendende panden in de omgevingsvergunning (en het monitoringsplan) interventiewaarden voor de pandzakking zijn aangehouden op 5mm.

De invloed op kabels en leidingen ten gevolge van de spanningsbemaling is vooralsnog niet beschouwd.

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

Monitoring

Ons kenmerk
ME18534e2

In het monitoringsplan van CRUX (RA18274c4, d.d. 17 april 2019) zijn signaal- en interventiewaarden en meetfrequenties opgenomen voor verschillende metingen. De invloed van de spanningsbemaling is hierbij niet meegenomen. Daarom stellen wij de volgende wijzigingen voor.

Pagina
6/9

- Hoogte- / deformatiemeting. Door de spanningsbemaling treden mogelijk grotere pandzakkingen op dan in het monitoringsplan rekening mee is gehouden. Het wordt voorgesteld om nieuwe grenswaarden voor de monitoring aan te houden. De nieuwe grenswaarden zijn de berekende pandzakkingen uit de risicoanalyse (RA18274a2, d.d. 23 oktober 2018) en de pandzakkingen ten gevolge van de spanningsbemaling (zoals gepresenteerd in deze memo) bij elkaar opgeteld. De nieuwe signalerings- en interventiewaarden zijn weergegeven in Tabel 6. Daarnaast wordt geadviseerd om, indien tussen de meetmomenten die genoemd zijn in het monitoringsplan een periode langer dan 1 maand zit, een herhalingsmeting (hoogtemetingen voor alle belendende panden en deformatiemeting van de gevels direct langs de bouwkuip) uit te voeren, gedurende de periode dat stijghoogte tot onder NAP-4m verlaagd wordt.

Tabel 6 Nieuwe signalerings- en interventiewaarden voor verticale verplaatsing belendende panden

Belending	Signaleringswaarde [mm]	Interventiewaarde [mm]
KPN-gebouw	8	10
Hotel*	3	5
Overig*	3	5

*Blijft hetzelfde.

- Peilbuismeting. De peilbuizen worden automatisch gemeten en zijn altijd in een online platform te raadplegen. De metingen zijn gekoppeld aan grenswaarden uit het monitoringsplan. Deze grenswaarden zijn niet meer van toepassing, omdat de stijghoogte tot grotere diepte wordt verlaagd. Derhalve zijn nieuwe grenswaarden nodig. Omdat de analyses en berekeningen van Loots (zie Bijlage 1) en de resultaten uit deze memo gebaseerd zijn op de gemeten stijghoogtes tijdens de pompproef van 21 t/m 24 januari, dienen de grenswaarden hierop afgestemd te worden, anders zijn beide memo's niet meer van toepassing. De interventiewaarde wordt gekozen op basis van de uiterste situatie in Figuur 1. De signaleringswaarden zijn gekozen op 0,2m boven de interventiewaarden.

Tabel 7 Nieuwe signalerings- en interventiewaarden voor de diepe peilbuismetingen

Peilbuis	Signaleringswaarde [m t.o.v. NAP]	Interventiewaarde [m t.o.v. NAP]
PB-01 diep	-5,05	-5,25
PB-02 diep	-5,40	-5,60
PB-03 diep	-5,80	-6,00

Mocht u naar aanleiding van deze memo nog vragen hebben dan kunt u contact opnemen.

Met vriendelijke groet,

Jelmer Heinis

Crux Engineering BV
t.a.v. Jelmer Heinis
Pedro Medinalaan 3c
1086 XK Amsterdam



Memo

Datum: 21 februari 2020
Betreft: wijziging spanningsbemaling parkeerkelder Pieter de Hoochstraat te Amsterdam
Uw adviseur: ing. E.J. Loots (06-53392188)
Ons projectnummer: 10710615M.1
Versie: 2
Uw referentie:

Geachte heer Heinis,

Tijdens de sloop is gebleken dat de deklaag lokaal lek is, hierdoor komt er meer kwelwater omhoog dan verwacht. Om deze kwelstroom te beheersen is het noodzakelijk de stijghoogte in het watervoerend pakket (watervoerende laag 3 bemalingsadvies) meer te verlagen in vergelijking met het uitgangspunt in het bemalingsadvies. Ten behoeve van de vergunning is in deze memo het effect van deze wijziging uitgewerkt.

Het advies en de berekeningen zijn opgesteld conform de onderstaande wetgeving, normen, richtlijnen en protocollen:



Eurocode 7: Geotechniek
NEN 9997-1+C1:2012



Wetgeving Rijksoverheid
Waterwet



SBR190.03 Bemaling van bouwputten

SBR273.98 Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsaling op de bebouwing

Op alle, door Loots Grondwatertechniek uitgebrachte adviezen en berekeningen, is de DNR 2011 van toepassing.

1 Wijzigingen

De basis van deze memo en de berekeningen is bemalingsadvies 10710615B.1 versie 5, opgesteld 22 oktober 2018, Loots Grondwatertechniek.

De volgende wijzigingen zijn van toepassing:

- Bronnen zijn aangebracht tot NAP – 19 m, dit is circa 1,5 m dieper dan aangehouden in de berekening van het bemalingsadvies;
- In het bemalingsadvies wordt de stijghoogte door de spanningsbemaling maximaal verlaagd naar NAP – 4,11 m. De verlaging wordt vergroot naar NAP – 5,6 m (of in een extreem geval NAP – 6,1 m), hierdoor neemt het drukverschil naar boven met een factor 2 à 4 af. Kwel door de deklaag (waargenomen tijdens/na sloop) wordt hiermee gereduceerd.

2 Waarnemingen

In de bouwput (rand) is de stijghoogte NAP – 5,5 m (verlaagd vanaf NAP – 2,8 m). Op circa 5 à 10 m afstand van de bouwput is de stijghoogte NAP – 5,0 m (zuidoost) en NAP – 4,6 m (west). Het debiet van de spanningsbemaling was 16 à 18 m³/uur.

3 Praktijk versus theorie

De verlaging van de stijghoogte (watervoerende laag 3) op de rand van de bouwput is 2,7 m. Uit een aanvullende modelberekening blijkt dat het grondwatermodel (bemalingsadvies) een debiet verwacht van circa 1500 m³/dag of 63 m³/uur. De praktijk is een debiet welke een factor 3,5 à 4 lager is. Geconcludeerd wordt dat de praktijk gunstiger is dan de theorie.

In watervoerende laag 3 is er een duidelijke verlaging in de omgeving. Op basis van de metingen is het model geoptimaliseerd, hieruit volgt de volgende wijziging van parameters:

- Weerstand slecht doorlatende laag (basisveen) is verhoogd met factor 20;
- Doorlatendheid watervoerende laag 3A een factor 8 lager;
- Weerstand tussen watervoerende lagen 3A en 3B een factor 10 hoger;
- Doorlatendheid watervoerende laag 3B een factor 2 lager.

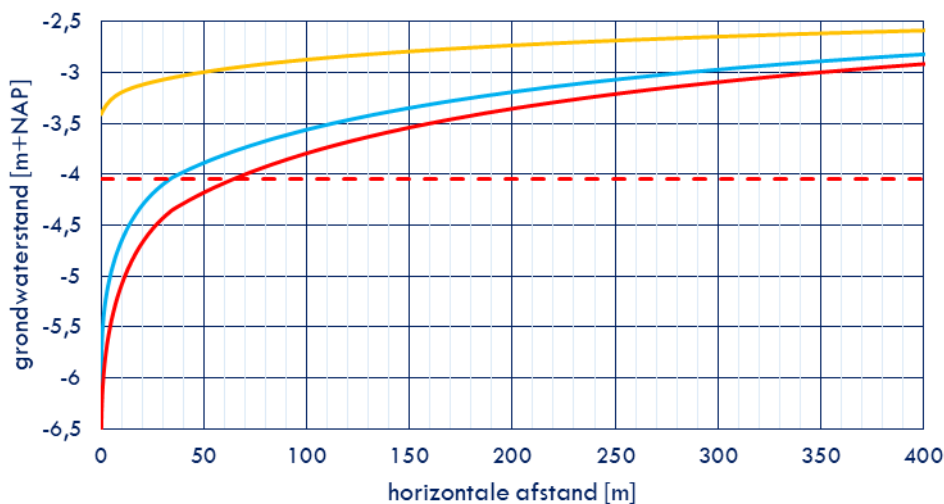
4 Verhanglijn spanningsbemaling na wijziging

Ten aanzien van de verhanglijn in watervoerende laag 1 is er overwegend een positieve verandering (ten opzichte van het bemalingsadvies). Er is bij meetpunten 2 en 3 (noord en zuidoost) sprake dat de verlaging in watervoerende laag 1 (aanzienlijk) gunstiger is dan eerder aangehouden. Uit de monitoring blijkt namelijk dat er geen meetbaar effect (verlaging) in de omgeving gemeten wordt in watervoerende laag 1. Behalve meetpunt 1 (westzijde), hier 0,3 m verlaging van de freatische grondwaterstand waargenomen, hier moet een infiltratiedrain toegepast worden (en damwandlekkage verhelpen indien mogelijk).

Ten aanzien van de verhanglijn in watervoerende laag 2 is er een positieve verandering (ten opzichte van het bemalingsadvies). Er is sprake dat de verlaging in watervoerende laag 2 (aanzienlijk) gunstiger is dan eerder aangehouden. Uit de monitoring blijkt namelijk dat er geen meetbaar effect (verlaging) in de omgeving gemeten wordt in watervoerende laag 2.

In watervoerende laag 3 is er wel een duidelijke verlaging in de omgeving. Op basis van het model met nieuwe parameters (conform hoofdstuk 3 van deze memo) is de verhanglijn in de onderstaande grafiek bepaald.

Grafiek 1 – grondwaterstand spanningsbemaling in watervoerende laag 3 (geel=prognose oud, blauw=prognose nieuw en rood=extreem nieuw)



5 Conclusie

Debiet

Er is geen sprake van toename debiet ten opzichte van het bemalingsadvies en de vergunning. Geconcludeerd wordt dat er geen negatieve consequenties zijn ten aanzien van het debiet. Er is circa 80.000 m³ (tot 60 m³/uur) in het bemalingsadvies meegenomen voor de spanningsbemaling. In de praktijk wordt nu 16 à 18 m³/uur waargenomen, dit valt ruimschoots binnen de bandbreedte van het bemalingsadvies.

Verlaging

In watervoerende lagen 1 en 2 is het gunstiger dan verwacht, behalve in watervoerende laag 1 aan de westzijde. Hier moet de grondwaterstand verhoogd worden, dit kan door een infiltratiedrain en/of verhelpen lekkage damwanden.

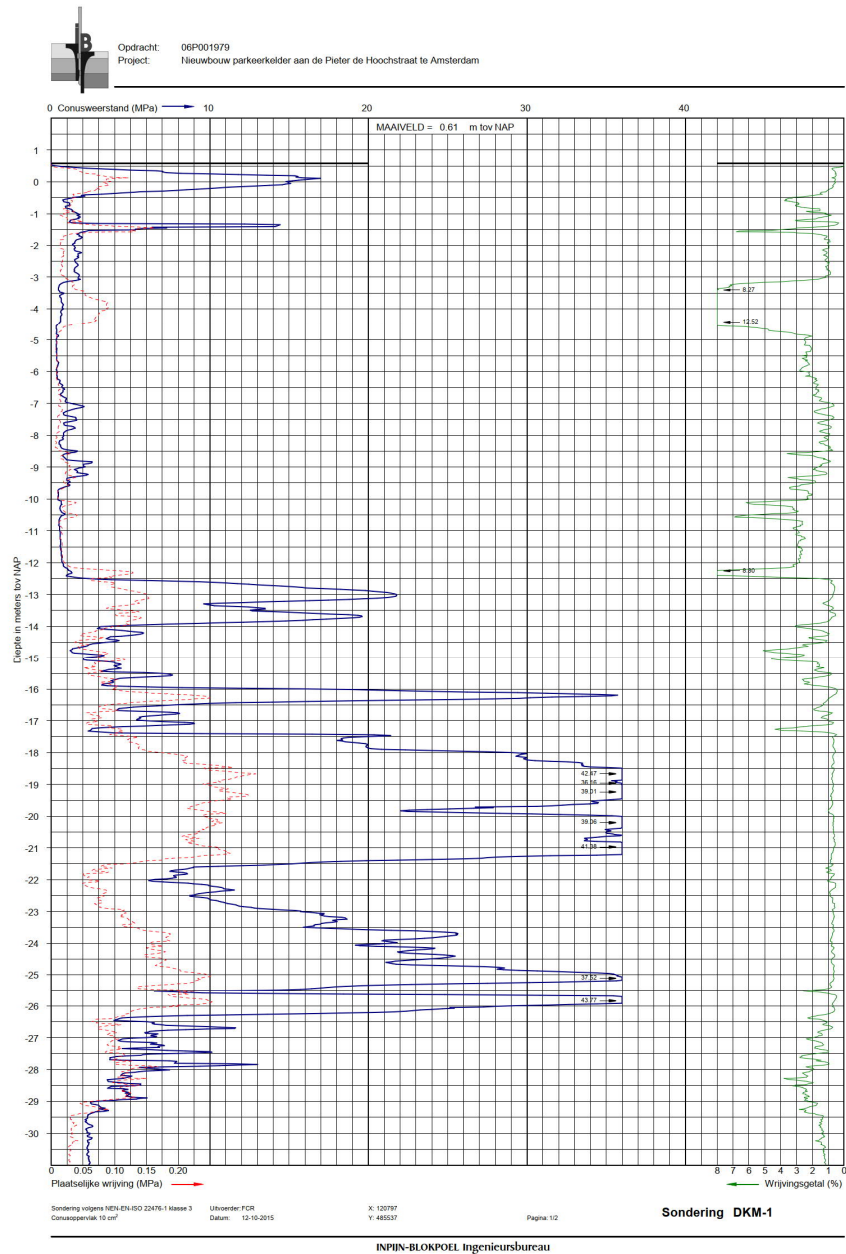
In watervoerende laag 3 is een grotere verlaging van toepassing. Op de projectlocaties is voorbelasting van toepassing doordat een stijghoogte van NAP – 4,0 m al eerder is voorgekomen in het verleden (zie ook hoofdstuk 2.3, laatste punt, bemalingsadvies Loots). Op basis van de nieuwe verhanglijn (grafiek 1) wordt een verlaging beneden NAP – 4,0 m verwacht tot circa 30 à 35 m afstand, bij een extreme situatie neemt de afstand toe tot circa 70 m afstand.

Crux Engineering (opdrachtgever) zal met behulp van de resultaten in deze memo een aanvullende maaiveldddaling analyse uitvoeren.

Mocht u naar aanleiding van deze memo nog vragen hebben dan kunt u contact opnemen met ing. E.J. Loots via telefoon (06-53392188) en/of email (erik@lootsgwt.com).

Met vriendelijk groet,

ing. Erik Loots



Ons kenmerk
ME18534e2

Pagina
9/9