



Haarlemmerweg (N200)

Berekeningen en adviezen voor sleufbemalingen die nodig zijn voor het vervangen van transportleidingen voor drinkwater en enkele riolen



Colofon

opdrachtgever	
sector	Drinkwater
afdeling	Leidingwerken
projectleiding	Willem Bogaard
projectnummer	01.0827
opdrachtnemer	
sector	Techniek, Onderzoek en Projecten
afdeling	Onderzoek en Advies
hydrologen	Iris van Wielink en Frank Smits
kwaliteitsborger	Jos Beemster
rapport	
auteurs	Iris van Wielink en Frank Smits
datum	16 juli 2018
versie	01
rapportnummer	18.036739
trefwoorden	N200, Haarlemmerweg, hydrologie, grondwater, bemaling, transportleiding, riool, drinkwater, afvalwater, dijkversterking, 1800 Roede, molen 1200 Roe, polder de Eendracht

De afbeelding op de voorkant van het rapport toont de aanleg van één van de eerste transportleidingen tussen Leiduin en de Haarlemmerpoort. Voor zover bekend moet de foto ergens genomen zijn in Haarlem, in de tweede helft van de 19^e eeuw.

Zowel het inhijzen van de leidingdelen als het bemalen van de bouwsleuf gebeurde toendertijd met de hand: geen diesel maar spierkracht, geen bouwhelmen maar petten, geen hydraulische kraan maar een katrol hangend aan een vierpoot, geen vrachtwagen maar een kruiwagen en geen auto's of fietsen van voorbijgangers maar dames met zowel jurken als hoeden, aan de arm van heren met een bolhoed, wandelend, zich ongetwijfeld verwonderend over de vooruitgang en dromend over de nieuwe mogelijkheden die de openbare drinkwatervoorziening hen ging brengen.

Een dergelijke transportleiding tussen Halfweg en de stad, uit het prille begin van de drinkwatervoorziening van Amsterdam, gaat nu, na vele decennia van trouwe dienst, worden vervangen...

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Berekeningen	5
2.1	Joris van den Berghweg	7
2.2	Aansluitingen Joris vd Berghweg kruising Tom Schreursweg	11
2.3	Kruising ruwwaterleiding Joris van den Berghweg kruising Tom Schreursweg	15
2.4	Riool Joris van den Berghweg	19
2.5	Aansluiting Joris van den Berghweg op N200	24
2.6	Witte huis ten oosten van de opgang Joris van den Berghweg	32
2.7	Boerderijen ten westen van het volkstuinpark de Oase	37
2.8	Representatiefmodel N200 tussen de Joris vd Berghweg en de Kimpoweg	42
2.9	Ten westen van de Australiëhavenweg	46
2.10	Molen de 1200 Roe	50
2.10.1	Zonder sleufbekisting	52
2.10.2	Met sleufbekisting	55
2.10.3	Met sleufbekisting en 50 cm peilopzet in de sloot	58
2.10.4	Met sleufbekisting en retourbemaling	61
2.10.5	Met infiltratie onder de molen	63
2.10.6	Met damwand in freatische laag	66
2.10.7	Met damwand en retourbemaling	69
2.10.8	Synthese	72
2.11	Burgemeester de Mugtlaan: N-Z kruising met de N200	73
2.12	Burgemeester de Mugtlaan: W-O kruising fietspad	78
2.13	Burgemeester de Mugtlaan: W-O parallel aan N200	83
2.14	Ten westen van de Radarweg	88
2.15	Tussen de Kimpoweg en de A10	93
2.16	Westelijke oprit A10	98
2.17	Oostelijke afrit A10	103
2.18	Middenberm tussen de A10 en de Admiraal de Ruijterweg	108
2.19	Fietspad tussen de A10 en de Admiraal de Ruijterweg	113
2.20	Plantsoen tussen de A10 en de Admiraal de Ruijterweg	118
2.21	Van plantsoen bij Admiraal de Ruijterweg naar vaart, zuid	123
2.22	Van plantsoen bij Admiraal de Ruijterweg naar vaart, noord	129
2.23	Ten oosten van de Admiraal de Ruijterweg	134
2.23.1	Zonder retourbemaling	135
2.23.2	Met retourbemaling	138
2.24	Dichtschuimen oude leiding onder N200	143
3	Tot slot	147
3.1	Conclusies	147
3.2	Aanbevelingen	150
4	Referenties	151
Bijlagen	1 Projectlocatie	
	2 Bodemopbouw	
	3 Oppervlaktewaterpeilen	
	4 Boorbeschrijvingen	
	5 Dwarsdoorsnede Haarlemmerweg, verbreding rijksweg in 1957	
	6 Houten funderingen	

1 Inleiding

De sector Drinkwater van Waternet start in oktober 2018 met de aanleg van twee drinkwatertransportleidingen langs de Haarlemmerweg, tussen de Joris van den Berghweg en de Admiraal de Ruijterweg. Deze vervangen de huidige meer dan 150 jaar oude transportleiding die nu midden onder de Haarlemmerweg ligt. De nieuwe leidingen komen naast de weg onder het fietspad te liggen. Op sommige locaties worden ook riolen vervangen.

De locatie van het gehele project is weergegeven in bijlage 1. Het tracé heeft een lengte van circa 4500 m. De leiding wordt gefaseerd aangelegd, waarbij naar verwachting op meerdere locaties tegelijkertijd wordt gewerkt.

Om de werkzaamheden in den droge te kunnen uitvoeren dient de grondwaterstand plaatselijk te worden verlaagd door middel van een sleufbemaling.

Doel

Om de plannen te kunnen realiseren vraagt de afdeling Leidingwerken van Waternet:

- berekeningen en adviezen voor de bemalingen en
- een beschrijving van de effecten van de bemalingen op het omliggende gebied.

Voor wat betreft het laatste punt wordt bij elke bemaling de 5 cm verlagingslijn berekend. Er wordt vanuit gegaan dat bij een verlaging kleiner dan 5 cm er geen beïnvloeding optreedt ten opzichte van de natuurlijke fluctuatie van grondwaterstanden.

Aanpak

De afdeling Onderzoek & Advies (O&A) van de sector Techniek, Onderzoek en Projecten (TOP) heeft opdracht gekregen de berekeningen en de bijbehorende adviezen voor de bemalingen te maken.

De berekeningen voor de sleufbemaling ter plaatse van het tracé van de nieuwe leidingen zijn uitgevoerd met het computerprogramma MicroFEM, versie 4.10.72. Vanwege de aard van het werk, met relatief kortdurende bemalingen, is gekozen voor instationaire berekeningen.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 staan de uitgangspunten en de resultaten van de berekeningen beschreven. Het tracé is in meer dan twintig stukken opgedeeld. Elk stuk wordt in een afzonderlijke paragraaf van hoofdstuk 2 uitgewerkt, waarbij het tracé van west naar oost wordt gevolgd. Waar opportuun worden in deze paragrafen al specifieke aanbevelingen gedaan. In elke paragraaf staan ook kaartjes en grafieken met de effecten van de bemalingen op de omgeving. In hoofdstuk 3 volgen een synthese en de conclusies van de bemalingsberekeningen, inclusief een beschrijving van de te verwachten effecten op het omliggende gebied voor het hele tracé. Ook zijn hier de algemene aanbevelingen opgenomen.

2 Berekeningen

Opgemerkt moet worden dat een modellering uit gaat van een sterk versimpelde weergave van de werkelijkheid. Voor dit tracé zijn veel parameters onbekend en moeten redelijkerwijs geschat worden. Het maakt bijvoorbeeld uit wat de intreeweerstand is van een sloot die zich naast de bouwsleuf bevindt. Als de intreeweerstand hoog is doordat er de afgelopen jaren niet gebaggerd is, dan zal de bemaling weinig water uit de sloot aantrekken. Als er onlangs juist wel gebaggerd is, dan moet er voor dezelfde verlaging opeens veel meer water worden weggepompt. Verder loopt een groot deel van het tracé door de dijk langs de Haarlemmertrekvaart. De opbouw van een dijk is notoir lastig vast te stellen, want in de loop der eeuwen kan de dijk met van alles wat maar voorhanden was zijn opgehoogd. Ook uit boringen en sonderingen blijkt dat de bodemopbouw langs het traject een grote heterogeniteit kent, zie bijlage 2. Hierdoor zijn de uitkomsten van de berekeningen onzeker en dienen slechts als een eerste inschatting.

Uit voorzorg zijn steeds conservatieve keuzes gemaakt voor de schematisering van de modellen. Er is telkens gekozen voor de meest zandige opbouw van de bodem, relatief hoge doorlatendheden van klei of veen en relatief lage weerstanden van het open water. De onttrokken hoeveelheden worden daarmee naar verwachting overschat. Maar gezien de hierboven benoemde onzekerheden kan dat lokaal ook weer tegenvallen.

Vanwege de lengte is er in onderling overleg met de opdrachtgever voor gekozen om niet het hele tracé langs de dijk door te rekenen. Het in § 2.8 uitgewerkte model geeft de min of meer standaard situatie langs de dijk weer, waarbij vooral is gelet op de streefpeilen ten noorden en ten zuiden van de dijk en de opbouw van de ondergrond. De resultaten van dit model worden gebruikt om naar de rest van het tracé langs de dijk te extrapoleren, zie hiervoor de conclusie in hoofdstuk 3. De andere modellen zijn ingezoomd op specifieke delen van het tracé waar de randvoorwaarden variëren en extrapolatie niet mogelijk is.

De aan de noordkant van het tracé gelegen Haarlemmervaart heeft een streefpeil van NAP -0,60 m. De lager gelegen wijk Slotermeer Noordoost, aan de zuidkant van het tracé, heeft een oppervlaktewaterpeil van NAP -2,10 m. Een uitzondering hierop is het oppervlaktewaterpeil van NAP -4,45 à -5,00 m aan de westzijde van het tracé en het oppervlaktewaterpeil van NAP -0,40 m ten oosten van de A10. Bijlage 3 toont een kaart met de verschillende streefpeilen van het oppervlaktewater.

De hoogst geschatte freatische grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf in de dijk bedraagt NAP -0,70 m. Uitzonderingen daarop zijn te vinden aan de westzijde van het tracé in de Eendrachtspolder, waar de hoogste grondwaterstand NAP -4,53 m bedraagt en aan de oostzijde in het stedelijk gebied van Amsterdam, waar de grondwaterstand zich naar verwachting slechts enkele decimeters onder NAP bevindt.

Voor de stijghoogte in het Pleistocene pakket wordt een waarde aangenomen van NAP -2,38 m. Dit is gebaseerd op interpolatie van in verschillende peilbuizen gemeten stijghoogten (Hamid, 2013). De gemeten grondwaterstand van peilbuis C03051C, gelegen aan de noordkant van de wijk Geuzenveld, beweegt bijvoorbeeld tussen NAP -2,30 en -2,50 m.

De gemiddelde neerslag voor Amsterdam over de afgelopen vijf jaar is berekend op 983 mm/jaar, met een referentie gewasverdamping van ongeveer 550 mm/jaar (KNMI, meetstation Schiphol). De netto grondwateraanvulling uit neerslag komt dan uit op 433 mm/jaar. In het model is gerekend met 0,001 m/d. Voor verhard oppervlak is een aanvulling van 0,0005 m/d gebruikt.

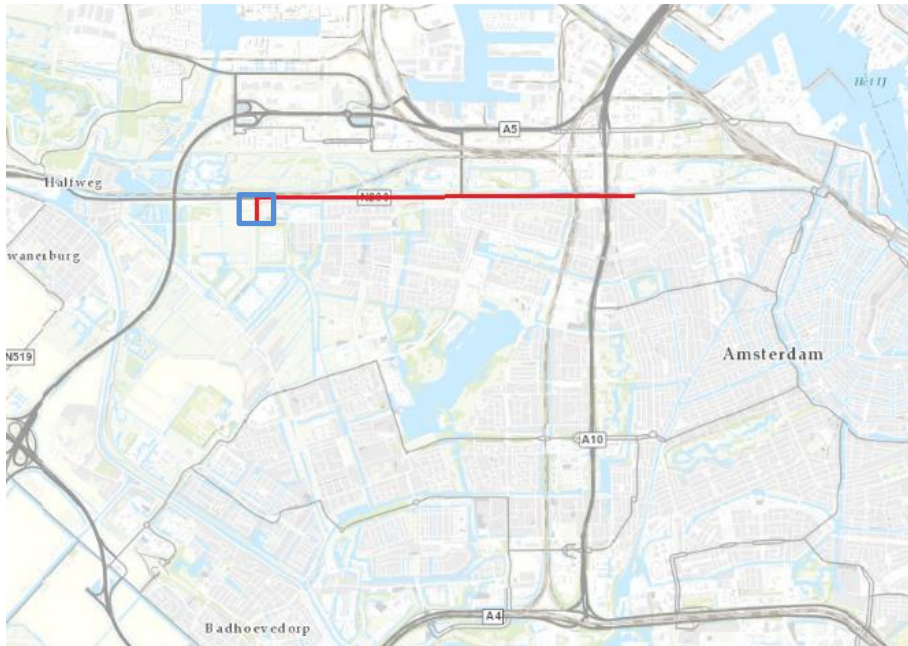
Er wordt verondersteld dat de aanwezige riolering waterdicht is. Ook is aangenomen dat er geen drainage aanwezig is. Wanneer niet aan deze twee uitgangspunten wordt voldaan, is het mogelijk dat er meer grondwater onttrokken dient te worden.

De filters van de bemalingen zijn in het model op een afstand van telkens 4 meter gezet, zowel in de breedte als in de lengte van de sleuf. Bij een afwijking hiervan, bijvoorbeeld bij smallere of juist bredere sleuven, wordt dat expliciet vermeld.

De dieptes van de bouwsleuven en de hoogtes tot waarop het grondwater moet worden verlaagd zijn aangeleverd door de opdrachtgever. In sommige gevallen is er in een sleuf, bijvoorbeeld bij de aanleg van een put, lokaal en tijdelijk een iets grotere verlaging van de grondwaterstand nodig. Omdat deze lokaal en tijdelijk extra verlagingen het resultaat over de hele sleuf naar verwachting nauwelijks zal beïnvloeden, zijn deze niet meegenomen in de berekeningen.

2.1 Joris van den Berghweg

De locatie van het model is weergegeven in figuur 1 en bevindt zich in de Eendrachtspolder, op de Joris van den Berghweg bij de kruising met de Tom Schreursweg. De te bemalen sleuf is noord-zuid georiënteerd, zie figuur 2. De bodemopbouw is overgenomen uit In 't Veld (2016a). De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 1.



Figuur 1 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 1 Modelopbouw en geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-4,00	variabel	ophoogzand	5	
	-4,00	-8,30	4,30	klei/Hollandveen		300
eerste	-8,30	-10,00	1,70	wadzand	3	
	-10,00	-12,30	2,30	klei/Basisveen		3500
twede	-12,30	-60,00	47,70	Pleistoceen zand	20	

In tabel 2 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling. Met 'omtrek van de totale werkzaamheden' (circa 100 x 4 m) worden de afmetingen van de sleuf bedoeld. Met 'afmetingen van de sleufbemaling' wordt aangegeven wat de omvang is van het gebied waar de filters voor de bemaling worden geplaatst. Om ook aan het begin en einde van de sleuf droog te kunnen werken, is het laatstgenoemde oppervlak altijd groter dan de eerstgenoemde afmeting van de bouwsleuf. De filters staan dus altijd op een groter oppervlak dan de sleuf zelf.

Tabel 2 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	rondom	NAP -4,45 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf		maximaal NAP -3,70 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP -3,00 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -4,75 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -5,05 m
omtrek bouw sleuf		circa 100 x 4 m
bemaalingsmethode		sleufbemaling
afmeting sleufbemaling		maximaal 180 x 4 m per keer
bemaalingsduur		7 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling

In tabel 3 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -5,05 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 376 m³/dag. In totaal wordt over een periode van 7 dagen maximaal 1692 m³ onttrokken. In figuur 3 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 2. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in twee fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoger debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 5 dagen dat hier gewerkt wordt (waarschijnlijk doordeweekse dagen). Op vrijdagmiddag kan dan de bemaling van het volgende te bemalen stuk aanzet worden, zodat hier op maandag in den droge verder gewerkt kan worden.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in figuur 4 en 5. De maximale verlaging na 7 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -5,47 m. Er wordt vanuit gegaan dat het opgebrachte zand van de weg de kleilaag eronder tot minimaal deze diepte door klink heeft weggedrukt. Mocht het onderste deel van de bouwsleuf in de klei terechtkomen, dan zal het debiet kleiner zijn. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 45 m vanaf de bouwsleuf aan de zuidkant. Ten westen en oosten van de bouwsleuf komt de verlaging van 0,05 m niet verder dan de sloot.

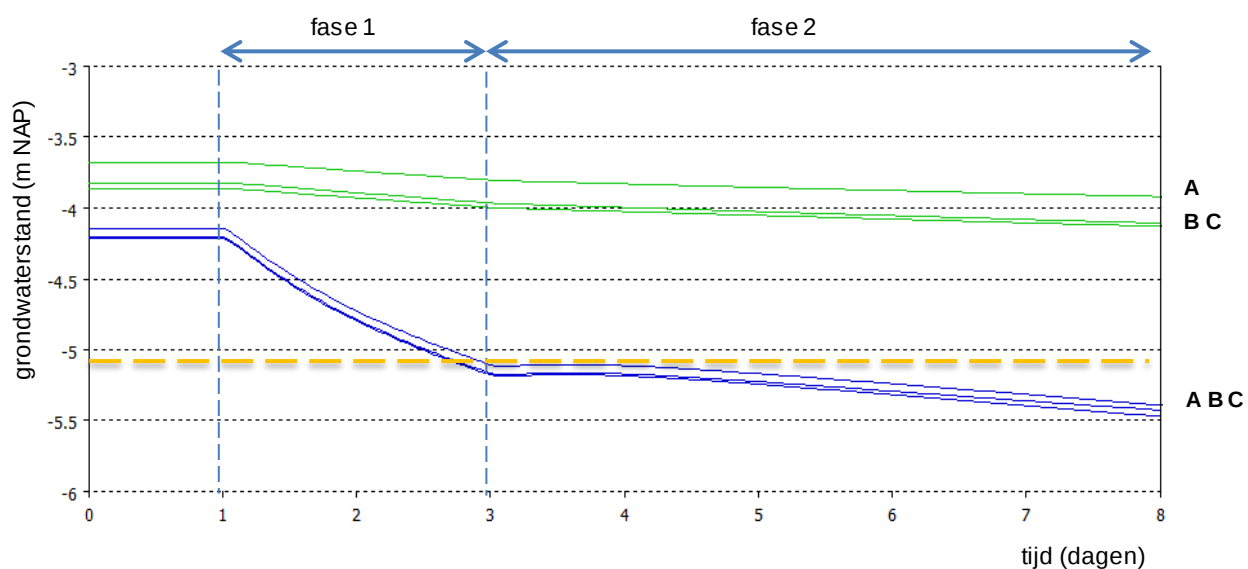
Het onttrokken water kan naar verwachting worden geloosd op een van de nabijgelegen sloten in de polder, maar moet dan wel worden belucht. Dit moet worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

Tabel 3 Berekend debiet voor een bemaling van 180 m.

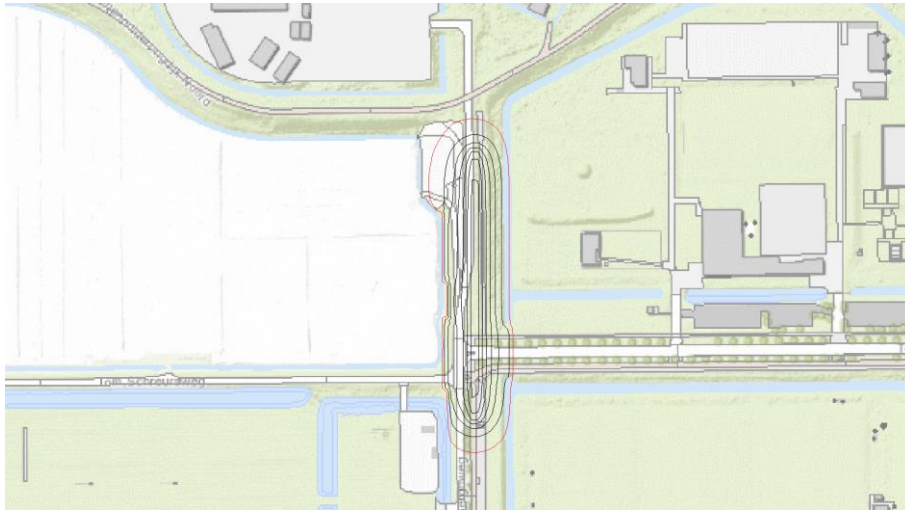
periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	15,7	376	752
dag 3-7	7,8	188	940
totaal 7 dagen			1692



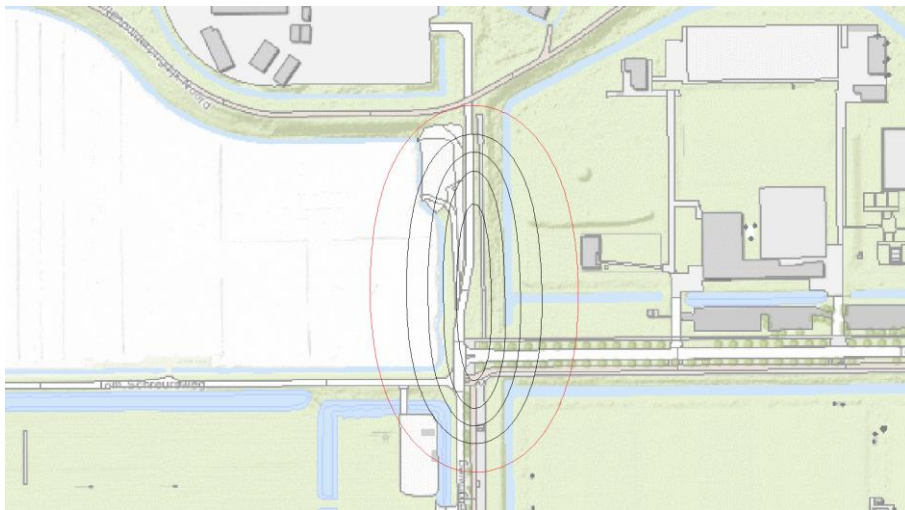
Figuur 2 Locatie A, B en C, waarvan in figuur 3 de berekende grondwaterstanden worden geplot.



Figuur 3 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte in het wadzand (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



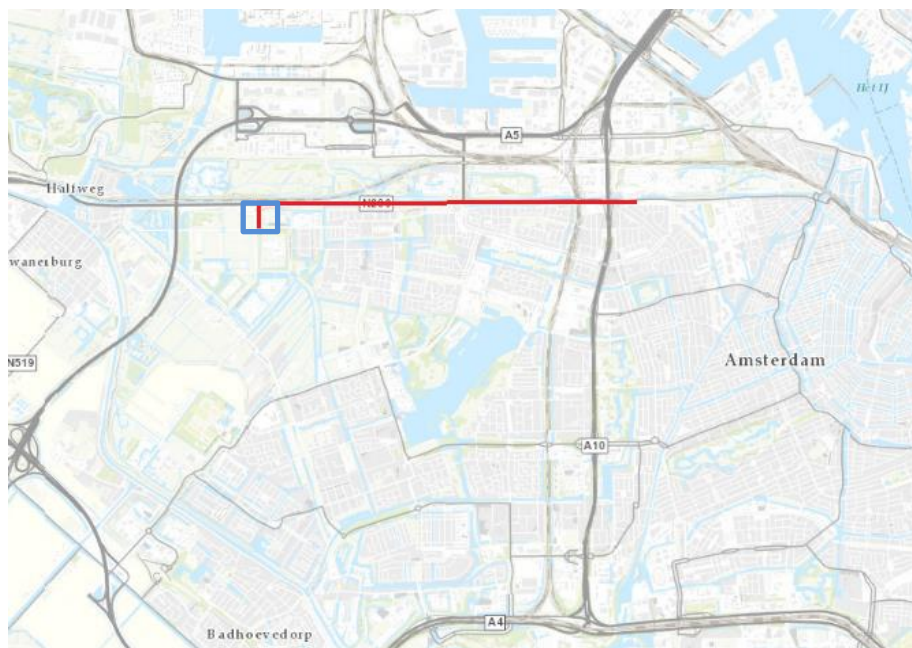
Figuur 4 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft.



Figuur 5 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.

2.2 Aansluitingen Joris vd Berghweg kruising Tom Schreursweg

De locatie van het model is weergegeven in figuur 6 en bevindt zich in de Een-drachtspolder op de kruising van Joris van den Berghweg en de Tom Schreursweg. De te bemalen sleuf is noord-zuid georiënteerd, zie figuur 7. De bodemopbouw is overgenomen uit In 't Veld (2016a). De schematisering voor de modelberekening is vergelijkbaar met model 1 en is te vinden in tabel 4.



Figuur 6 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 4 Modelopbouwen geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-4,00	variabel	ophoogzand	5	
	-4,00	-8,30	4,30	klei/Hollandveen		300
eerste	-8,30	-10,00	1,70	wadzand	3	
	-10,00	-12,30	2,30	klei/Basisveen		3500
twede	-12,30	-60,00	47,70	Pleistoceen zand	20	

In tabel 5 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling.

Tabel 5 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	rondom	NAP -4,45 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf		maximaal NAP -3,70 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP -3,00 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -4,75 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -5,05 m
omtrek bouw sleuf		circa 10 x 4 m
bemaalingsmethode		sleufbemaling
afmeting sleufbemaling		maximaal 30 x 4 m per keer
bemaalingsduur		70 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling

In tabel 6 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -5,05 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 100 m³/dag. Over de gehele periode van 70 dagen wordt in totaal 1680 m³ onttrokken. In figuur 8 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A en B in het model, zie figuur 7. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in drie fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoog debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om gedurende 3 dagen de grondwaterstand verder te verlagen. Tenslotte wordt gedurende 65 dagen de bouwsleuf droog gehouden met een nog iets kleiner debiet.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in figuur 9 en 10. De maximale verlaging na 70 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -5,47 m. Er wordt vanuit gegaan dat het opgebrachte zand van de weg de kleilaag eronder tot minimaal deze diepte door klink heeft weggedrukt. Mocht het onderste deel van de bouwsleuf in de klei terechtkomen, dan zal het debiet kleiner zijn. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 80 m vanaf de bouwsleuf.

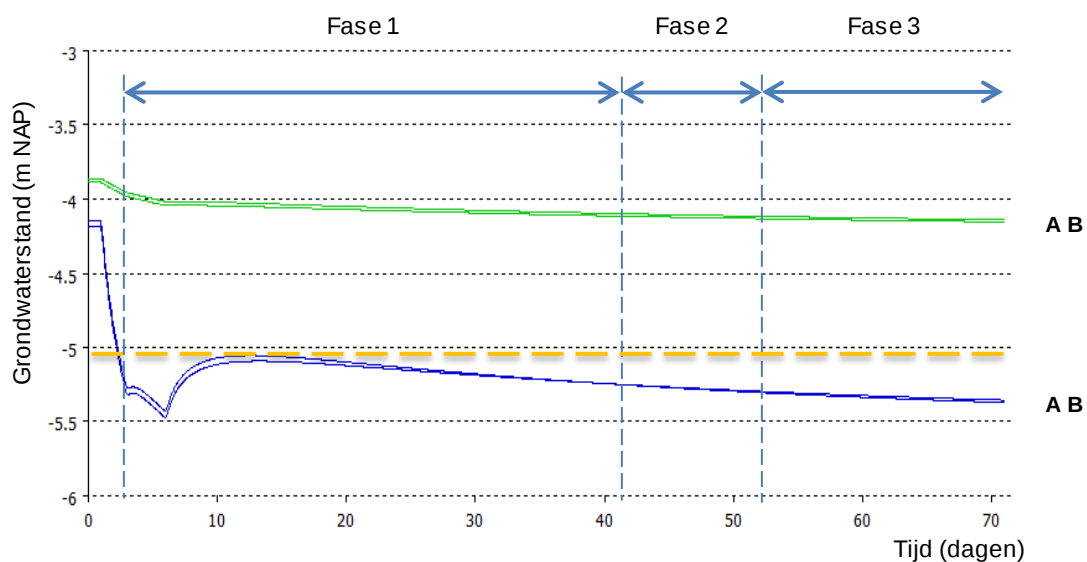
Het onttrokken water kan naar verwachting worden geloosd op de nabijgelegen sloot, maar moet dan wel worden belucht. Dit moet worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

Tabel 6 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 30 m.

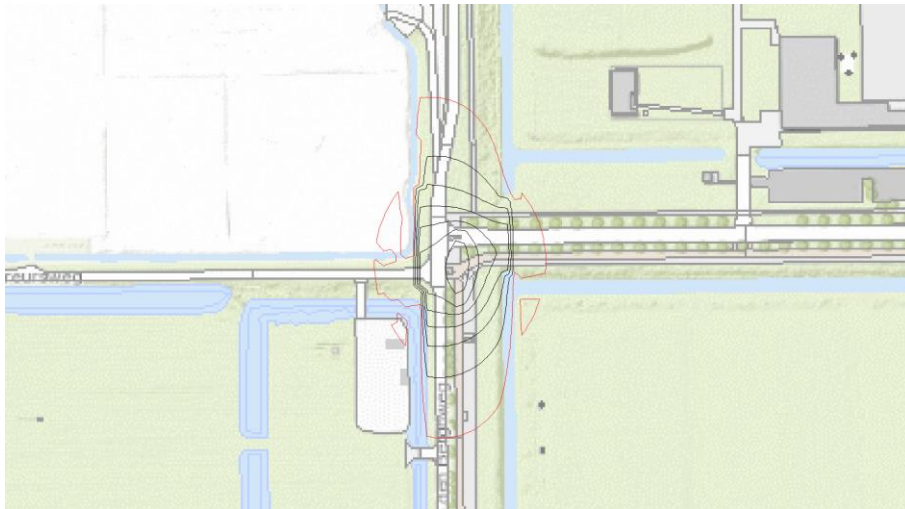
periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	4,2	100	200
dag 3-5	2,5	60	180
dag 6-70	0,8	20	1300
totaal 70 dagen			1680



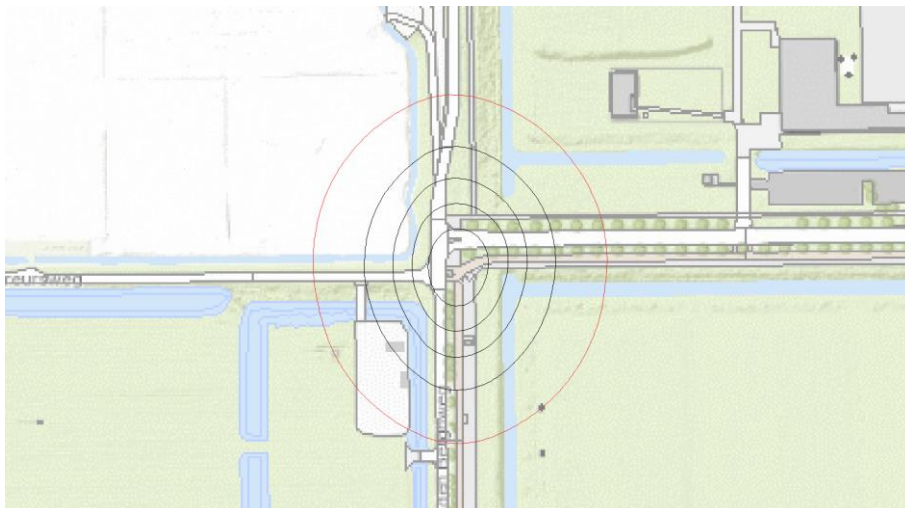
Figuur 7 Locatie A en B, waarvan in figuur 8 de berekende grondwaterstanden worden geplot.



Figuur 8 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte van het wadzand (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



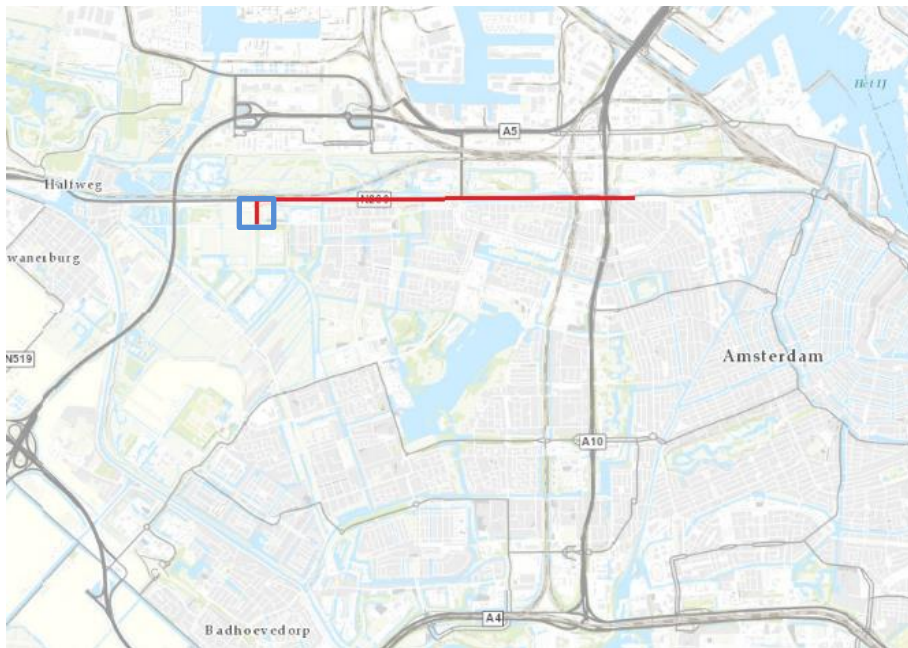
Figuur 9 *Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 70 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft.*



Figuur 10 *Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 70 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.*

2.3 Kruising ruwwaterleiding Joris van den Berghweg kruising Tom Schreursweg

De locatie van het model is weergegeven in figuur 11 en bevindt zich, in de Een-drachtspolder op de Joris van den Berghweg bij de kruising met de Tom Schreursweg. De te bemalen sleuf is noord-zuid georiënteerd, zie figuur 12. De bodemopbouw is overgenomen uit In 't Veld (2016a). De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 7. Omdat de laag Hollandveen ter hoogte van de bouwsleuf voor ongeveer de helft wordt afgegraven, is er voor een lagere weerstand dan bij de voorgaande modellen gekozen. Veel hangt af van het feit of zich hier veen en/of klei bevindt.



Figuur 11 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 7 Modelopbouw en geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-3,99	variabel	ophoogzand	5	
	-3,99	-4,00	0,01	-		1
eerste	-4,00	-8,29	4,29	klei/Hollandveen	0.5	
	-8,29	-8,30	0,01	-		300*
twede	-8,30	-10,00	1,70	wadzand	3	
	-10,00	-12,30	2,30	klei/Basisveen		3500
derde	-12,30	-60,00	47,70	Pleistoceen zand	20	

* Ter hoogte van de bouw sleuf wordt deze laag tot NAP -6,15 m afgegraven. Daarom is deze weerstand bij de bouw sleuf gehalveerd tot 150 dagen.

Tabel 8 toont de uitgangspunten van de modelberekening. In het evenwichtsadvies van In 't Veld (2016a) wordt geconcludeerd dat er geen spanningsbemaling nodig is. Bij de uitgangspunten in § 4.2 van het evenwichtsadvies wordt echter beschreven dat

niet alleen het freatische grondwater, maar ook het wadzand tot NAP -6,30 m wordt verlaagd. In dit rapport wordt een bemaling in het wadzand, waarbij de bouwsleuf niet door de slecht doorlatende laag boven het wadzand heen gaat, ook aangeduid als een spanningsbemaling. Om aan te sluiten bij het evenwichtsadvies worden in het model daarom ook onttrekkingen in het wadzand aangebracht.

Tabel 8 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlaktewaterpeil	rondom	NAP -4,45 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf		maximaal NAP -3,70 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP -3,00 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -6,00 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -6,30 m
onttrek bouw sleuf		circa 10 x 4 m
bemalingsmethode		sleufbemaling
afmeting sleufbemaling		maximaal 30 x 4 m
bemalingsduur		14 dagen
type bemaling		freatisch en spanningsbemaling

In tabel 9 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -6,30 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 270 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling wordt in totaal 2020 m³ over een periode van 14 dagen onttrokken. In figuur 13 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A en B in het model, zie figuur 12. De verlaging van de grondwaterstand wordt uitgevoerd in drie fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoog debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend het gewenste niveau heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee gedurende 2 dagen met een iets kleiner debiet bemalen. Voor de laatste tien dagen kan het debiet nog wat verder worden verlaagd.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in figuur 14 en 15. De maximale verlaging na 14 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -6,97 m in zowel het opgebrachte zand als de klei. In het wadzand wordt het grondwater verlaagd tot maximaal NAP -6,72 m. De verlaging van 0,05 m reikt tot maximaal 54 m vanaf de bouwsleuf.

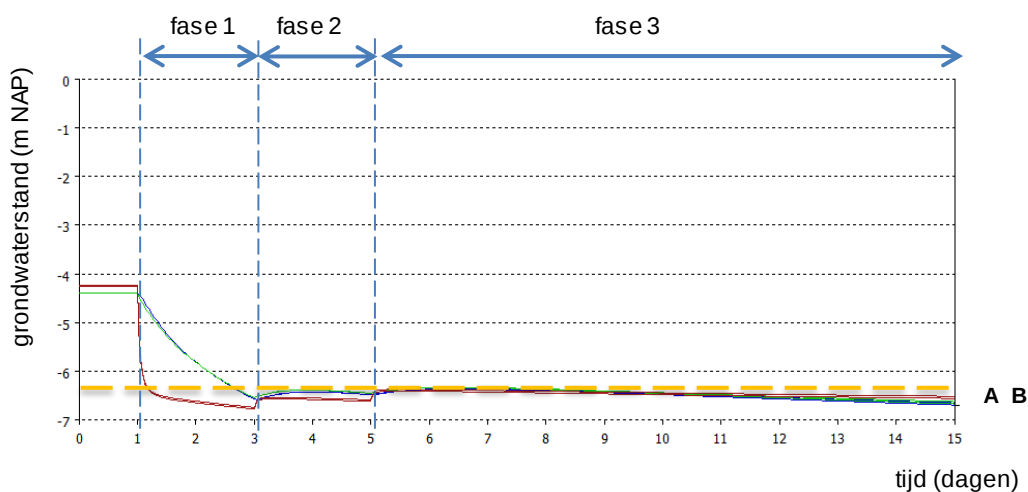
Het onttrokken water kan naar verwachting worden geloosd op de nabijgelegen sloot, maar moet dan wel worden belucht. Dit moet worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

Tabel 9 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 30 m.

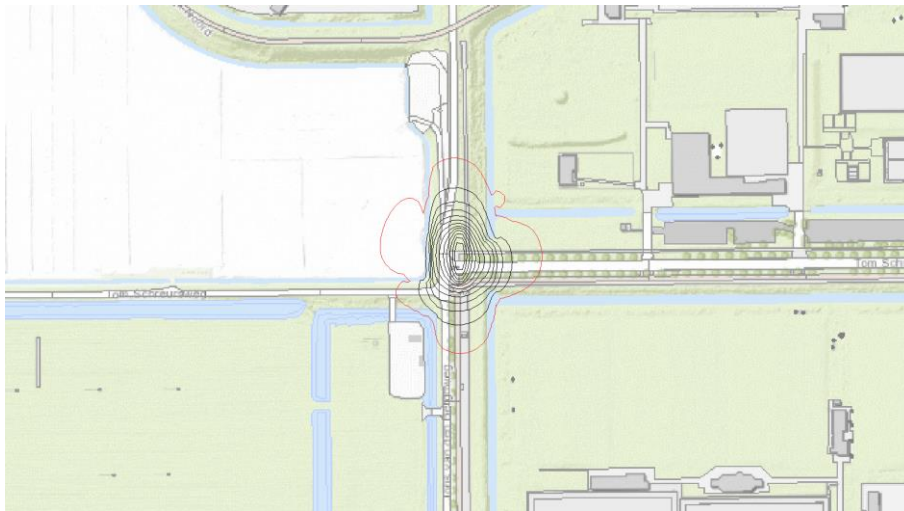
periode	laag	debiet			totale debiet [m ³]	
		[m ³ /uur]	[m ³ /dag]			
dag 1-2	ophooglaag + klei	8,3 + 0,8	200 + 20	270	440	540
	w adzand	2,1	50		100	
dag 3-4	ophooglaag + klei	4,2 + 0,4	100 + 10	155	220	310
	w adzand	1,9	45		90	
dag 5-14	ophooglaag + klei	2,9 + 0,3	70 + 7	117	770	1170
	w adzand	1,7	40		400	
totaal 14 dagen					2020	



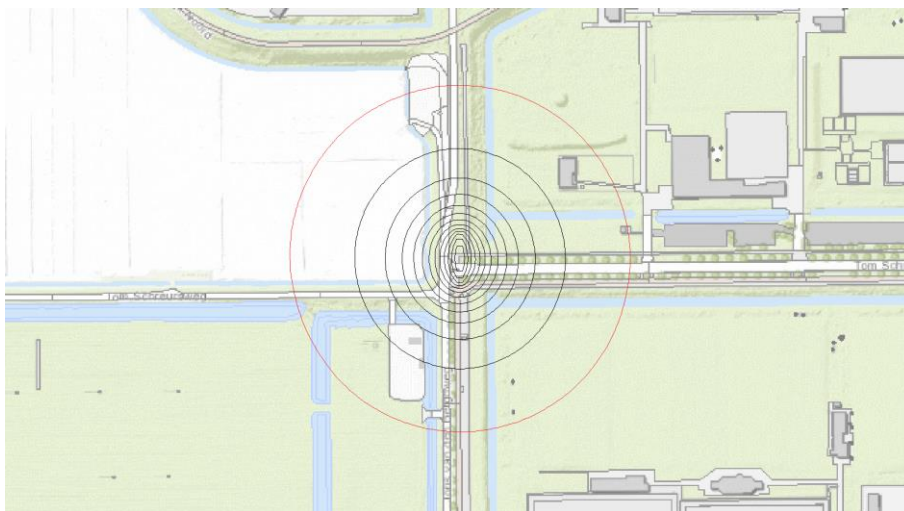
Figuur 12 Locatie A en B, waarvan in figuur 13 de berekende grondwaterstanden worden geplot.



Figuur 13 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw en groen) en de stijghoogte van het wadzand (rood) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



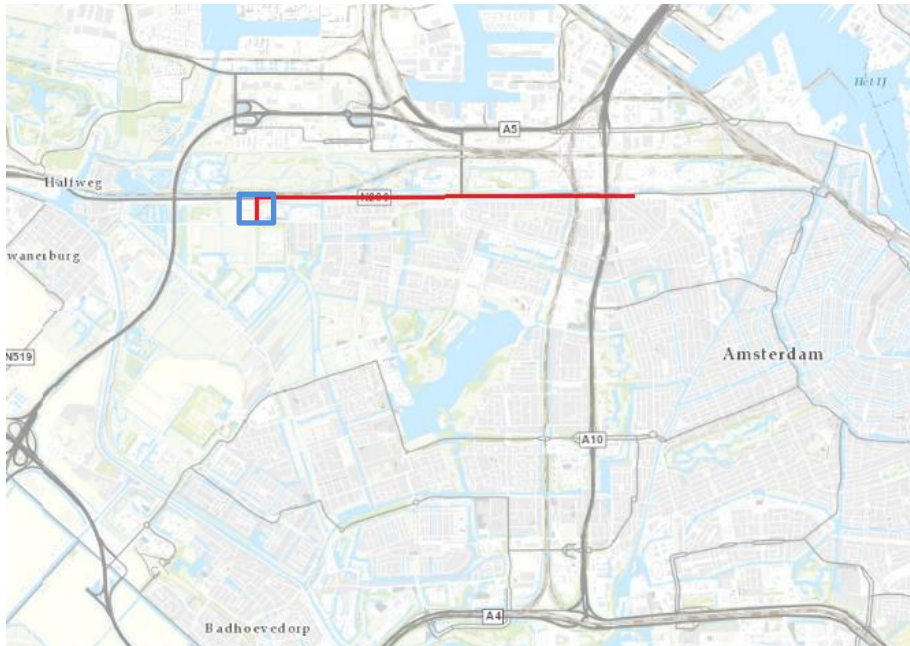
Figuur 14 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 14 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft.



Figuur 15 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 14 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend.

2.4 Riool Joris van den Berghweg

De locatie van het model is weergegeven in figuur 16 en bevindt zich in de Een-drachtspolder langs de Joris van den Berghweg, ten noorden van de kruising met de Tom Schreursweg tot en met het fietspad. De te bemalen sleuf is noord-zuid georiënteerd, zie figuur 17. De bodemopbouw is overgenomen uit In 't Veld (2016a). De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 10.



Figuur 16 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 10 Modelopbouw en geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-3,99	variabel	ophoogzand	5	
	-3,99	-4,00	0,01	-		1
eerste	-4,00	-8,29	4,29	klei/Hollandveen	0.5	
	-8,29	-8,30	0,01	-		300
twede	-8,30	-10,00	1,70	wadzand	3	
	-10,00	-12,30	2,30	klei/Basisveen		3500
derde	-12,30	-60,00	47,70	Pleistoceen zand	20	

Tabel 11 toont de uitgangspunten van de modelberekening. Deze bemaling is voor een sleuf om een riool te leggen. Een verschil met de leidingen voor Drinkwater langs deze weg, is dat het één leiding betreft, en dat het met één bemaling van drie weken wordt uitgevoerd in plaats van in delen van telkens een week. Een ander verschil is dat deze sleuf maar 2 in plaats van 4 meter breed is. In het model is er voor gekozen om de onttrekkingsfilters aan weerszijden van de sleuf op een onderlinge afstand van 2 meter te plaatsen. Tussen de filters aan één kant van de sleuf is dezelfde afstand van 4 meter aangehouden, vergelijkbaar met de andere bemalingen.

Tabel 11 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	hoogwatervoorziening aan de noordkant	NAP -2,43 m
	polder aan de zuidkant	NAP -4,45 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouw sleuf	hoogwatervoorziening aan de noordkant	maximaal NAP -2,75 m *
	polder aan de zuidkant	maximaal NAP -3,70 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP -3,00 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -4,09 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf	noordkant	lager dan NAP -3,90 m
	zuidkant	lager dan NAP -4,40 m
omtrek bouw sleuf		circa 195 x 2 m
bemaalingsmethode		sleufbemaling
afmeting sleufbemaling		in één keer 195 x 2 m
bemaalingsduur		21 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling

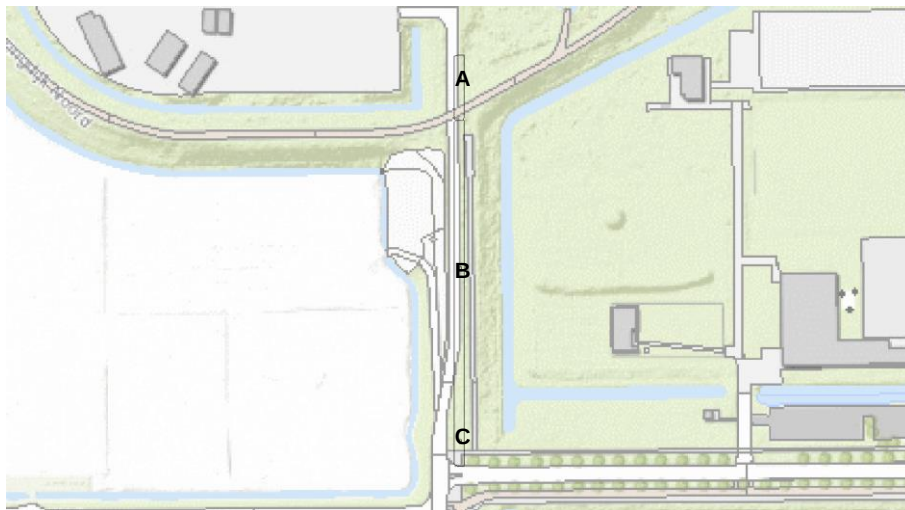
* Lastig in te schatten, want er is hier zowel invloed van het slootpeil van de hoogwatervoorziening als van het slootpeil van de polder.

Het tracé is opgedeeld in twee stukken. De grens ligt bij het fietspad, zie figuur 17. Ten noorden van het fietspad bevindt het tracé zich in de hoogwatervoorziening rondom de gebouwen aan de Haarlemmerweg. Het zuiden van het tracé ligt in de polder met een lager streefpeil. Aan de noordkant staan in het model 16 filters, aan de zuidkant 84.

In tabel 12 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -3,90 m aan de noordkant bij de hoogwatervoorziening en NAP -4,50 m aan de zuidkant in de polder, bedraagt maximaal 216 m³/dag. Voor de gehele periode van 21 dagen wordt in totaal 1438 m³ bemalen.

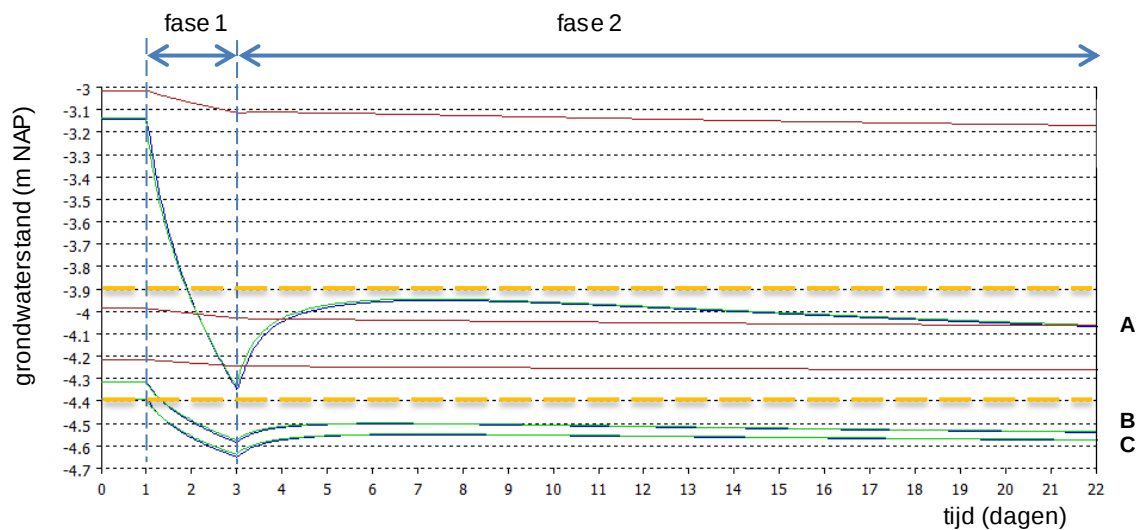
Tabel 12 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 195 m.

periode	deel van het trace van de bemaling	debiet			totale debiet [m ³]	
		[m ³ /uur]	[m ³ /dag]			
dag 1-2	noord, 16 filters	5,1	123	216	246	431
	zuid, 84 filters	3,9	93		185	
dag 3-21	noord, 16 filters	1,3	32	53	608	1007
	zuid, 84 filters	0,9	21		399	
totaal 21 dagen					1438	



Figuur 17 Locatie A, B en C, waarvan in figuur 18 de berekende grondwaterstanden worden geplot. Ook zichtbaar is het noordelijk en het zuidelijk deel van het tracé, de grens ligt bij het fietspad.

In figuur 18 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 17. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in twee fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoog debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 21 dagen dat hier gewerkt wordt. De stijghoogte in het wadzand varieert bij de hoogwatervoorziening tussen NAP -3,00 en -3,20 m. In de polder is deze stijghoogte ongeveer een meter lager.

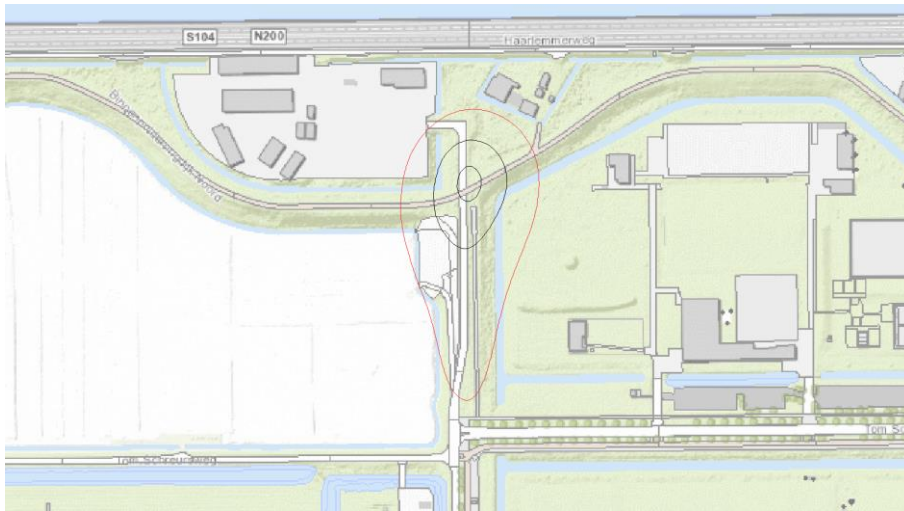


Figuur 18 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw en groen voor respectievelijk het ophoogzand en het Hollandveen) en de stijghoogte in het wadzand (rood) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstanden (NAP - 3,90 m in het noorden en NAP -4,40 m in het zuiden) onder de bouwsleuf weer.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in figuur 19 en 20. De maximale verlaging na 21 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -4,40 m aan de noordkant en circa NAP -4,60 m aan de zuidkant. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 45 m vanaf de bouwsleuf.



Figuur 19 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 21 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohyps worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft.



Figuur 20 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 21 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlagingsslijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.

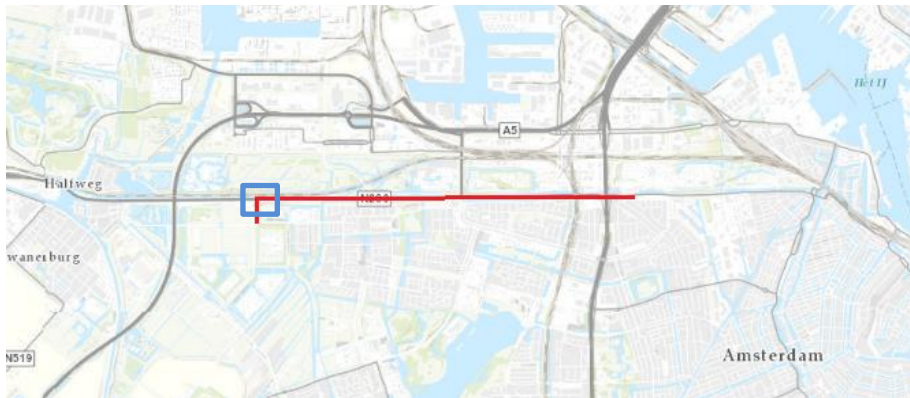
Het onttrokken water kan naar verwachting worden geloosd op de nabijgelegen sloot, maar moet dan wel worden belucht. Dit moet worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet. De nabij gelegen sloot aan de noordkant van het tracé maakt deel uit van een hoogwatervoorziening om de funderingen van de gebouwen en het maaiveld te beschermen tegen oxidatie. Als het onttrokken water niet op de nabijgelegen sloot kan worden geloosd, dan moet het peil in de sloot goed in de gaten worden gehouden. Dit peil mag namelijk niet wegzakken door de bemaling. Als het onttrokken water op de hoogwatervoorziening wordt geloosd wordt dit risico omzeild.

Het is onduidelijk waarom deze bemaling in één stuk moet worden uitgevoerd. Omdat de aan te leggen leiding onder een afschot wordt geplaatst, lijkt het handiger om de bemaling in bijvoorbeeld drie delen van elk een week op te knippen en bij elk deel de juiste bemalingsdiepte apart in te stellen.

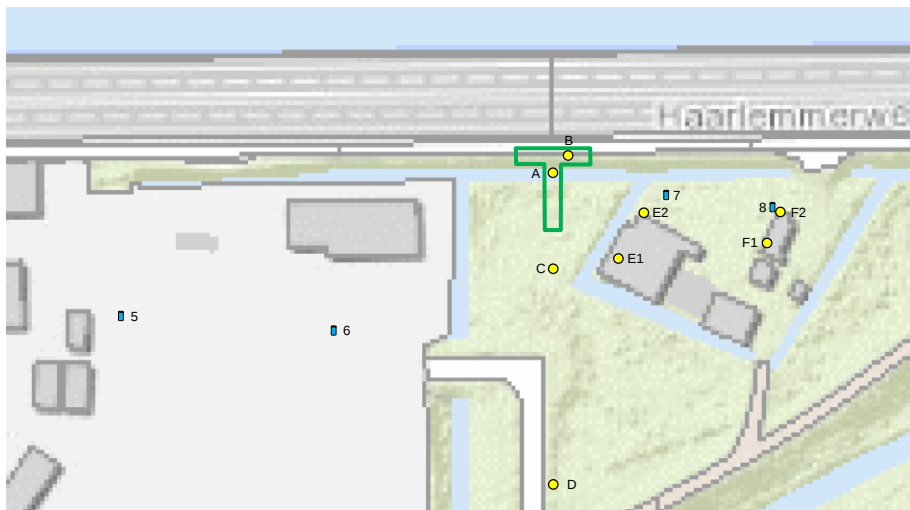
Het hangt er onder andere van af of het opgebrachte zand onder de weg in contact staat met de slooten van de kweldruk vanuit het diepe pakket, maar mogelijk hoeft er in delen van het tracé in de polder nauwelijks te worden bemalen. Het slootpeil hier is NAP -4,45 m en er moet verlaagd worden tot op z'n diepst NAP -4,40 m. Om überhaupt iets te verlagen is hiervoor in het model zelfs een waarde van NAP -4,50 m gekozen. Omdat de nieuwe leiding onder afschot ligt, komen er ook delen van de leiding hoger in het profiel en hoeft er tot minder diep te worden bemalen. Geadviseerd wordt om voor aanvang van het werk langs het tracé met de hand enkele gaten te boren en de grondwaterstand in deze gaten te waterpassen. Op basis van de NAP-hoogtes van het aangeboorde grondwater kan worden vastgesteld of bemalen in deze vorm met filters om de vier meter nodig is, of dat met minder filters en/of een kleiner debiet kan worden volstaan.

2.5 Aansluiting Joris van den Berghweg op N200

De locatie van het model is weergegeven in figuur 21 en bevindt zich op de overgang van de Joris van den Berghweg naar het fietspad van de N200. Van bovenaf ziet de te bemalen sleufter T-vormig uit, zie de groene lijnen in figuur 22. De bodemopbouw onder de dijk van de N200 is weergegeven in bijlage 2. Dit werk wordt uitgevoerd in een sterk heterogeen stuk. De gekozen schematisatie wordt weergegeven in tabel 13.



Figuur 21 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).



Figuur 22 Locatie A tot en met F, waarvan in figuren 23 tot en met 27 de berekende grondwaterstanden worden geplot. A tot en met D dienen ter controle voor het droog pompen van de sleuven. E en F worden gebruikt om de verlagingen bij respectievelijk de stallen en het witte huis in beeld te brengen. Op de locaties met de blauwe pijpjes, met nummers 5 tot en met 8, staan recent geplaatste peilbuizen, waarvan de boorbeschrijvingen zijn opgenomen in bijlage 4.

Tabel 13 Modelopbouw en geohydrologische parameters, gebaseerd op bijlage 2, op boring 5 tot en met 8 in bijlage 4 en In 't Veld (2016b).

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-2,95	variabel	ophoogmateriaal	5	
	-2,95	-2,96	0,01	fictief laagje		1
eerste	-2,96	-4,50	1,54	veen	1	
	-4,50	-4,51	0,01	fictief laagje		1
twede	-4,51	-8,49	3,98	klei/Hollandveen	0,5	
	-8,49	-8,50	0,01	-		300*
derde	-8,50	-10,40	1,90	wadzand	3	
	-10,40	-12,40	2,30	klei/Basisveen		3500
vierde	-12,40	-60,00	47,70	Pleistoceen zand	20	

* Bij de bouw sleuf voor de aansluiting wordt deze kleilaag tot NAP -5,00 m afgegraven. Daarom is deze weerstand bij de genoemde bouw sleuf verlaagd tot 200 dagen.

Het opgebrachte zand bij het terrein van 1800 Roeden is 2,30 m dik, zie boring 5 en 6 in bijlage 4. Het opgebrachte materiaal onder het erf van het witte huis is bij het huis ongeveer een meter dik en bestaat uit matig fijn zand, dat zowel zwak siltig als sterk humeus is en het bevat puin, zie boring 8 in bijlage 4. Richting de bemaling wordt de bodem aan de bovenkant kleiiger, maar bevat nog steeds puin, zie boring 7 in bijlage 4. Het is zeer onzeker, met name onder het erf van het witte huis, maar voor de ophooglaag wordt een K-waarde aangenomen van 5 m/d.

Aan de slootjes van de hoogwatervoorziening rondom 1800 Roeden en het witte huis is in het model een weerstand toegekend van 3 dagen. De weerstand van de vaart is op 5 dagen gezet. Ook dit is onzeker. Als met meer zekerheid aan deze locatie gerekend moet worden, dan wordt het aanbevolen om een eenvoudige pomp proef uit te voeren en de resultaten te gebruiken om de bemalingsberekeningen te verbeteren. De peilbuizen hiervoor staan er al, want deze zijn afgesteld in de boringen zoals beschreven in bijlage 4.

In deze paragraaf worden twee sleuven doorgerekend. De eerste sleuf is voor de leidingen in het verlengde van de Joris van den Berghweg tot aan de dijk. De tweede sleuf is voor de aansluiting van de leidingen op het tracé onder het fietspad langs de N200. In deze tweede sleuf moet een zinker worden aangelegd onder de daar aanwezige sloot. Tijdens de uitvoering wordt de sloot aan beide kanten van de sleuf tijdelijk gedempt.

In het evenwichtsadvies van In 't Veld (2016b) wordt geconcludeerd dat bij de aanleg van deze zinker geen spanningsbemaling nodig is. Bij de uitgangspunten in § 4.2 van het evenwichtsadvies wordt echter beschreven dat niet alleen het freatische grondwater, maar ook het wadzand tot NAP -5,20 m wordt verlaagd. In dit rapport wordt een bemaling in het wadzand, waarbij de bouwsleuf niet door de slecht doorlatende laag boven het wadzand heen gaat, ook aangeduid als een spanningsbemaling. Om aan te sluiten bij het evenwichtsadvies worden in het model daarom ook onttrekkingen in het wadzand aangebracht.

In tabel 14 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling.

Tabel 14 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	trekvaart	NAP -0,60 m
	hoogwater voorziening	NAP -2,43 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouw sleuf		maximaal NAP -2,30 m
gemiddelde maaiveld-hoogte langs het tracé	bij Joris vd Berghweg	NAP -0,30 m *
	op de dijk	NAP 0,00 m
maximale diepte bouw sleuf	sleuf voor de leiding	NAP -2,20 m
	sleuf voor de aansluiting	NAP -5,00 m
te verlagen grondwaterstand onder de sleuf	sleuf voor de leiding	lager dan NAP -2,50 m
	sleuf voor de aansluiting	lager dan NAP -5,20 m
omtrek bouw sleuf	sleuf voor de leiding	circa 85 x 4 m
	sleuf voor de aansluiting	circa 15 x 10 m
bemaalingsmethode		sleufbemaling
afmeting sleufbemaling		maximaal 85 x 4 m per keer
bemaalingsduur	sleuf voor de leiding	7 dagen
	sleuf voor de aansluiting	16 dagen, waarvan 7 dagen op NAP -5,20 m moet kunnen worden gewerkt
type bemaling	sleuf voor de leiding	alleen freatisch
	sleuf voor de aansluiting	freatisch en spanningsbemaling

* Na ophoging van het fietspad waar op dit moment nog wordt voorbelast.

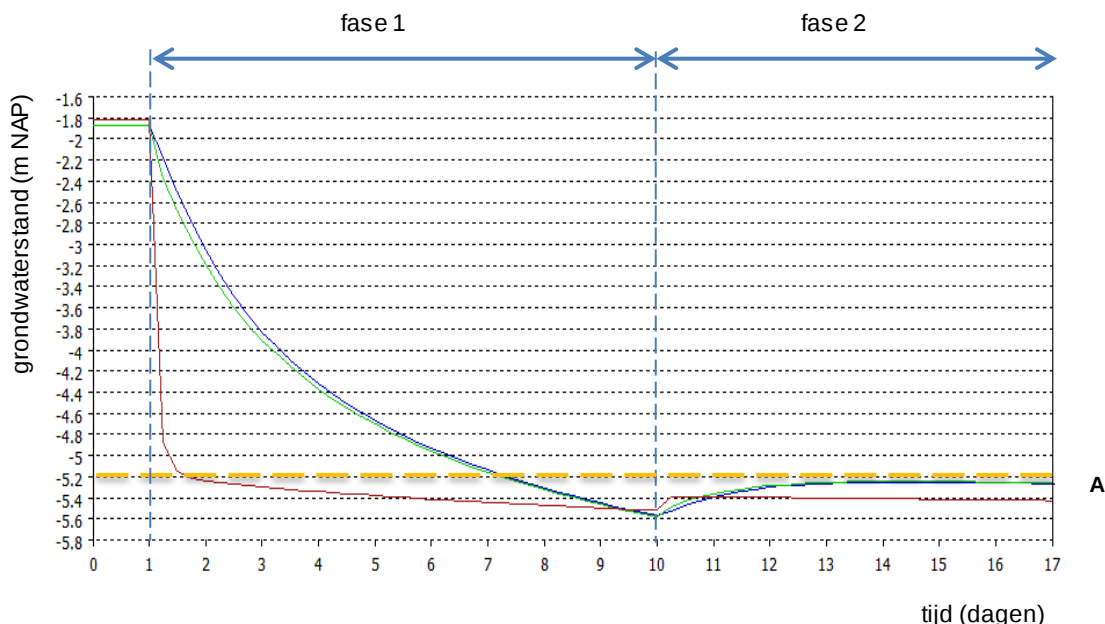
De zinker komt veel lager in het profiel dan de leiding uit de polder. Uit de verkennende sommetjes blijkt dat de bemaling voor de zinker ook de grondwaterstand voor de andere sleuf voldoende ver verlaagd. Er lijkt dus geen aparte bemaling nodig voor de sleuf voor de leiding, alleen voor de sleuf voor de aansluiting. Wel wordt geadviseerd om voor de start van de werkzaamheden, de grondwaterstand ter hoogte van de leiding in de polder te controleren. Als de grondwaterstand toch hoger ligt dan verwacht, dan kan er worden verlaagd met een bemaling zoals eerder in § 2.4 is uitgewerkt, maar dan iets minder diep.

In tabel 15 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -5,20 m (20 cm onder de bodem van de bouw sleuf) bedraagt maximaal 248 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling wordt in totaal 3639 m³ over een periode van 16 dagen onttrokken. In het model worden de bovenstaande debieten onttrokken met 45 filters die op een afstand van 2 m van elkaar staan. Rondom de zinker staan de filters zelfs op een onderlinge afstand van 1 m. Als dit debiet niet kan worden gehaald met dit aantal filters, dan dient het aantal filters te worden vergroot.

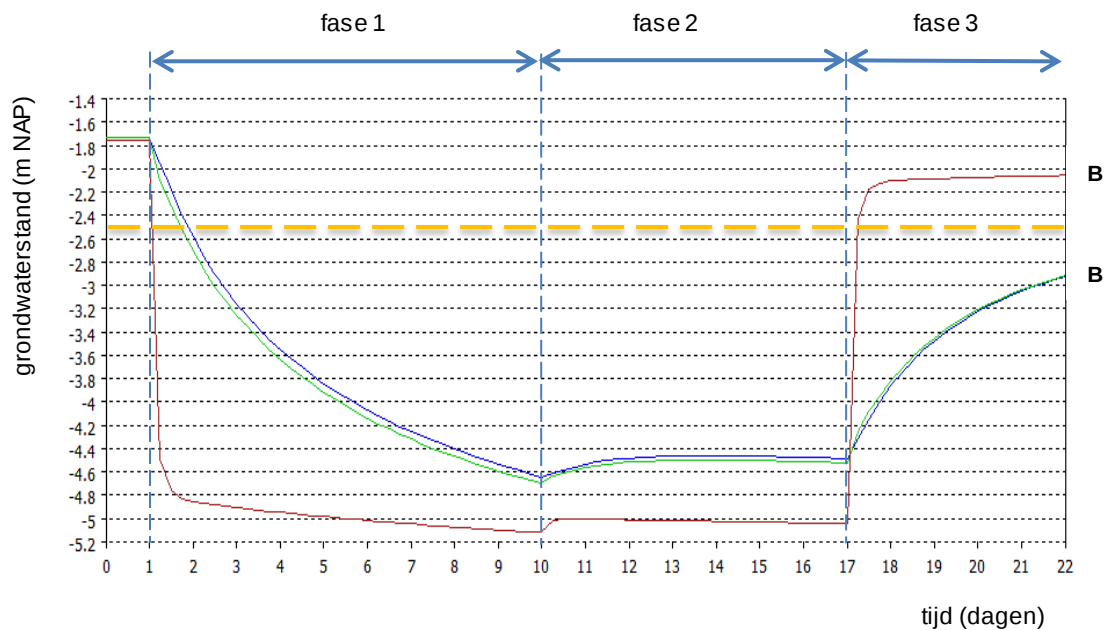
Tabel 15 Berekend debiet voor de bemaling voor het aanbrengen van de zinker.

periode	laag	debiet			totale debiet [m³]	
		[m³/uur]	[m³/dag]			
dag 1-9	ophooglaag + veen + klei	8	192	248	1728	2232
	w adzand	2,3	56		504	
dag 10-16	ophooglaag + veen + klei	6,1	147	201	1029	1407
	w adzand	2,3	54		378	
dag 17-21	alle lagen	0			0	
totaal 16 dagen					3639	

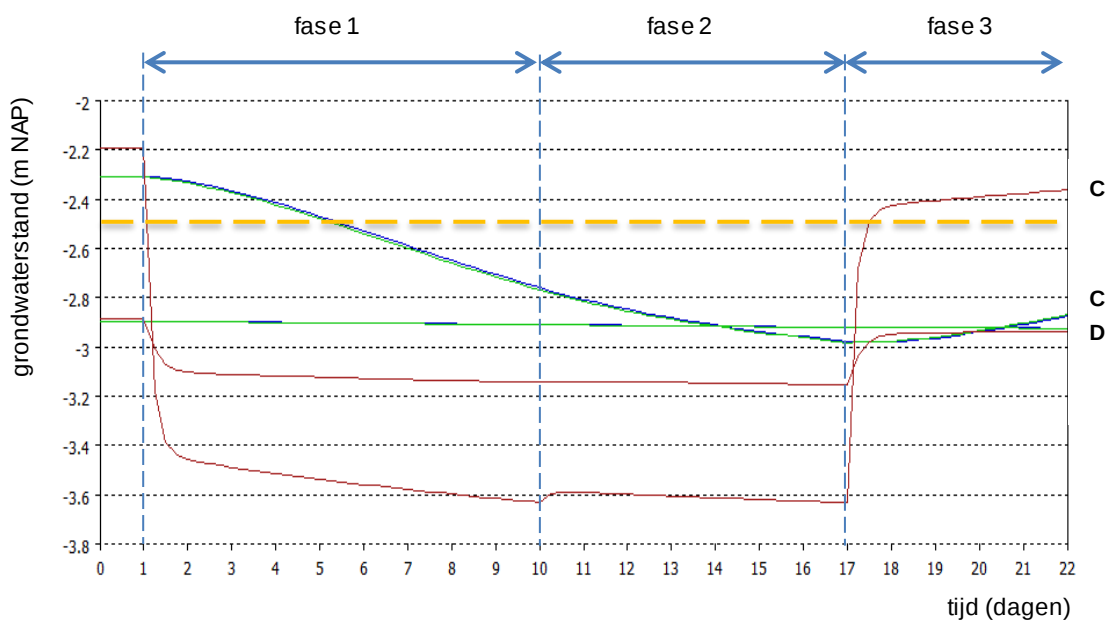
In de figuren 23 tot en met 27 zijn de verlagingen van de grondwaterstanden en de stijghoogten in de tijd te zien op locaties A tot en met F in het model, zie figuur 22. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in drie fasen. Tijdens de eerste fase van 9 dagen wordt met een hoger debiet bemalen, zodat de grondwaterstand naar beneden wordt getrokken. De volgende 7 dagen wordt tijdens fase 2 het debiet iets beperkt, zodat de verlaging zich niet verder doorzet dan nodig. Uit figuur 23 blijkt dat er gedurende 7 dagen op NAP -5,20 m kan worden gewerkt. Na deze 7 dagen gaat de pomp uit. Tijdens fase 3 kan nog minstens 5 dagen worden gewerkt aan de aansluiting onder het fietspad. In totaal kan hier gedurende de drie fasen in totaal minstens 19 dagen worden gewerkt op NAP -2,50 m, zie figuur 24. Zonder de sleuf voor de leiding te bemalen, kan hier toch al na ongeveer een week gedurende 16 dagen over de volle lengte gewerkt worden, zie figuur 25.



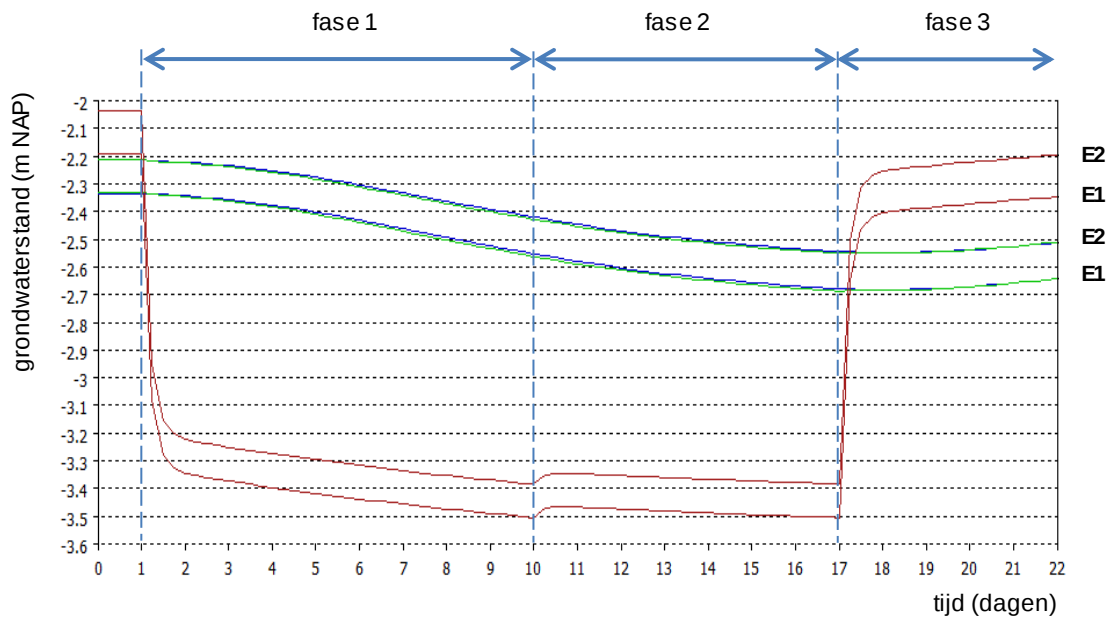
Figuur 23 Berekende verlaging, ter hoogte van de zinker, van de freatische grondwaterstand (blauwen/groen voor de bovenste lagen en de stijghoogte in het wadzand (rood) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



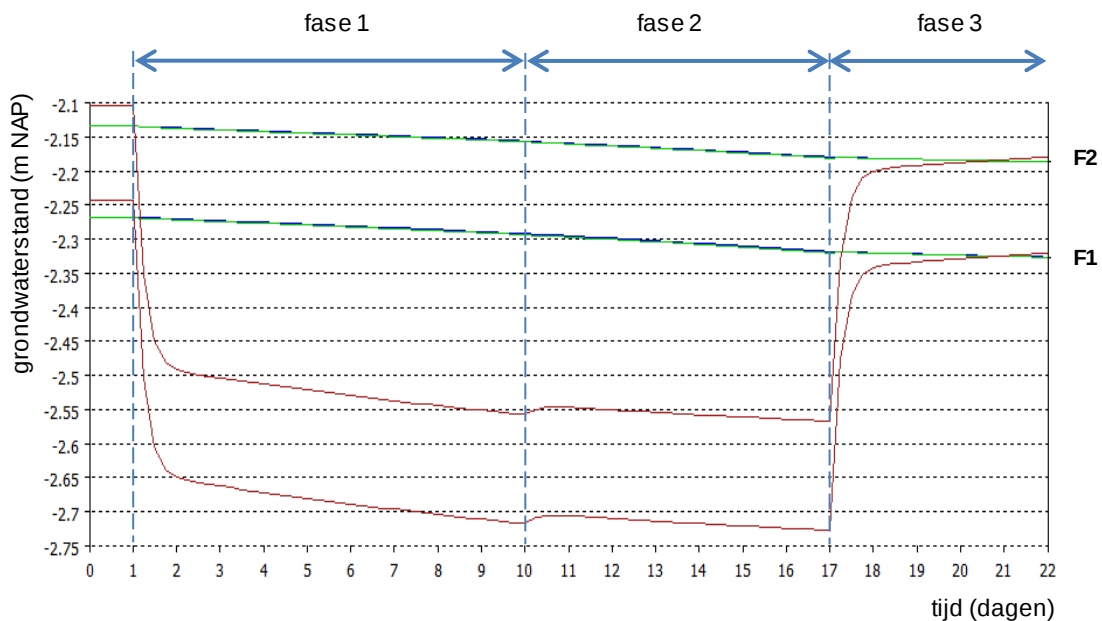
Figuur 24 Berekende verlaging, onder het fietspad langs de N200, van de freatische grondwaterstand (blauwen groen voor de bovenste lagen en de stijghoogte in het wadzand (rood) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



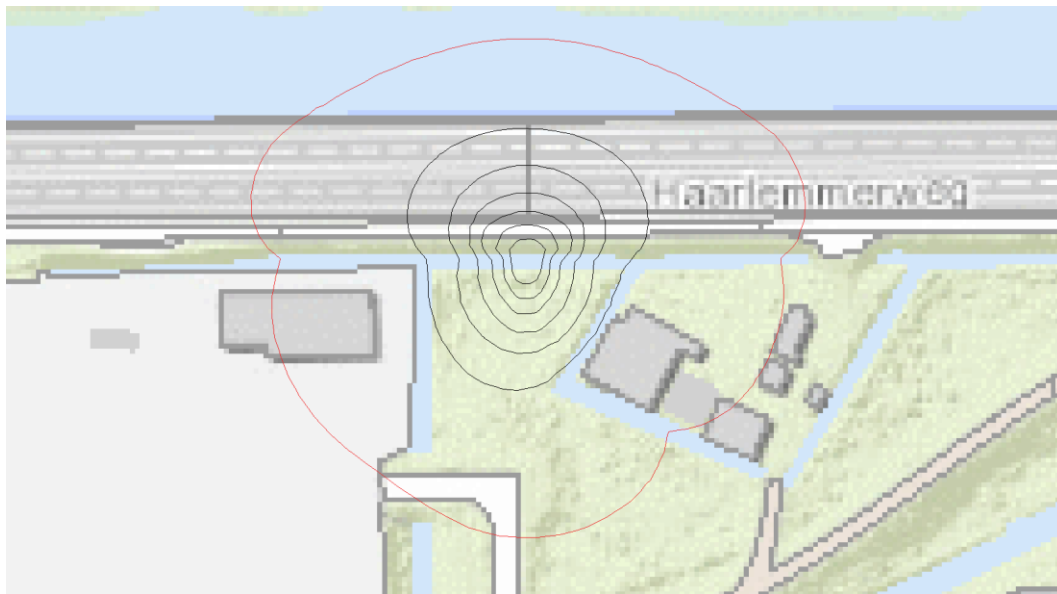
Figuur 25 Berekende verlaging, onder de sleuf voor de leiding, van de freatische grondwaterstand (blauwen groen voor de bovenste lagen en de stijghoogte in het wadzand (rood) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



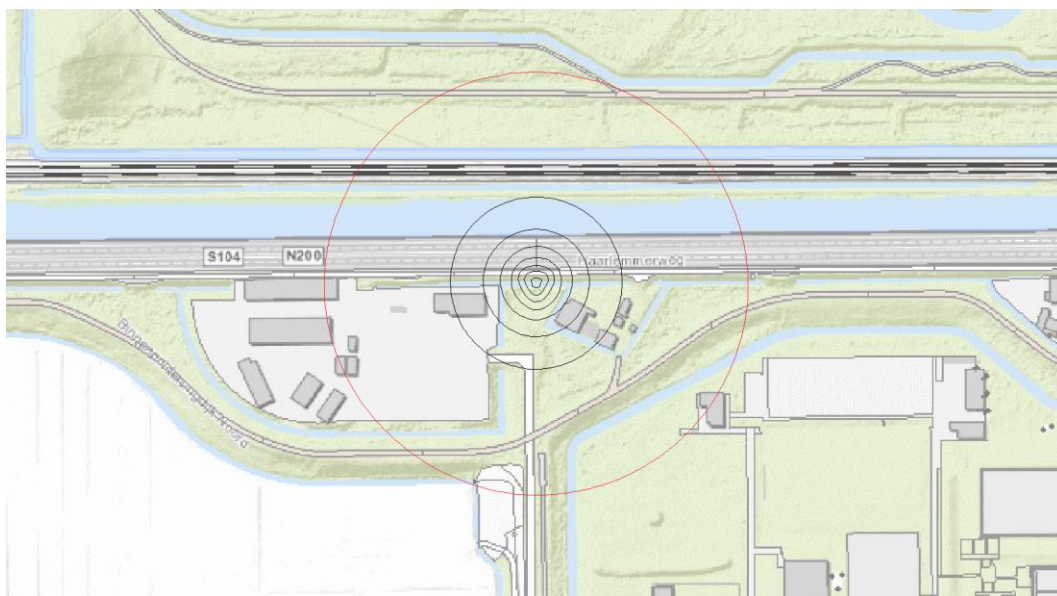
Figuur 26 Berekende verlaging, bij de schuur, van de freatische grondwaterstand (blauw en groen voor de bovenste lagen en de stijghoogte in het wadzand (rood) gedurende de bemalingsperiode.



Figuur 27 Berekende verlaging, bij het witte huis, van de freatische grondwaterstand (blauw en groen voor de bovenste lagen en de stijghoogte in het wadzand (rood) gedurende de bemalingsperiode.



Figuur 28 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 16 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,50 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,50 m verlaging weergeeft.



Figuur 29 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 16 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,50 m getekend.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in figuur 28 en 29. De maximale verlaging na 16 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -5,45 m. De verlaging

van 0,05 m in het freatische pakket heeft een reikwijdte van maximaal 47 m vanaf de bouwsleuf. Voor het wadzand is dit een afstand van ongeveer 120 m.

De grondwaterstand onder het pand ten westen van de sleuf op het perceel van 1800 Roeden wordt meer dan 5 cm verlaagd. De beheerder van dit terrein heeft uitgelegd dat dit gebouw recent is neergezet, relatief licht is en rust op een aantal betonnen platen. Er mag vanuit worden gegaan dat de berekende verlaging hier geen schade tot gevolg zal hebben.

De grondwaterstand onder het witte huis wordt net geen 5 cm verlaagd, dus dit zou veilig moeten kunnen worden uitgevoerd. De verlaging onder de schuur is echter meer dan 5 cm. Uit het bouwkundig onderzoek moet blijken of dit veilig kan. De schuur is bouwvallig, mogelijk is het ook een optie om bij onverhoopte schade financieel bij te dragen aan het slopen van de schuur. Dit moet worden opgenomen met de gemeente Amsterdam, als eigenaar van het perceel en de gebouwen, en de bewoner.

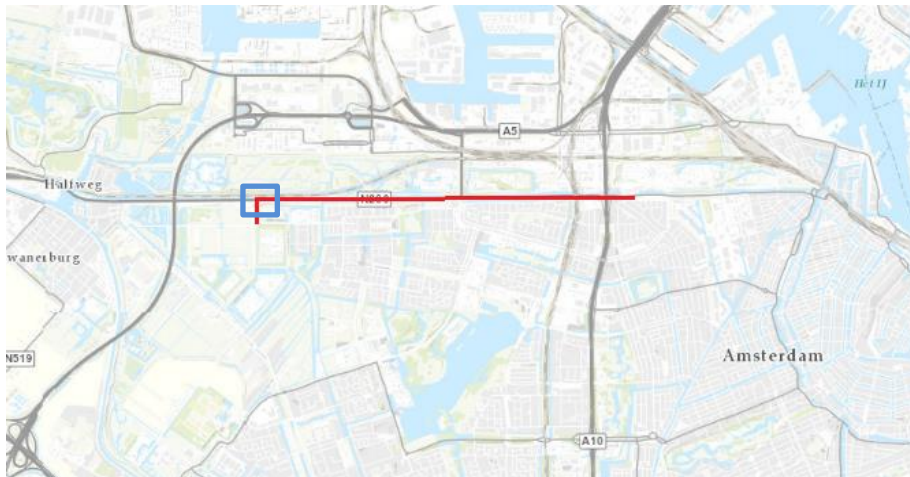
De berekeningen voor deze twee bemalingen zijn onzeker, veel hangt af van de weerstand van de sloten van de hoogwatervoorziening en de doorlatendheid van het opgebrachte materiaal. Er wordt voorgesteld om de baggerlaag in de slootjes te peilen. Als er een laagje bagger aanwezig is, dan wordt geadviseerd om voor het starten van de bemaling de sloten te baggeren, zodat de intreeweerstand zo klein mogelijk wordt. Hierdoor moet wel meer worden verpompt, maar zal de uitstraling naar de omgeving kleiner zijn.

Verder wordt voorgesteld om de eerste dagen van het pompen het debiet en de verlagingen van de grondwaterstanden in de aanwezige peilbuizen nauwkeurig te volgen. Mogelijk blijkt dat de verlagingen sterker zijn dan met het model is voorspeld en mogelijk blijkt uit het bouwkundig onderzoek dat dit schade kan gaan veroorzaken. In dat geval kan tussen de slooten de bemaling alsnog een damwand worden aangebracht. Verkennende berekeningen laten zien dat de uitstraling van de verlaging daarmee flink kan worden beperkt. Voor een indruk wordt verwezen naar § 2.10.7, waar bij de molen 1200 Roe een damwand wordt doorgerekend. Bij de evenwichts-berekening (In 't Veld, 2016b) is er vanuit gegaan dat er met een sleufbekisting wordt gewerkt. Mocht er gekozen worden voor een damwand als kerende constructie rondom de sleuf, dan moet het evenwicht opnieuw berekend worden. Als er een damwand gebruikt wordt om de invloed van de verlaging van de grondwaterstand te beperken, dan moet deze damwand buiten de sleuf worden geplaatst. De damwand mag dus niet de sleufbekisting vervangen, zonder opnieuw te zijn doorgerekend.

Het onttrokken water kan naar verwachting worden geloosd op de nabijgelegen sloot, maar moet dan wel worden belucht. Dit moet worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet. De nabij gelegen sloot maakt deel uit van een hoogwatervoorziening om de funderingen van de boerderijen en de bovenste deel van de bodem te beschermen tegen oxidatie. Als het onttrokken water niet op de nabijgelegen sloot kan worden geloosd, dan moet het peil in de sloot goed in de gaten worden gehouden. Dit peil mag niet wegzakken door de bemaling! Als het onttrokken water op de hoogwatervoorziening wordt geloosd, dan wordt dit risico omzeild. Bij het afdammen van de sloot moet ook opgelet worden dat het peil ten oosten en ten westen van de tijdelijke dammen gelijk blijft aan het streefpeil. Hiervoor kan zowel water moeten worden aan- als afgevoerd. Ook dit moet worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

2.6 Witte huis ten oosten van de opgang Joris van den Berghweg

De locatie van het model is weergegeven in figuur 30 en bevindt zich op de overgang van de Joris van den Berghweg en de N200. De te bemalen sleuf is west - oost georiënteerd, zie figuur 29. De bodemopbouw onder de dijk is weergegeven in bijlage 2. De schematisering voor deze berekening is gelijk aan die in § 2.5 is gebruikt, zie tabel 16.



Figuur 30 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 16 Modelopbouw en geohydrologische parameters, gebaseerd op bijlage 2, op boring 5 tot en met 8 in bijlage 4 en In 't Veld (2016b).

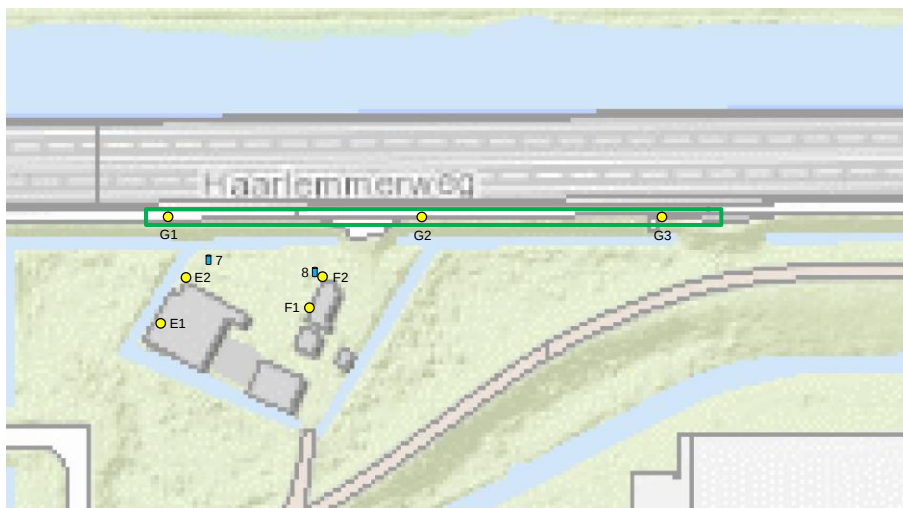
watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-2,95	variabel	ophoogmateriaal	5	
	-2,95	-2,96	0,01	fictief laagje		1
eerste	-2,96	-4,50	1,54	veen	1	
	-4,50	-4,51	0,01	fictief laagje		1
tw eede	-4,51	-8,49	3,98	klei/Hollandveen	0,5	
	-8,49	-8,50	0,01	-		300*
derde	-8,50	-10,40	1,90	w adzand	3	
	-10,40	-12,40	2,30	klei/Basisveen		3500
vierde	-12,40	-60,00	47,70	Pleistoceen zand	20	

In tabel 17 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling.

Tabel 17 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	trekvaart	NAP -0,60 m
	hoogwatervoorziening	NAP -2,43 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouw sleuf		maximaal NAP -0,70 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP 0,00 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -2,20 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -2,50 m
omtrek bouw sleuf		circa 100 x 4 m
bemaalingsmethode		sleufbemaling
afmeting sleufbemaling		maximaal 140 x 4 m
bemaalingsduur		7 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling

Uit verkennende berekeningen blijkt dat het niet verstandig is om aan dit deel van het tracé gelijk door te werken nadat de zinker en de aansluiting, zoals beschreven in § 2.5, zijn gerealiseerd. De hierdoor aangebrachte verlaging heeft geen tijd om terug te keren naar de normale grondwaterstand en op het erf van het witte huis zal de verlaging daardoor dieper uitvallen. Deze bemaling wordt dus uitgevoerd met een initiële situatie zonder beïnvloeding door de vorige bemaling bij de zinker. Figuur 31 toont de opzet van de bemaling en de meetpunten.

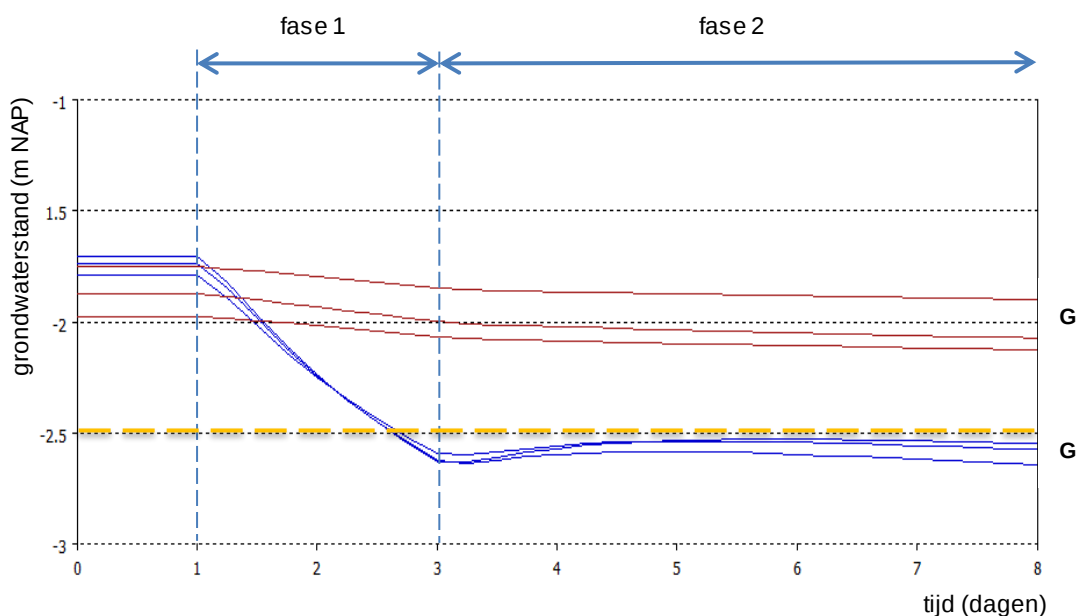


Figuur 31 Locatie E tot en met G, waarvan in figuren 32 tot en met 34 de berekende grondwaterstanden worden geplot. De punten G dienen ter controle voor het droog pompen van de sleuf. E en F worden gebruikt om de verlagingen bij respectievelijk de stallen en het witte huis in beeld te brengen. Op de locaties met de blauwe pijpjes, met nummers 7 en 8, staan recent geplaatste peilbuizen, waarvan de boorbeschrijvingen zijn opgenomen in bijlage 4.

In tabel 18 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -2,50 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 632 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling wordt in totaal 2449 m³ over een periode van 7 dagen onttrokken.

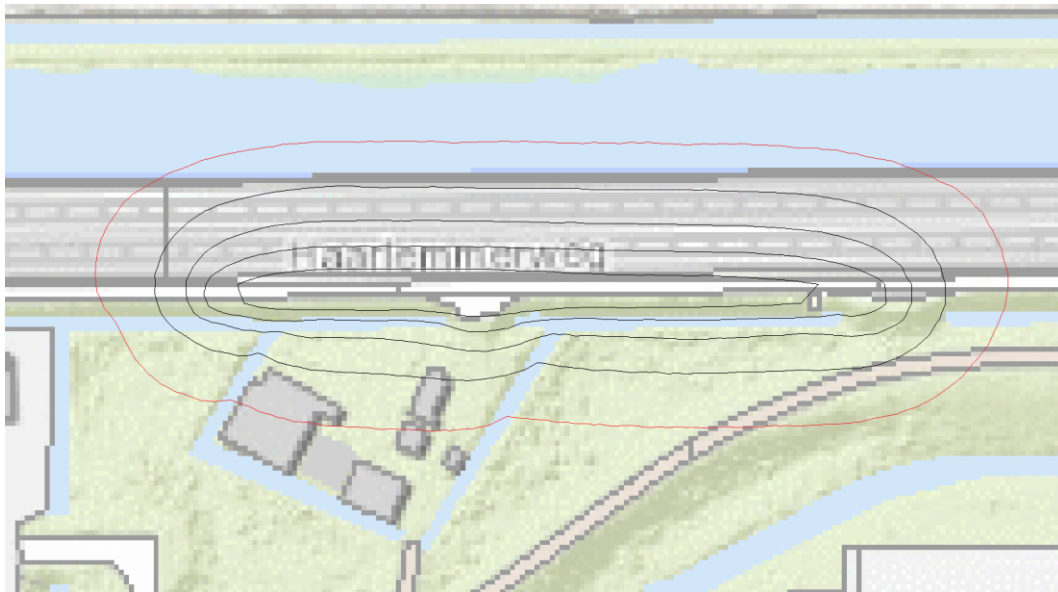
Tabel 18 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 140 m.

periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	26,3	632	1264
dag 3-7	9,9	237	1185
totaal 7 dagen			2449

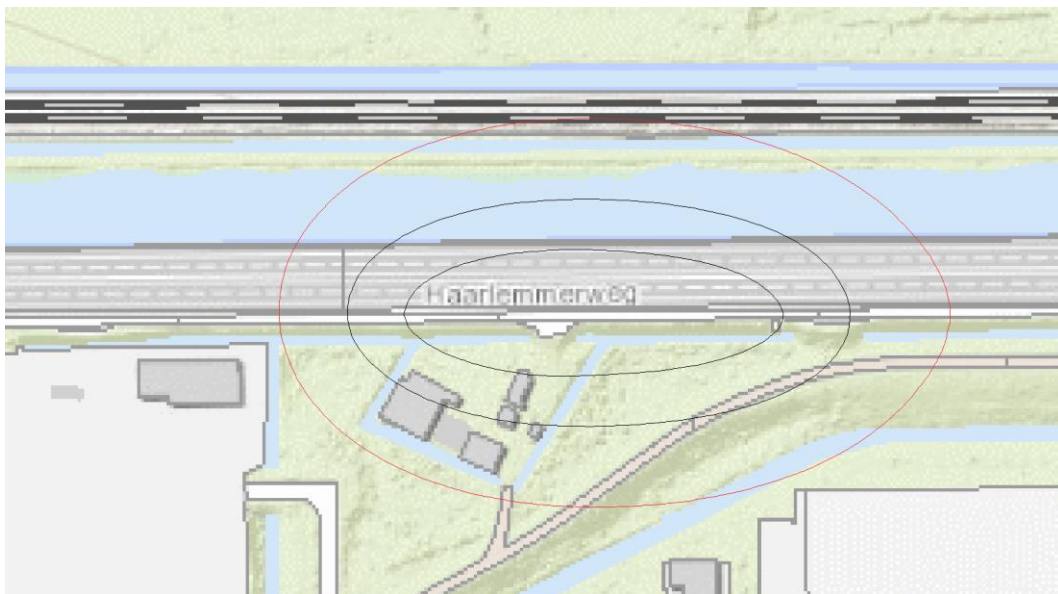


Figuur 32 Berekende verlaging, onder de sleuf voor de leiding, van de freatische grondwaterstand (blauw) voor de bovenste lagen en de stijghoogte in het wadzand (rood) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.

In figuur 32 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op de locaties G in het model, zie figuur 31. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in twee fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoog debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. In fase twee wordt vervolgens met een kleiner debiet bemalen. Hiermee wordt de gehele bouwsleuf droog gehouden gedurende de 5 dagen dat hier gewerkt wordt.



Figuur 33 *Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft.*



Figuur 34 *Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.*

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in figuur 33 en 34. De maximale verlaging na 7 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -2,63 m. De verlaging van 0,05 m in het freatische pakket heeft een reikwijdte van maximaal 31 m vanaf de bouwsleuf. Voor het wadzand is dit een afstand van ongeveer 63 m.

De grondwaterstand onder de schuur en het witte huis wordt meer dan 5 cm verlaagd. Uit het bouwkundig onderzoek moet blijken of dit veilig kan. De schuur is bouwvallig, mogelijk is het ook een optie om bij onverhoopte schade financieel bij te dragen aan het slopen van de schuur. Dit moet worden opgenomen met de gemeente Amsterdam, als eigenaar van het perceel en de gebouwen, en de bewoner.

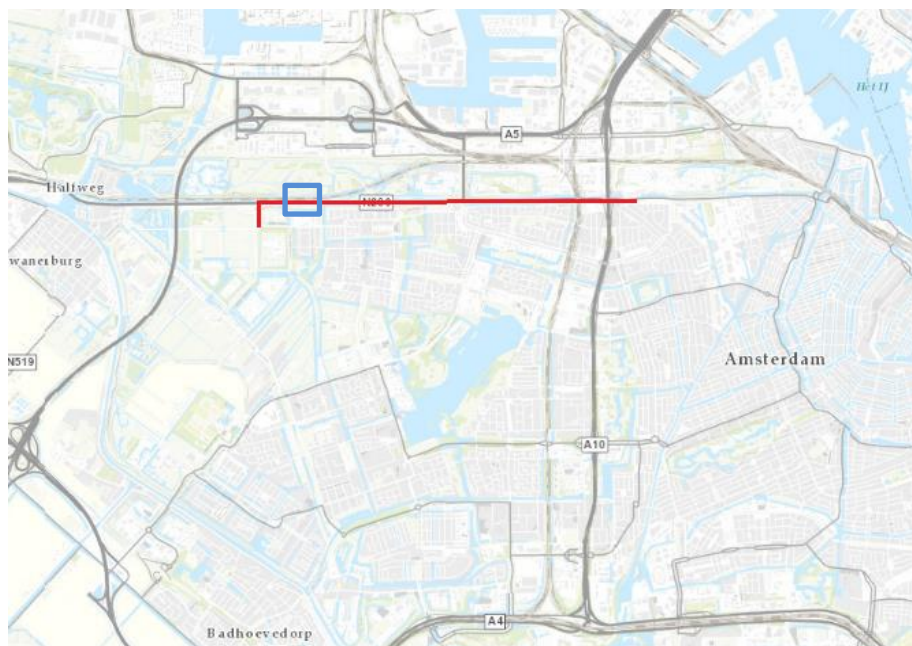
De berekeningen voor deze twee bemalingen zijn onzeker, veel hangt af van de weerstand van de sloten van de hoogwatervoorziening en de doorlatendheid van het opgebrachte materiaal. Er wordt voorgesteld om de baggerlaag in de slootjes te peilen. Als er een laagje bagger aanwezig is, dan wordt geadviseerd om voor het starten van de bemaling de sloten te baggeren, zodat de intreeweerstand zo klein mogelijk wordt. Hierdoor moet wel meer worden verpompt, maar zal de uitstraling naar de omgeving kleiner zijn.

Verder wordt voorgesteld om de eerste dagen van het pompen het debiet en de verlagingen van de grondwaterstanden in de aanwezige peilbuizen nauwkeurig te volgen. Mogelijk blijkt dat de verlagingen sterker zijn dan met het model is voorspeld en mogelijk blijkt uit het bouwkundig onderzoek dat dit schade kan gaan veroorzaken. In dat geval kan tussen de sloot en de bemaling een damwand worden aangebracht. Verkennende berekeningen laten zien dat de uitstraling van de verlaging daarmee flink kan worden beperkt. Voor een indruk wordt verwezen naar § 2.10.7, waar bij de molen 1200 Roe een damwand wordt doorgerekend.

Het onttrokken water kan naar verwachting worden geloosd op de nabijgelegen sloot, maar moet dan wel worden belucht. Dit moet worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet. De nabij gelegen sloot maakt deel uit van een hoogwatervoorziening om de funderingen van de boerderijen en de bovenste deel van de bodem te beschermen tegen oxidatie. Als het onttrokken water niet op de nabijgelegen sloot kan worden geloosd, dan moet het peil in de sloot goed in de gaten worden gehouden. Dit peil mag niet wegzakken door de bemaling! Als het onttrokken water op de hoogwatervoorziening wordt geloosd, dan wordt dit risico omzeild.

2.7 Boerderijen ten westen van het volkstuinpark de Oase

De locatie van het model is weergegeven in figuur 35 en bevindt zich langs de N200, ter hoogte van een aantal boerderijen ten westen van het volkstuinpark de Oase. De te bemalen sleuf is west-oost georiënteerd, zie figuur 32. De bodemopbouw is weergegeven in bijlage 2. De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 19.



Figuur 35 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 19 Modelopbouw en geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-2,00	variabel	ophoogzand	5	
	-2,00	-2,01	0,01	-		1
eerste	-2,01	-4,00	1,99	Hollandveen	1	
	-4,00	-5,80	1,8	klei/Hollandveen		300
twede	-5,80	-10,60	4,8	wadzand	3	
	-10,60	-11,60	1,0	klei/Basisveen		3500
derde	-11,60	-60,00	48,4	Pleistoceen zand	20	

In tabel 20 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling.

Tabel 20 Uitgangspunten modelberekening.

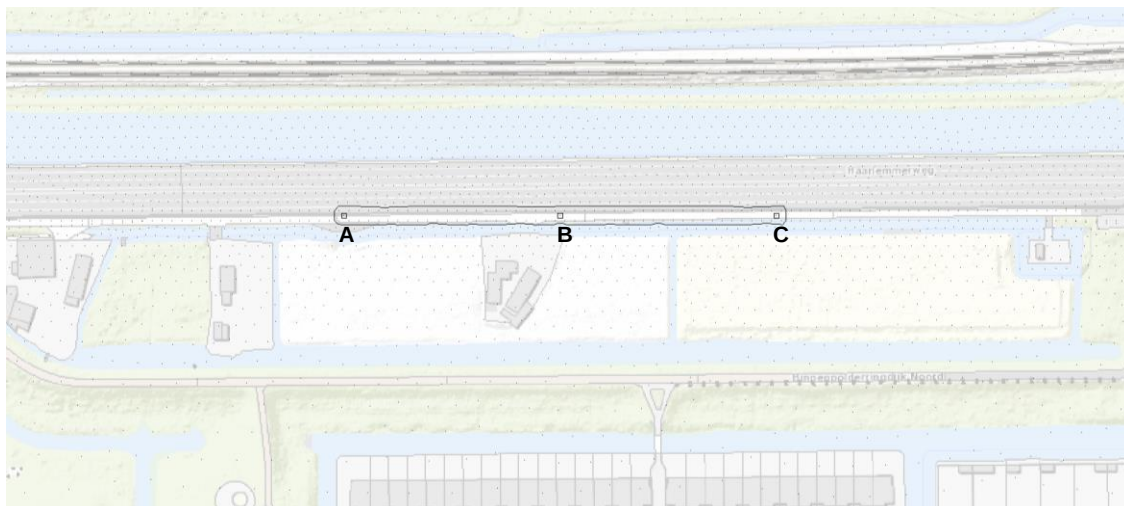
eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeilen	noordzijde	NAP -0,60 m
	zuidzijde, hoogwater-voorziening langs de N200	NAP -2,68 m
	zuidzijde, ten oosten van de Joris van den Berghweg	NAP -4,45 m
	zuidzijde, ten oosten van de Bok de Korverweg	NAP -4,25 m
	zuidzijde, ten oosten van de Cornelis Outshoornstraat	NAP -2,10 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf		maximaal NAP -0,70 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP 0,00 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -2,20 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -2,50 m
onttrek bouw sleuf		circa 100 x 4 m
bemaalingsmethode		sleufbemaling
afmeting sleufbemaling		maximaal 180 x 4 m
bemaalingsduur		7 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling

In tabel 21 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -2,50 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 368 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 7 dagen wordt in totaal 1656 m³ onttrokken. In figuur 37 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 36. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in twee fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoog debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 5 dagen dat hier gewerkt wordt.

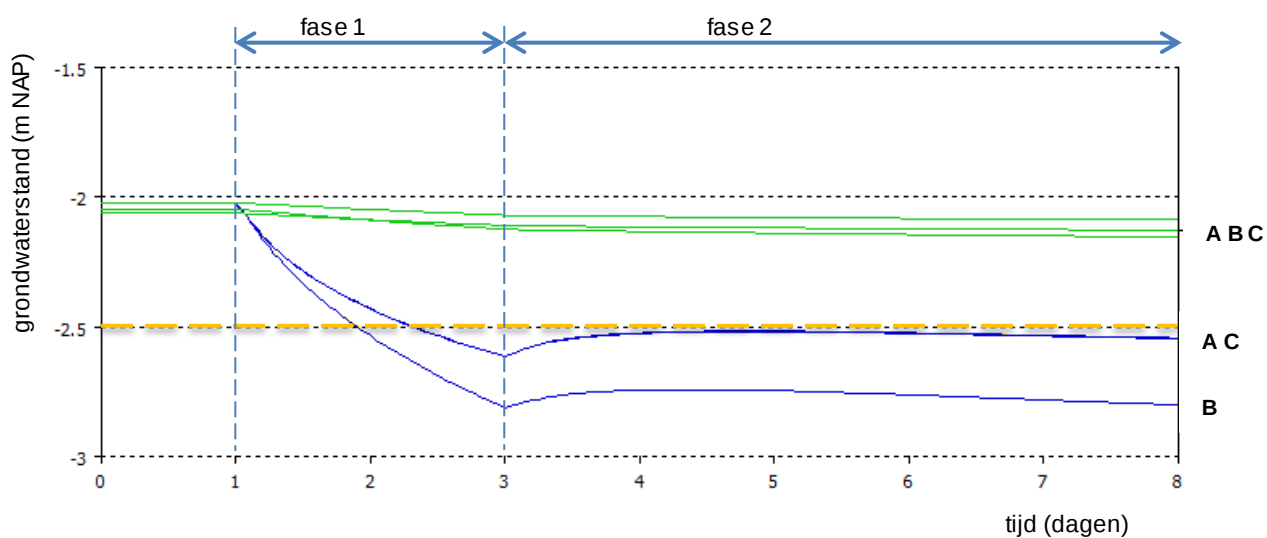
De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 38 en 39. De maximale verlaging na 7 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -2,70 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 40 m vanaf de bouwsleuf.

Tabel 21 Berekend debiet voor een bemaling van 180 m.

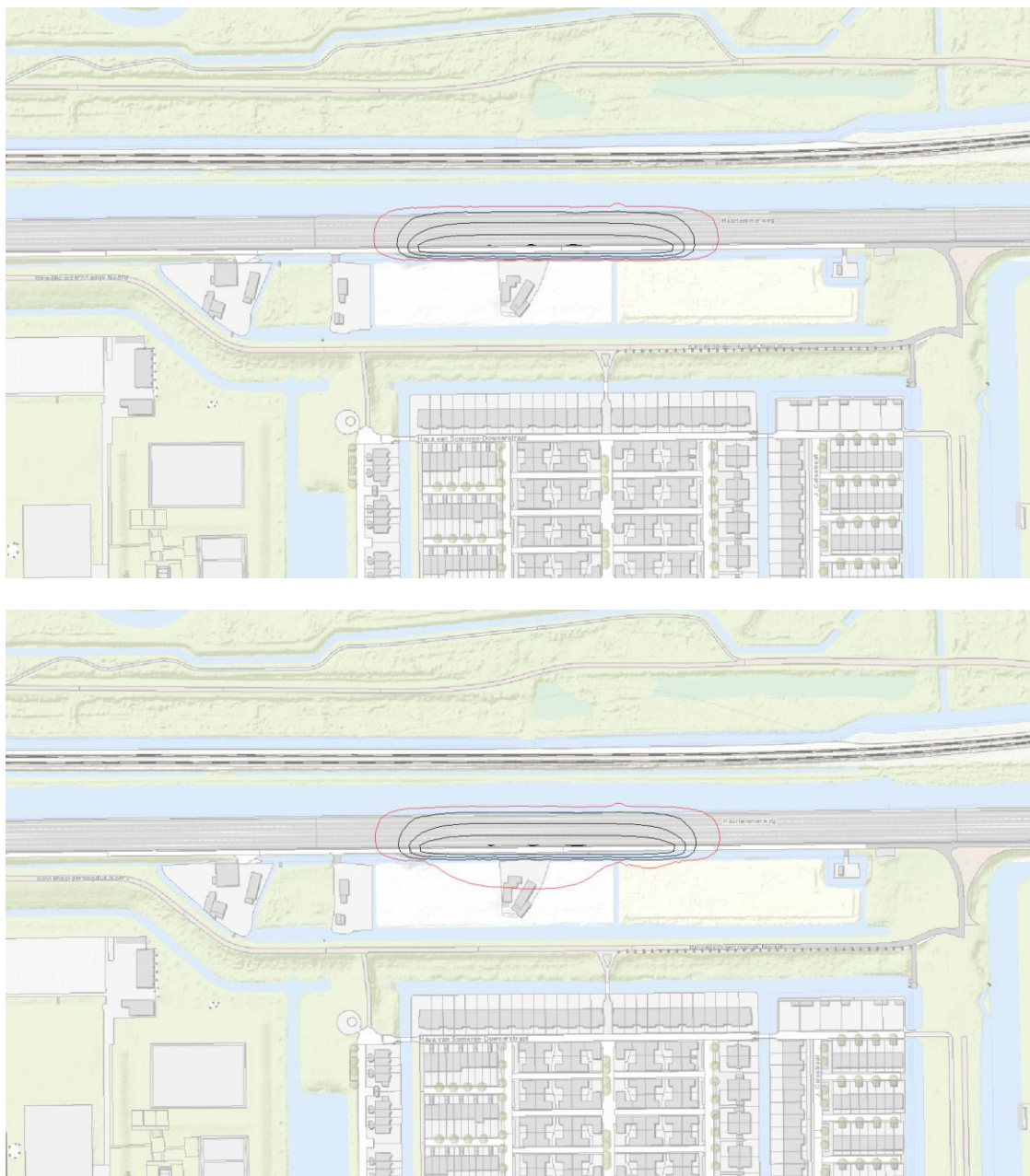
periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	15,4	368	736
dag 3-7	7,6	184	920
totaal 7 dagen			1656



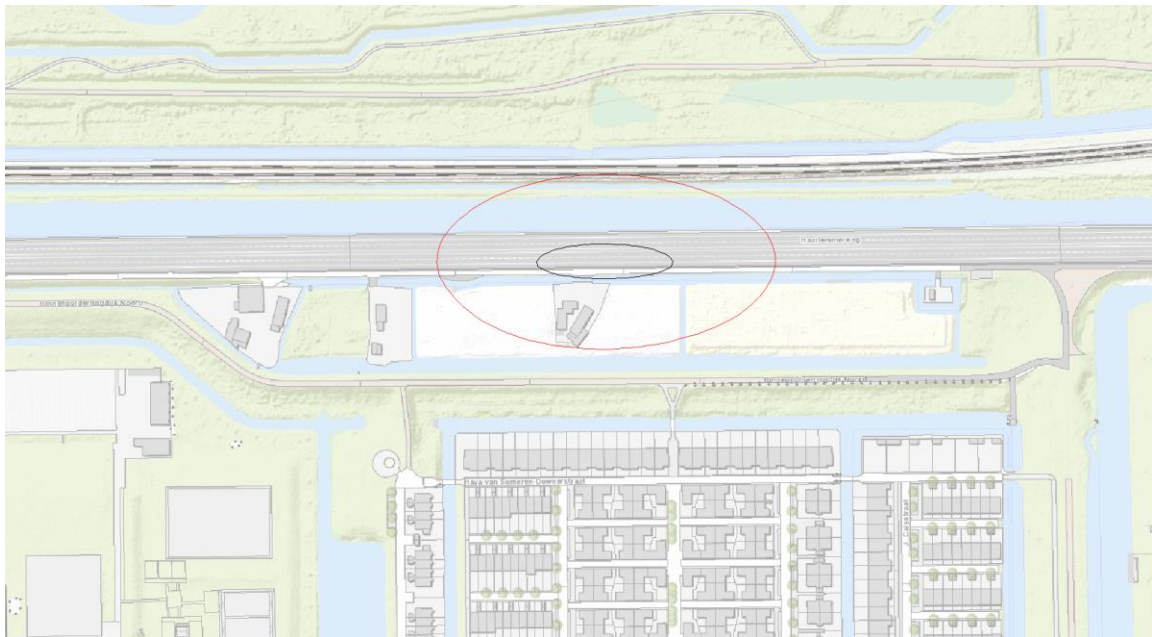
Figuur 36 Locatie A, B en C, waarvan in figuur 37 de berekende grondwaterstanden worden geplot.



Figuur 37 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte van het wadzand (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



Figuur 38 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohypsen 0,20 m verlaging weergeeft. De bovenste kaart geeft de verlaging weer van het opgebrachte zand, de onderste kaart van het Hollandveen.



Figuur 39 *Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.*

Het onttrokken water kan naar verwachting worden geloosd op de nabijgelegen sloot. Dit moet worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet. De nabijgelegen sloot maakt deel uit van een hoogwatervoorziening om de funderingen van de boerderijen en het bovenste deel van de bodem te beschermen tegen oxidatie. Als het onttrokken water niet op de nabijgelegen sloot kan worden geloosd, dan moet het peil in de sloot goed in de gaten worden gehouden. Dit peil mag namelijk niet wegzakken door de bemaling. Als het onttrokken water op de hoogwatervoorziening wordt geloosd, dan wordt dit risico omzeild.

2.8 Representatief model N200 tussen de Joris vd Berghweg en de Kimpoweg

Voor een groot deel van het tracé over de N200 zijn de uitgangspunten, zoals bijvoorbeeld de bodemopbouw, de locatie in het dijkprofiel en het streefpeil van zowel de sloot in de polder als de Haarlemmervaart, vergelijkbaar. Daarom is ervoor gekozen om één representatief model te maken, dat kan worden gebruikt voor het grootste deel van het tracé. Voor het modelleren is aangenomen dat de werkzaamheden een totale lengte van 4050 m overbruggen. Voor de werkzaamheden worden telkens delen van 180 m per keer bemalen, waarbij de sleuf elke week 100 m wordt opgeschoven. In deze paragraaf wordt één sleuf van 180 m doorgerekend. In de conclusie worden deze resultaten geëxtrapoleerd naar de totale lengte van 4050 m.

De locatie van het model is weergegeven in figuur 26 en is gekozen aan de westzijde van het tracé. De te bemalen sleuf is west - oost georiënteerd, zie figuur 41. De bodemopbouw is weergegeven in bijlage 2. De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 22. Voor het model is gekozen voor de meest zandige bodemopbouw. Dit is de situatie waarin naar verwachting het meest moet worden bemalen, dus dit is de relatief ongunstigste situatie. In bijlage 5 is een dwarsprofiel opgenomen van het verbreden van de Haarlemmerweg in de jaren 50. De tekening is afkomstig uit het archief van de provincie Noord-Holland. Zowel aan de kant van de vaart als aan de kant van de polder lijkt klei te zijn gebruikt. De nieuwe leiding komt in het zandcunet tussen de kleikisten. Als dit profiel over de gehele lengte van de weg is aangebracht, dan zal er naar verwachting veel minder te hoeven worden bemalen dan met de huidig gekozen schematisatie. Uit voorzorg wordt toch uitgegaan van het profiel zoals in bijlage 2 is opgenomen.



Figuur 40 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 22 Modelopbouwen geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-3,60	variabel	ophoogzand	5	
	-3,60	-5,30	1,7	klei/Hollandveen		300
eerste	-5,30	-10,60	5,3	wadzand	3	
	-10,60	-11,60	1,0	klei/Basisveen		3500
twede	-11,60	-60,00	48,4	Pleistoceen zand	20	

In tabel 23 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling.

Tabel 23 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	noordzijde	NAP -0,60 m
	zuidzijde	NAP -2,10 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf		maximaal NAP -0,70 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP 0,00 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -2,20 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -2,50 m
omtrek bouw sleuf		circa 4050 x 4 m
bemaalingsmethode		sleufbemaling
afmeting sleufbemaling		maximaal 180 x 4 m per keer
bemaalingsduur		7 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling

In tabel 24 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -2,50 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 368 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 7 dagen wordt in totaal 1656 m³ onttrokken.

In figuur 42 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 41. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in drie fasen, zie tabel 24. Tijdens de eerste fase wordt er in de sleuf zelf nog niet gepompt, maar wordt de grondwaterstand al wel beïnvloed door de voorgaande bemaling. Hierdoor zakt de grondwaterstand aan de westzijde van de locatie, zie punt A in figuur 41, al met ongeveer een meter. In de tweede fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt begonnen met een hoog debiet in de sleuf zelf te bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend voor heel de sleuf de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in de derde fase met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 5 dagen dat hier gewerkt wordt (waarschijnlijk doordeweekse dagen). Op vrijdagmiddag kan de bemaling van het volgende te bemalen stuk aangezet worden, zodat hier op maandag in den droge gewerkt kan worden. De sleufbemaling van 180 m wordt steeds 100 m verplaatst, tot de totale afstand van 4050 m is overbrugd.

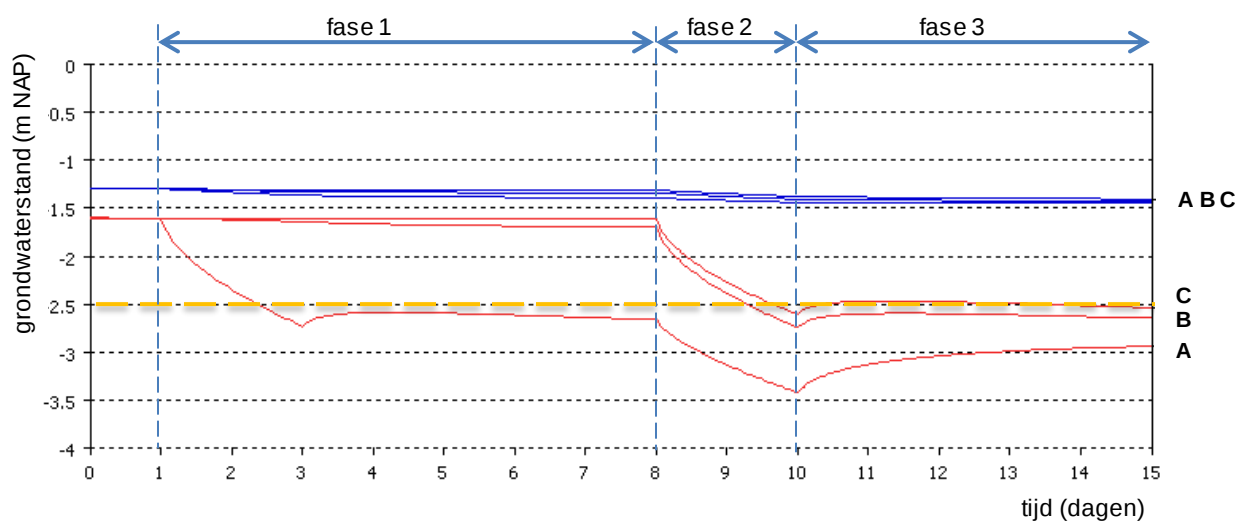
De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 43 en 44. De verlaging van 0,05 m in het freatische pakket heeft een reikwijdte van maximaal 150 m vanaf de bouwsleuf, maar blijft beperkt tot de Haarlemmerweg en de zuidelijk gelegen sloot.

Tabel 24 Berekend debiet voor een bemaling van 180 m.

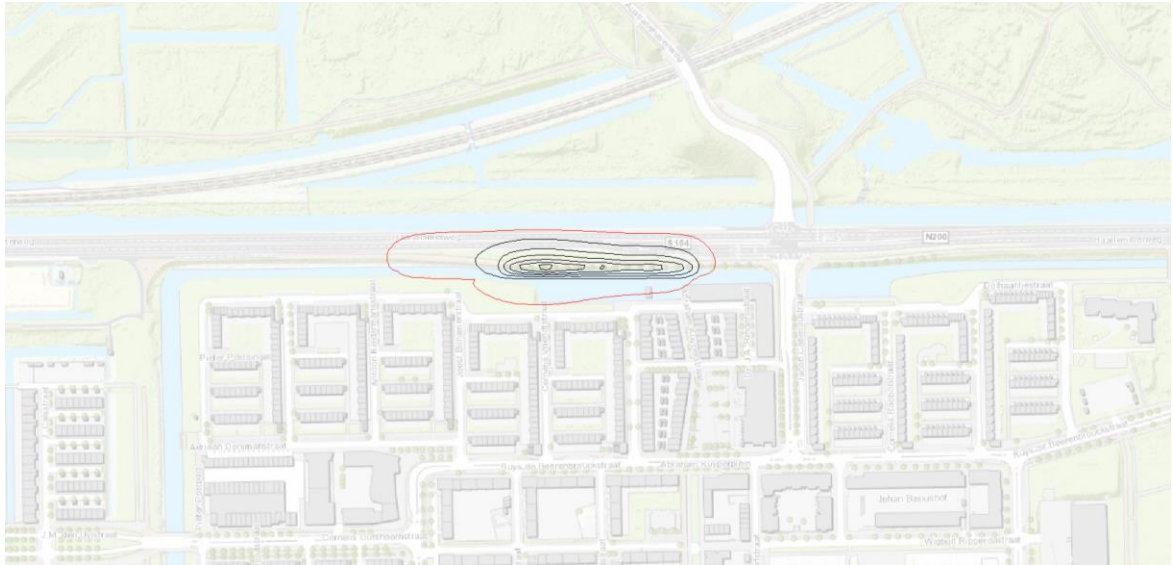
fase	periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
1	7 dagen ervoor, waarin de sleuf ten w esten van deze sleuf wordt bemalen			
2	dag 1-2	15,3	368	736
3	dag 3-7	7,7	184	920
	Totaal 7 dagen			1656



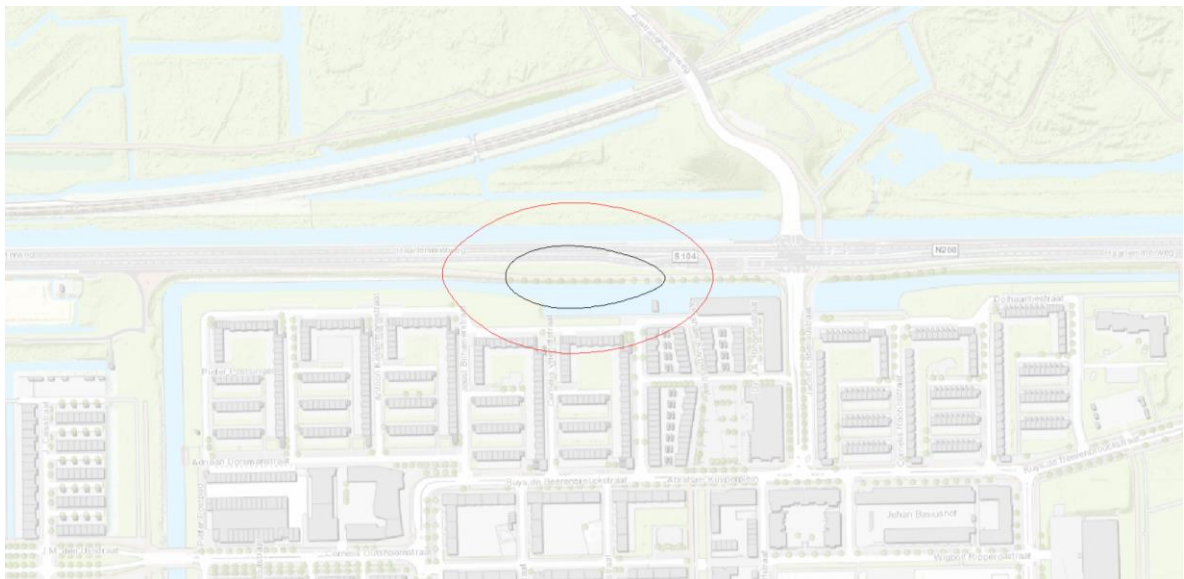
Figuur 41 Locatie A, B en C, waarvan in figuur 42 de berekende grondwaterstanden worden geplot.



Figuur 42 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (rood) en de stijghoogte van het wadzand (blauw) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



Figuur 43 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohyps worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft.

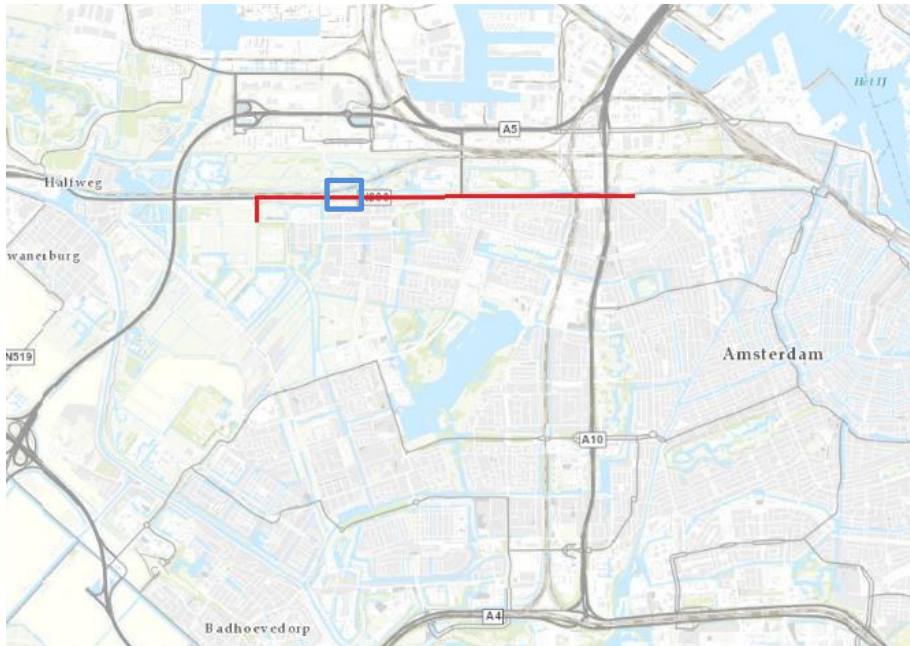


Figuur 44 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohyps worden in stapjes van 0,05 m getekend.

Het onttrokken water kan naar verwachting worden geloosd op de nabijgelegen sloot aan de zuidkant van het tracé, maar moet dan wel worden belucht. Dit moet worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

2.9 Ten westen van de Australiëhavenweg

De locatie van het model is weergegeven in figuur 45 en bevindt zich op de N200 ter hoogte van de Australiëhavenweg. Hier bevindt zich een zogenaamde T3 spot, waarvoor sanering nodig is (Waternet, 2017). Het te bemalen gebied is west - oost georiënteerd, zie figuur 46. De bodemopbouw is weergegeven in bijlage 2. De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 25.



Figuur 45 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 25 Modelopbouw en geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-3,60	variabel	ophoogzand	5	
	-3,60	-5,30	1,7	klei/Hollandveen		300
eerste	-5,30	-10,60	5,3	wadzand	3	
	-10,60	-11,60	1,0	klei/Basisveen		3500
twede	-11,60	-60,00	48,4	Pleistoceen zand	20	

In tabel 26 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling.

Tabel 26 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	noordzijde	NAP -0,60 m
	zuidzijde	NAP -2,10 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf		maximaal NAP -0,70 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP 0,00 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -2,80 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -3,10 m
omtrek bouw sleuf		circa 55 x 4 m
bemaalingsmethode		sleufbemaling
afmeting sleufbemaling		maximaal 90 x 4 m
bemaalingsduur		28 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling

In tabel 27 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -3,10 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 400 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 28 dagen wordt in totaal 5480 m³ onttrokken. In figuur 47 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 46. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in twee fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoog debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 26 dagen dat hier gewerkt wordt.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 48 en 49. De maximale verlaging na 28 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -3,40 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 60 m vanaf de bouw-sleuf.

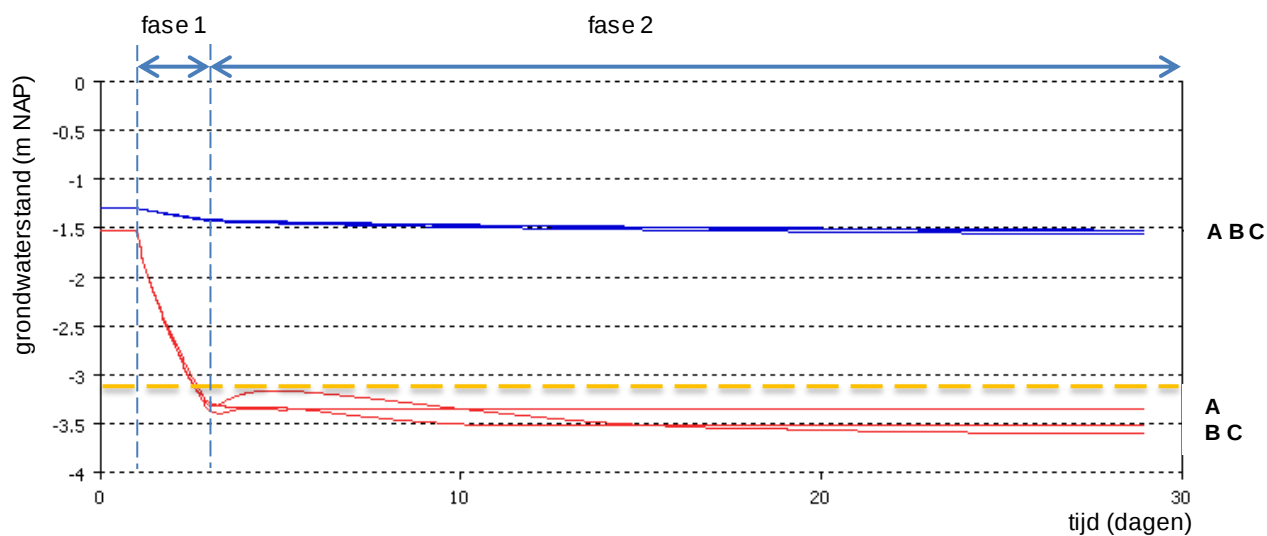
Het onttrokken water kan naar verwachting niet worden geloosd op de nabijgelegen sloot of Haarlemmervaart, omdat het water waarschijnlijk vervuild is. Op basis van eerder uitgevoerd onderzoek (Waternet, 2017) moet dit worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

Tabel 27 Berekend debiet voor een bemaling van 90 m.

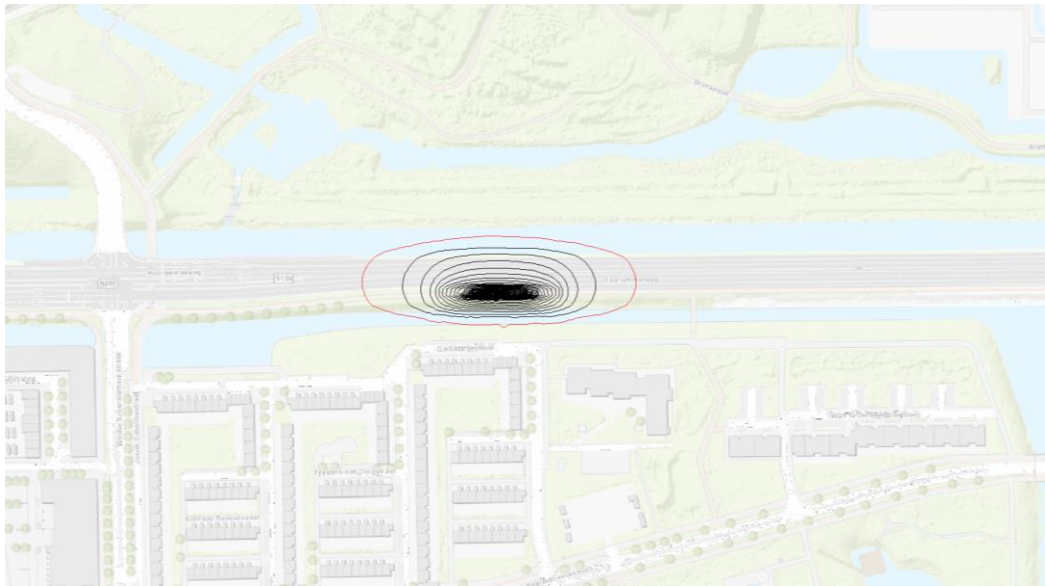
periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	16,7	400	800
dag 3-28	7,5	180	4680
totaal 28 dagen			5480



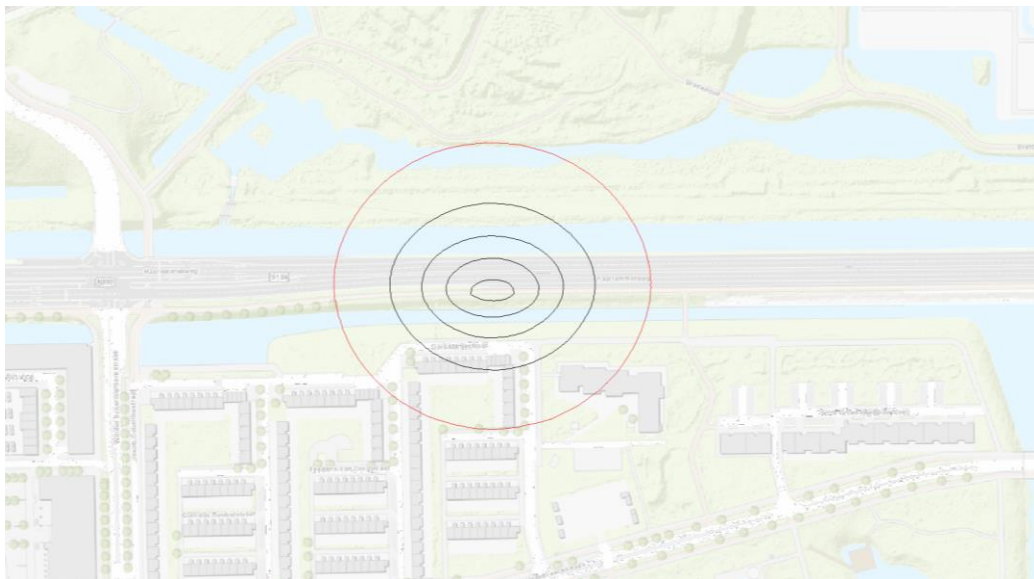
Figuur 46 Locatie A, B en C, waarvan in figuur 47 de berekende grondwaterstanden worden geplot.



Figuur 47 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (rood) en de stijghoogte in het wadzand (blauw) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



Figuur 48 *Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 28 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohyps worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft.*



Figuur 49 *Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 28 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohyps worden in stapjes van 0,05 m getekend.*

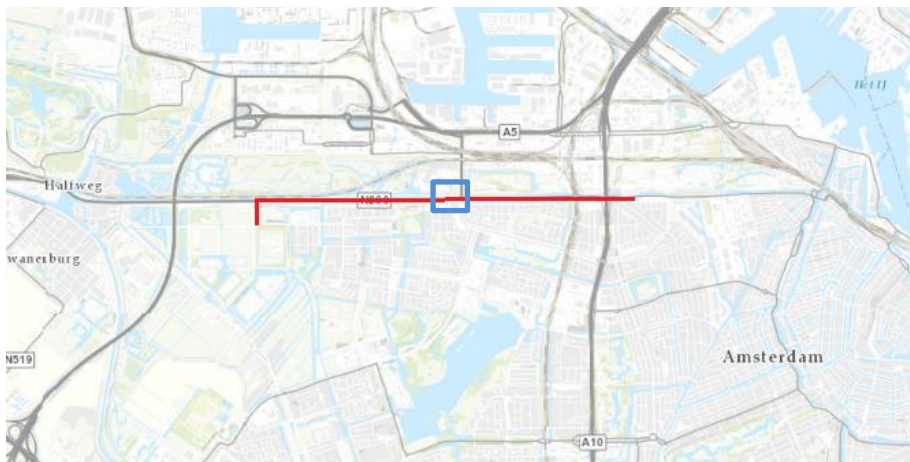
2.10 Molen de 1200 Roe

De locatie van het model is weergegeven in figuur 50 en bevindt zich langs de N200, iets ten westen van de Burgemeester de Vlugtlaan. Hier staat een oude poldermolen, die in het verleden de polder droog hield. De te bemalen sleuf is west - oost georiënteerd, zie figuur 51. De bodemopbouw is weergegeven in bijlage 2. De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 28.

Het is onbekend hoe de fundering van de molen is opgebouwd, of er bijvoorbeeld houten palen zijn gebruikt en op welke diepte de eventueel aanwezige houten palen zich bevinden. Er wordt bouwkundig onderzoek naar de fundering van de molen uitgevoerd, de resultaten hiervan worden half juli 2018 verwacht. In relatie tot de bemalingsberekeningen en de doorlooptijd voor de vergunning komen deze resultaten te laat. Om toch door te kunnen met de bemalingsberekeningen wordt in deze paragraaf een uitgebreide verkenning uitgevoerd van mogelijke maatregelen om ter hoogte van de molen de grondwaterstand niet meer dan 0,05 m te verlagen. Vanwege natuurlijke fluctuaties in het grondwater wordt in het algemeen aangenomen dat met deze maximale waarde de grondwaterstandsverlaging dusdanig beperkt blijft dat funderingen niet negatief worden beïnvloed. Er zijn berekeningen gemaakt voor een bemaling:

- zonder sleufbekisting (de gewone methode),
- met sleufbekisting,
- met sleufbekisting en 50 cm peilopzet in de sloot,
- met sleufbekisting en retourbemaling,
- met infiltratie onder de molen,
- met een damwand in de freatische laag tussen de sleuf en de molen,
- idem, maar dan met een retourbemaling.

Aan het einde van deze paragraaf volgt een synthese waarin op basis van de resultaten een eerste advies wordt gegeven. Op basis van de resultaten van het bouwkundig onderzoek kan later besloten worden voor welke variant wordt gekozen.



Figuur 50 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

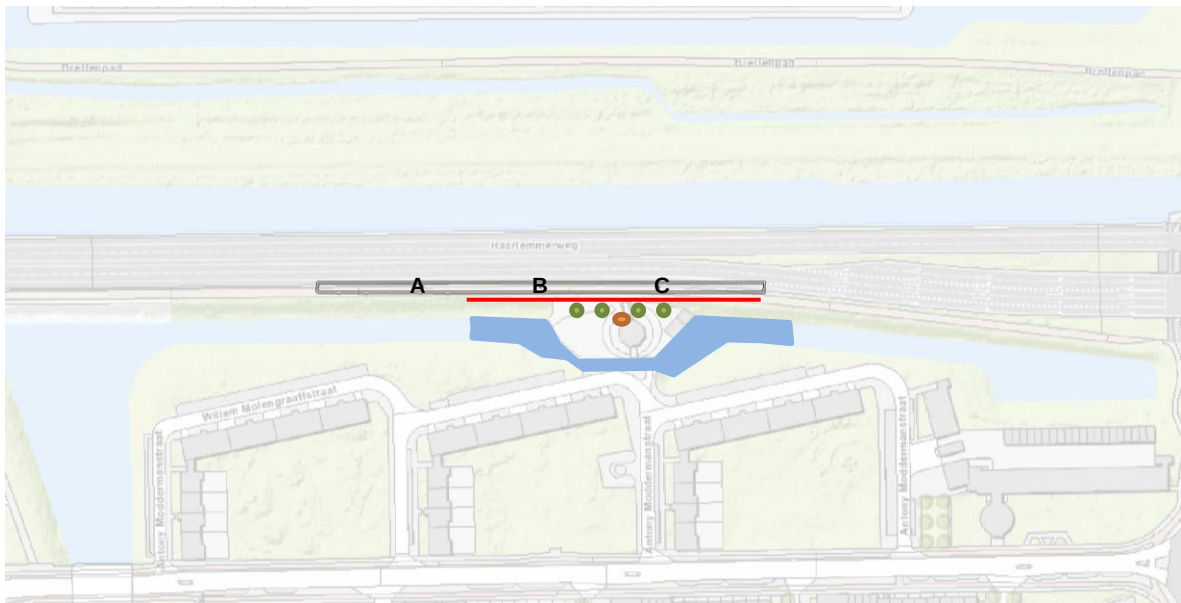
Tabel 28 Modelopbouw en geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-2,0	variabel	ophoogzand	5	
	-2,0	-2,01	0,01			1
	-2,01	-5,0	2,99	Hollandveen	1	
	-5,0	-6,5	1,5	klei		300
eerste	-6,5	-10	3,5	wadzand	3	
	-10	-12	2	klei/Basisveen		3500
twede	-12	-60,0	45,7	Pleistoecen zand	20	

In tabel 29 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling. Figuur 51 toont de onderdelen van de schematisering.

Tabel 29 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	noordzijde	NAP -0,60 m
	zuidzijde	NAP -2,10 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouw sleuf		maximaal NAP -0,70 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP 0,00 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -2,20 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -2,50 m
omtrek bouw sleuf		circa 100 x 4 m
bemalingsmethode		sleufbemaling: - zonder sleufbekisting - met sleufbekisting - met sleufbekisting en 50 cm peilopzet - met sleufbekisting en retourbemaling - met infiltratie onder de molen - met damwand in freatische laag - idem, maar met retourbemaling
afmeting sleufbemaling		maximaal 180 x 4 m per keer
bemalingsduur		7 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling



Figuur 51 Locatie A, B en C, waarvan de berekende grondwaterstanden worden geplot. De rode lijn geeft de damwand van 120 m weer, de groene cirkels de retourputten en de oranje cirkel de locatie waar de verlaging bij de molen wordt berekend. In het blauwe vlak wordt het peil in de sloot tijdelijk opgezet.

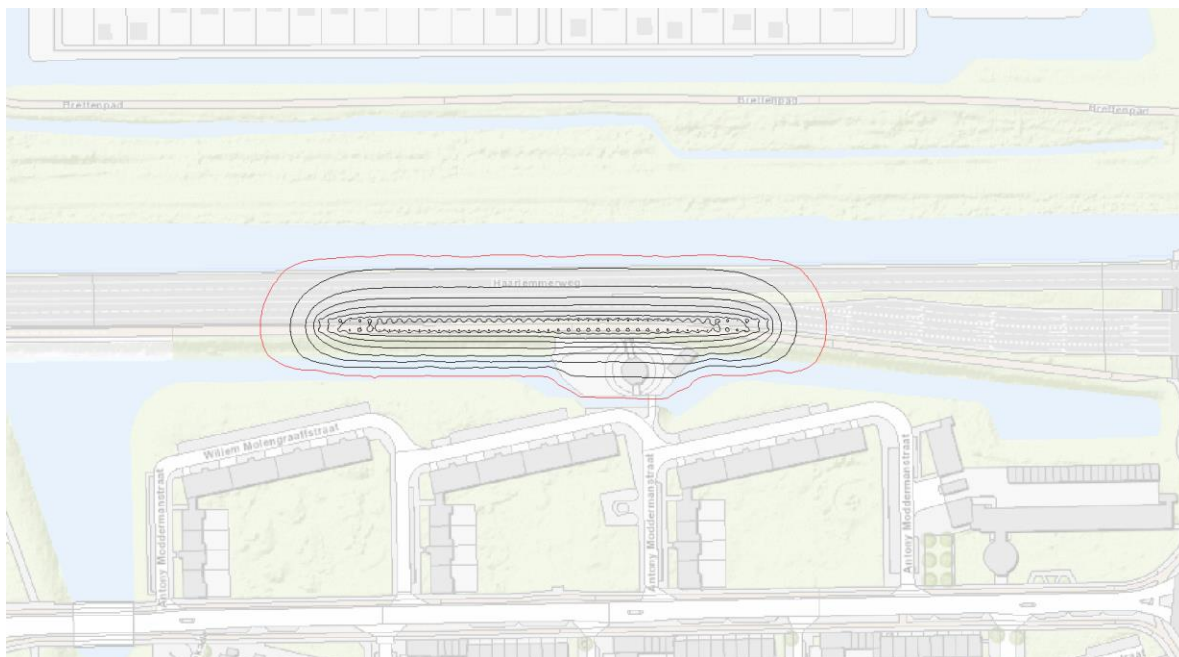
2.10.1 Zonder sleufbekisting

In tabel 30 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken wanneer er een standaard sleufbemaling wordt toegepast. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -2,50 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 920 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 7 dagen wordt in totaal 3680 m³ onttrokken.

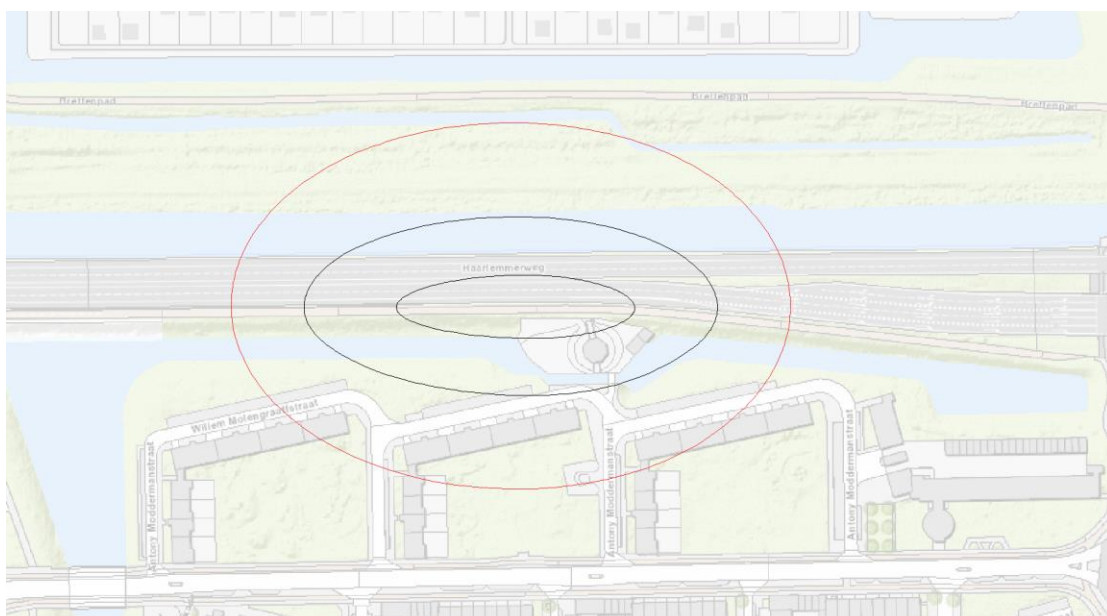
Tabel 30 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 180 m.

periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	38,3	920	1840
dag 3-7	15,3	368	1840
totaal 7 dagen			3680

In figuur 51 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 51. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in twee fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoog debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 5 dagen dat hier gewerkt wordt.



Figuur 53b Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket (Hol-landveen) na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlagingsslijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft.



Figuur 54 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlagingsslijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 53 en 54. De maximale verlaging na 7 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -3,05 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 40 m vanaf de bouwsleuf. Ook onder de molen wordt de grondwaterstand meer dan 0,05 m verlaagd.

2.10.2 Met sleufbekisting

In tabel 31 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken wanneer een sleufbekisting wordt toegepast. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -2,50 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 736 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 7 dagen wordt in totaal 3312 m³ onttrokken.

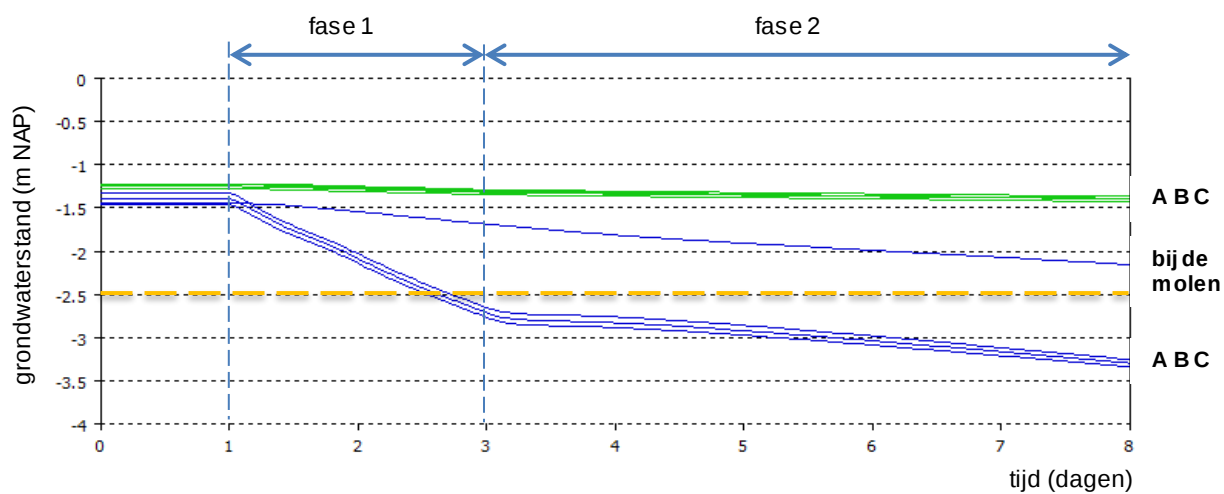
Tabel 25 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 180 m.

periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	30,6	736	1472
dag 3-7	15,4	368	1840
totaal 7 dagen			3312

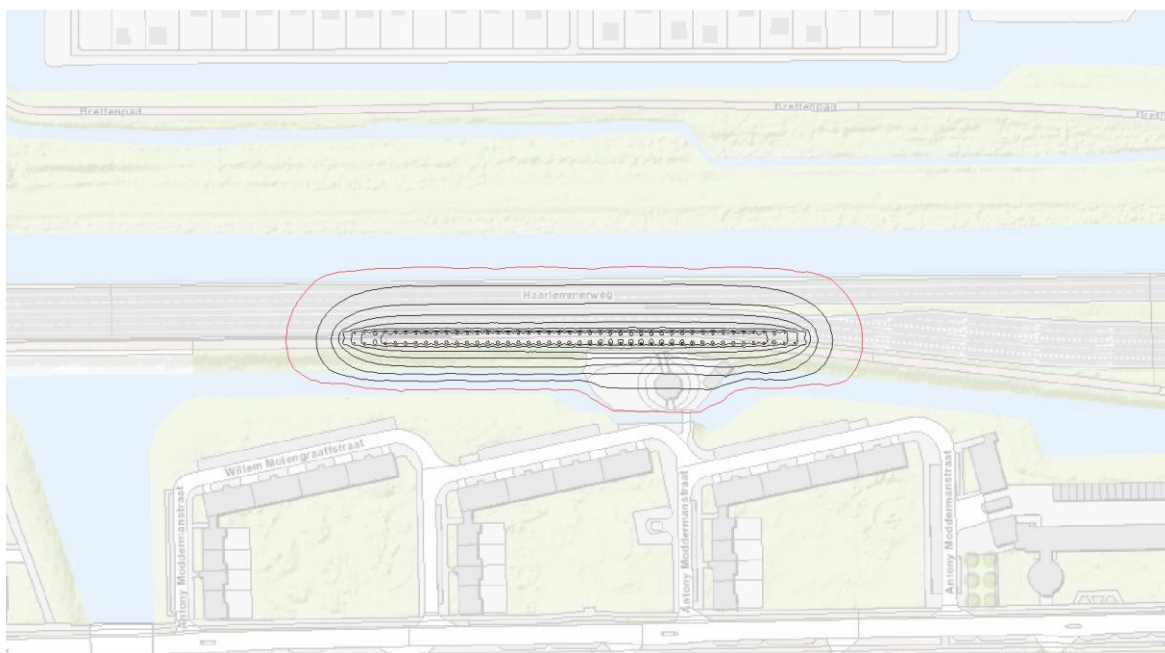
In figuur 55 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 51. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in twee fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoog debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 5 dagen dat hier gewerkt wordt.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 56 en 57. De maximale verlaging na 7 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -3,00 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 40 m vanaf de bouwsleuf. Ook onder de molen wordt de grondwaterstand meer dan 0,05 m verlaagd.

Het effect van de sleufbekisting hangt overigens af van de wijze van aanbrengen. Als de locatie van de sleuf eerst wordt drooggepompt, de sleuf wordt gegraven en dan pas de sleufbekisting erin wordt gezet, dan maakt het waarschijnlijk weinig uit ten opzichte van de methode zonder sleufbekisting. De sleufbekisting heeft pas zin, en zo is het hier ook doorgerekend, als de bekisting vóór het pompen wordt ingebracht.



Figuur 55 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte in het wadzand (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



Figuur 56a Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket (ophoogzand) na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohypsen 0,20 m verlaging weergeeft.

Figuur 56b Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket (Hollandveen) na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlagingsslijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft.

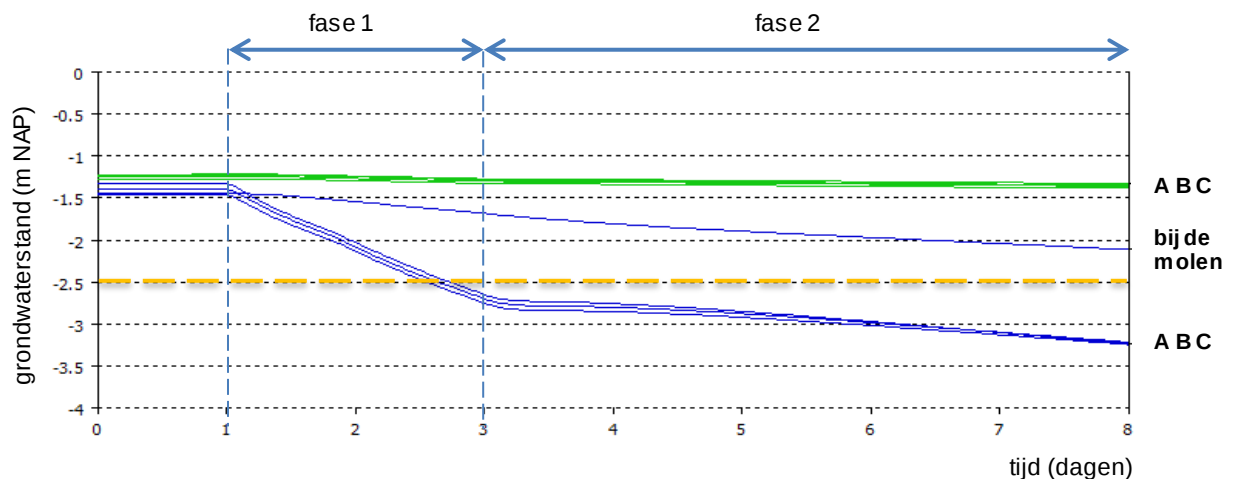
Figuur 57 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlagingsslijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.

2.10.3 Met sleufbekisting en 50 cm peilopzet in de sloot

In tabel 32 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken wanneer een sleufbekisting wordt toegepast, in combinatie met een plaatselijke peilopzet van 50 cm (tot NAP -1,60 m) in de sloot ten zuiden van de molen. Figuur 51 toont welk deel van de sloot wordt afgedamd en opgezet. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -2,50 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 736 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 7 dagen wordt in totaal 3312 m³ onttrokken. Dit is gelijk aan de vorige variant. Het peil in de sloot heeft vanwege de lage ligging weinig invloed op de bemaling van de sleuf.

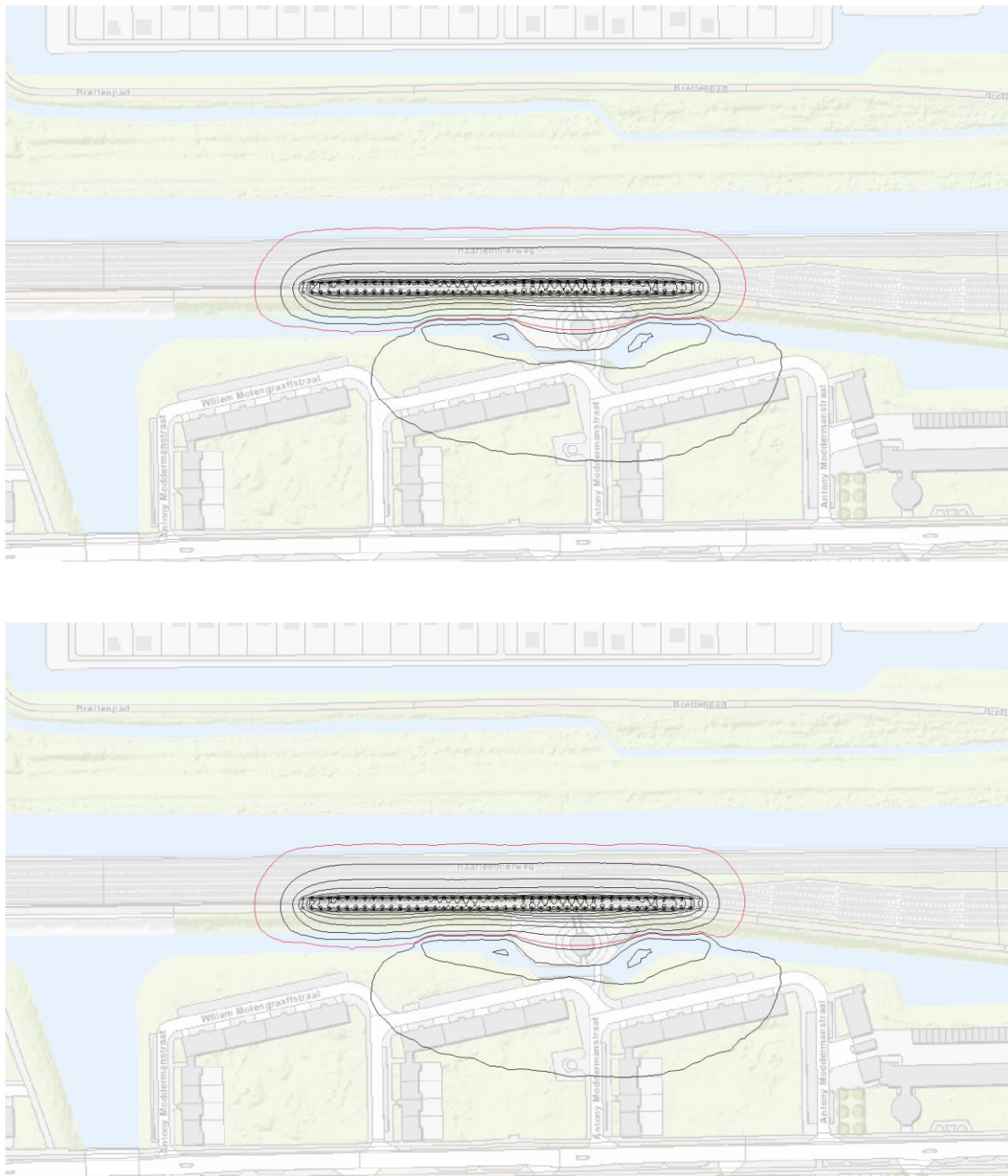
Tabel 32 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 180 m.

periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	30,7	736	1472
dag 3-7	15,3	368	1840
totaal 7 dagen			3312

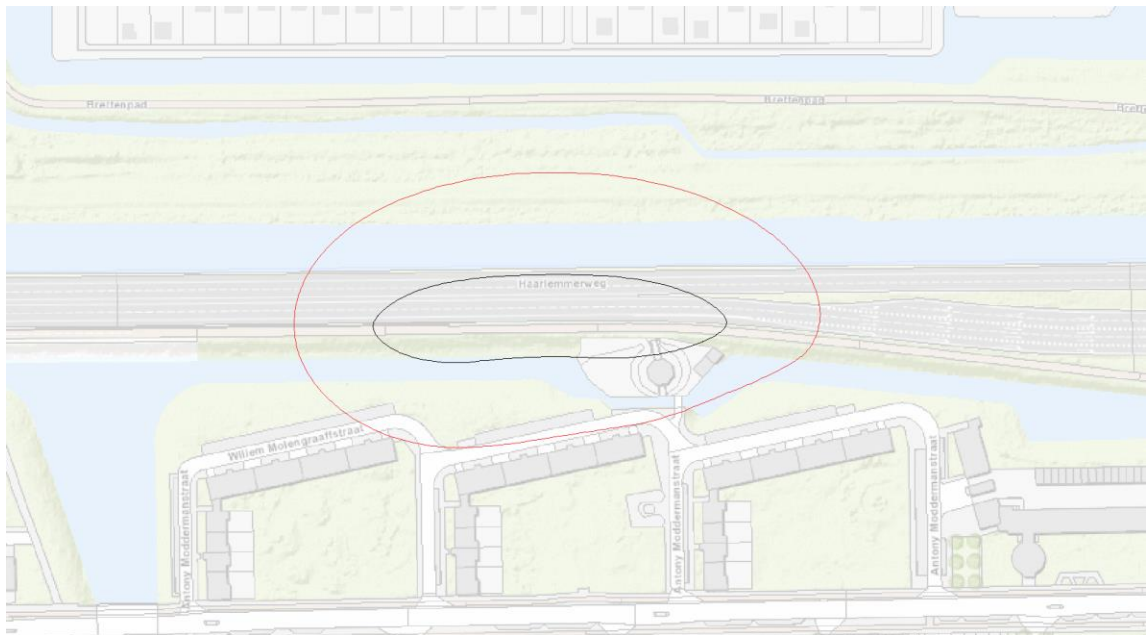


Figuur 58 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte in het wadzand (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.

In figuur 58 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 51. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in twee fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoog debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 5 dagen dat hier gewerkt wordt.



Figuur 59 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft. De bovenste kaart geeft de verlaging weer van het opgebrachte zand, de onderste kaart van het Hollandveen.



Figuur 60 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlagingsslijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 59 en 60. De maximale verlaging na 7 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -3,05 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 40 m vanaf de bouwsleuf. Ook onder de molen wordt de grondwaterstand meer dan 0,05 m verlaagd. Deze verlaging is slechts een paar centimeter minder dan bij de varianten zonder peilopzet in de sloot.

Vanwege het geringe voordeel ligt het niet voor de hand, maar als voor deze variant gaat worden gekozen, dan moet met de afdelingen Vergunningen en Watersysteem van Waternet worden afgestemd of deze sloot tijdelijk rondom de molen kan worden afgedamd en het peil kan worden opgezet. Dit lijkt voor de molen een veilige in greep, maar er moet nog nader worden onderzocht wat het voor effect heeft op het watersysteem.

2.10.4 Met sleufbekisting en retourbemaling

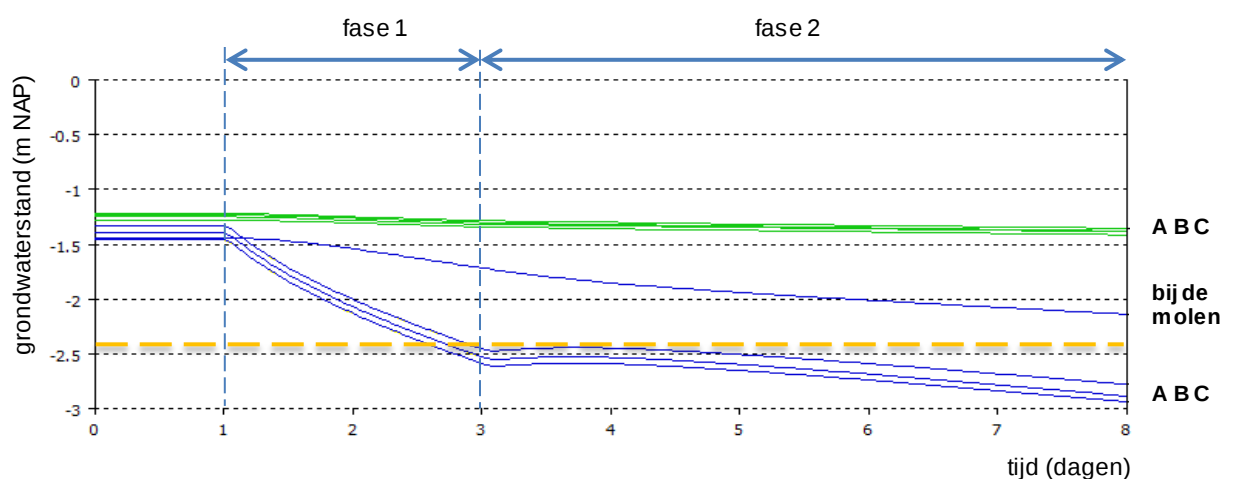
In tabel 33 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken wanneer een sleufbekisting wordt toegepast, in combinatie met een retourbemaling naast de molen. Figuur 51 toont waar de vier retourbronnen worden geplaatst.

Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -2,50 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 736 m³/dag, waarvan 8 m³/dag wordt geretourneerd. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 7 dagen wordt in totaal netto 3256 m³ onttrokken.

Tabel 26 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 180 m.

periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	30,6	736	1472
dag 3-7	15,4	368	1840
retourbemaling dag 1-7	-0,3	-8	-56
totaal 7 dagen			3256

In figuur 61 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op verschillende locaties in het model, zie figuur 51. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in twee fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoog debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 5 dagen dat hier gewerkt wordt.

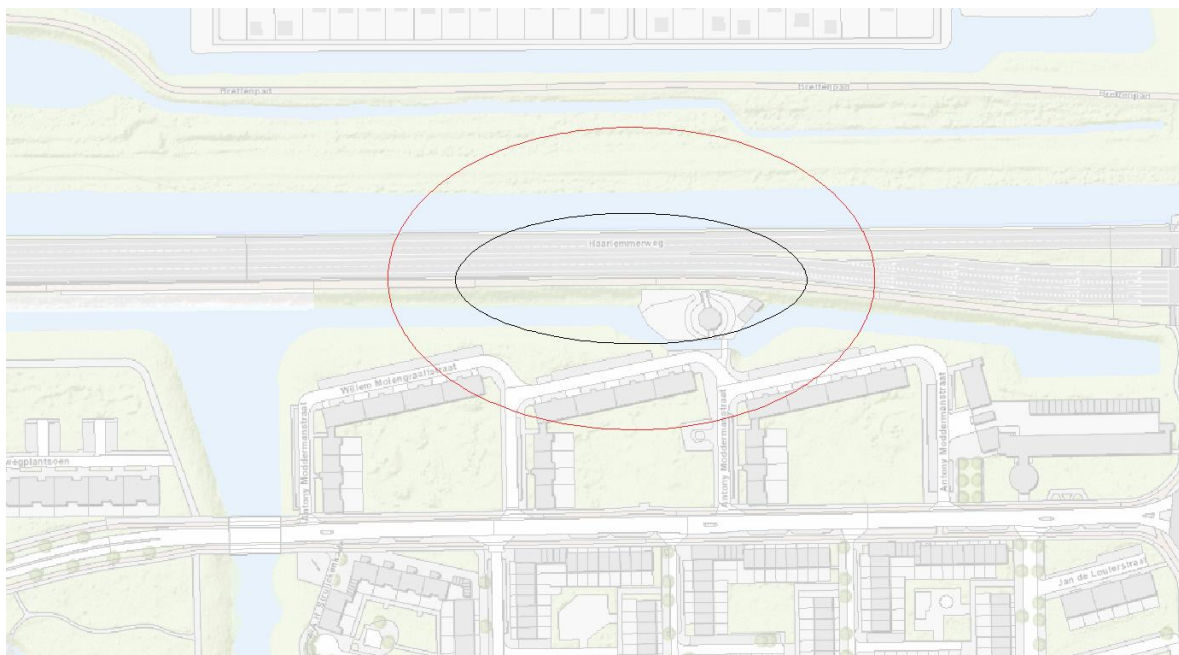


Figuur 61 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte in het wadzand (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



Figuur 62 *Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlagingsslijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft. De bovenste kaart geeft de verlaging weer van het opgebrachte zand, de onderste kaart van het Hollandveen.*

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 62 en 63. De maximale verlaging na 7 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -3,00 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 40 m vanaf de sleuf. Ook onder de molen wordt de grondwaterstand meer dan 0,05 m verlaagd. Deze verlaging is slechts een paar centimeter minder dan bij de varianten zonder retourbemalen.



Figuur 63 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.

2.10.5 Met infiltratie onder de molen

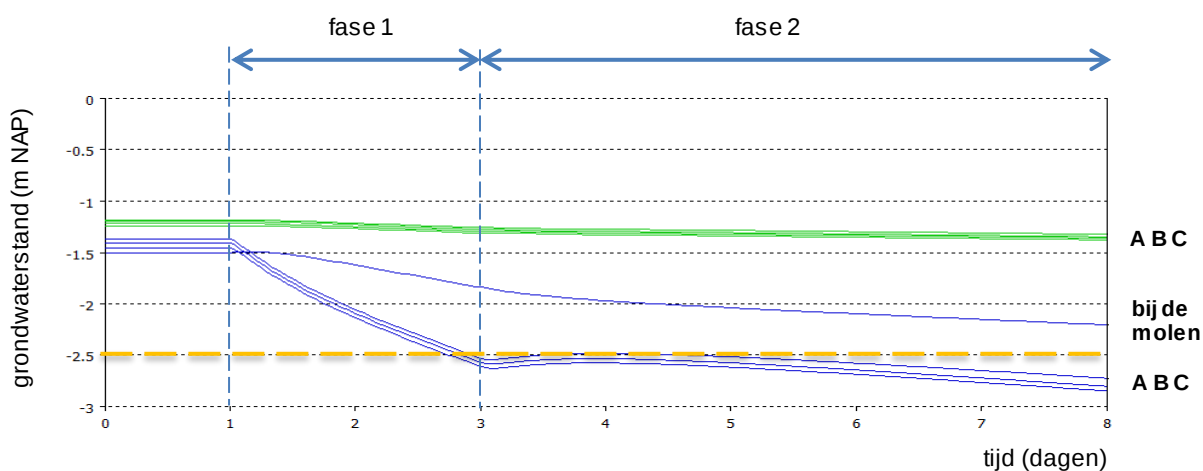
In tabel 34 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken wanneer water onder de molen wordt geïnfiltrerd. Hiervoor wordt de ruimte onder de molen, waar vroeger het water door de vijzel werd opgemalen, onder water gezet. Er wordt vanuit gegaan dat er 20 cm/d water kan infiltreren. Of deze hoeveelheid gehaald kan worden is zeer onzeker.

Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand in de bouwsleufte verlagen tot NAP -2,50 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) is in dit scenario hoger dan bij de andere maatregelen en bedraagt maximaal 883 m³/dag, waarvan 7,5 m³/d wordt geïnfiltrerd. Gedurende de gehele bemaling wordt in totaal 3606 m³ onttrokken, waarvan 53 m³ wordt geïnfiltrerd.

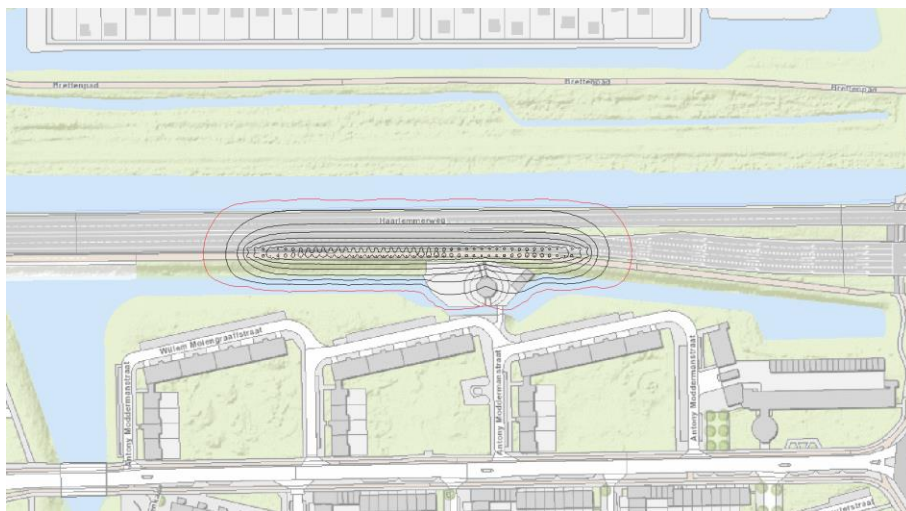
Tabel 34 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 180 m.

periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	36,8	883	1766
dag 3-7	15,3	368	1840
infiltratie dag 1-7	-0,3	-7,5	-53
totaal 7 dagen			3553

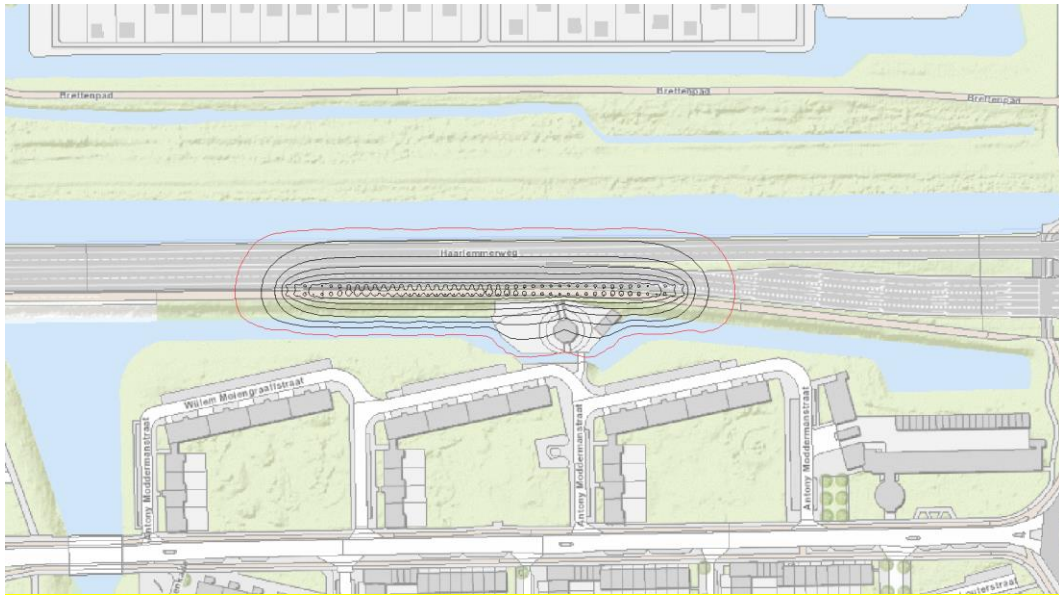
In figuur 64 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 51. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in twee fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen wordt met een hoog debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 5 dagen dat hier gewerkt wordt.



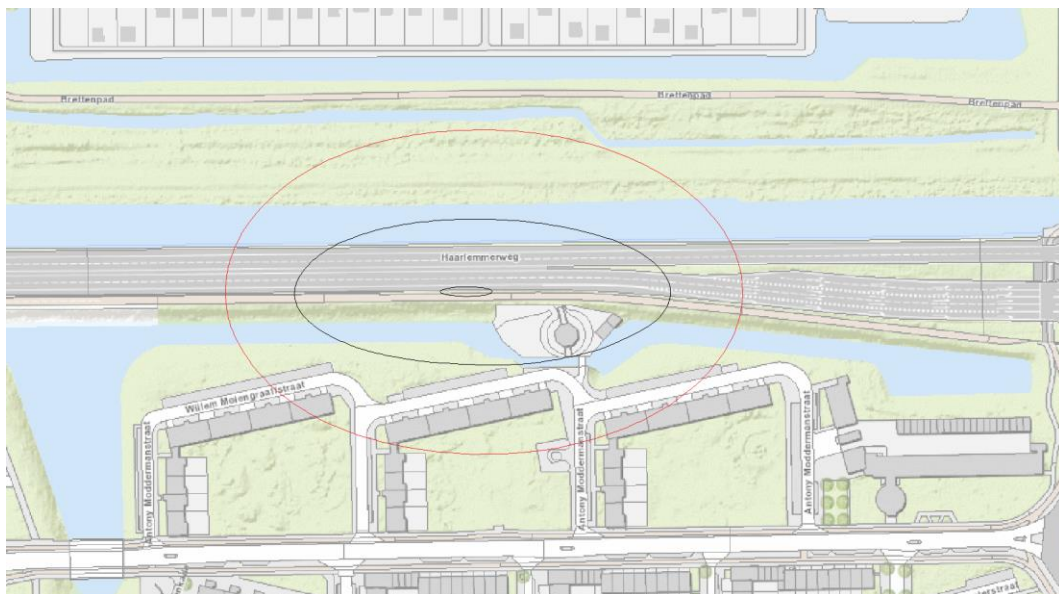
Figuur 64 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte in het wadzand (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



Figuur 65a Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket (op-hoogzand) na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlagingsslijn aan, de isohyps worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft.



Figuur 65b *Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket (Hollandveen) na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft.*



Figuur 66 *Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.*

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 65 en 66. De maximale verlaging na 7 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -3,05 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 40 m vanaf de bouwsleuf. Ook onder de molen wordt de grondwaterstand meer dan 0,05 m verlaagd. Hoewel er relatief veel water per oppervlak wordt geïnfiltreerd, heeft dit nau-

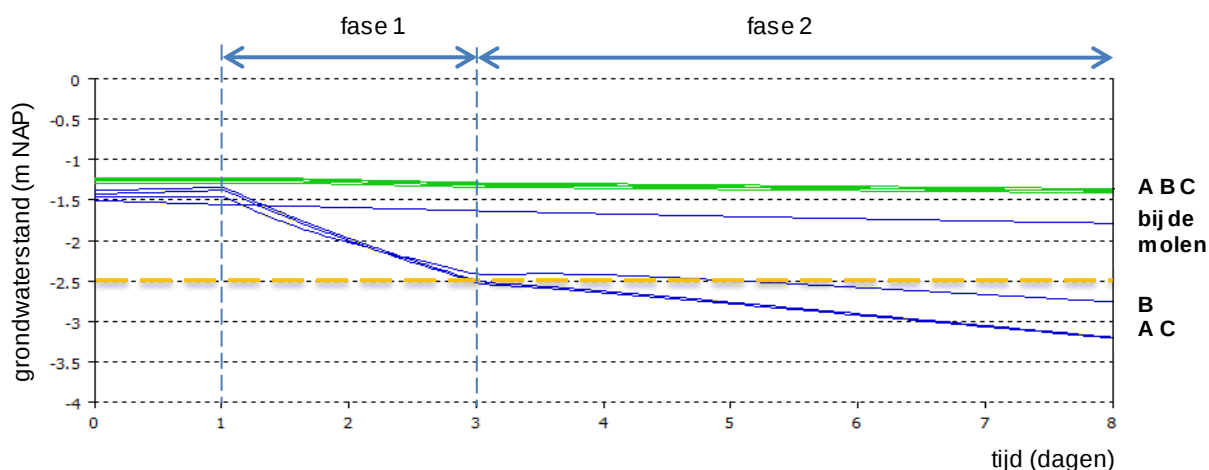
welijks effect. Het ligt niet voor de hand, maar als er voor gekozen wordt om te infiltreren, dan moet eerst de infiltratiecapaciteit onder de molen worden getest. Ook moet voor deze variant de ingebouwde kelderruimte worden gesloopt. Hier kan niet door Waternet over worden beslist, maar zal aan de gemeente Amsterdam, als eigenaar van de molen, en aan de bewoner moeten worden voorgelegd.

2.10.6 Met damwand in freatische laag

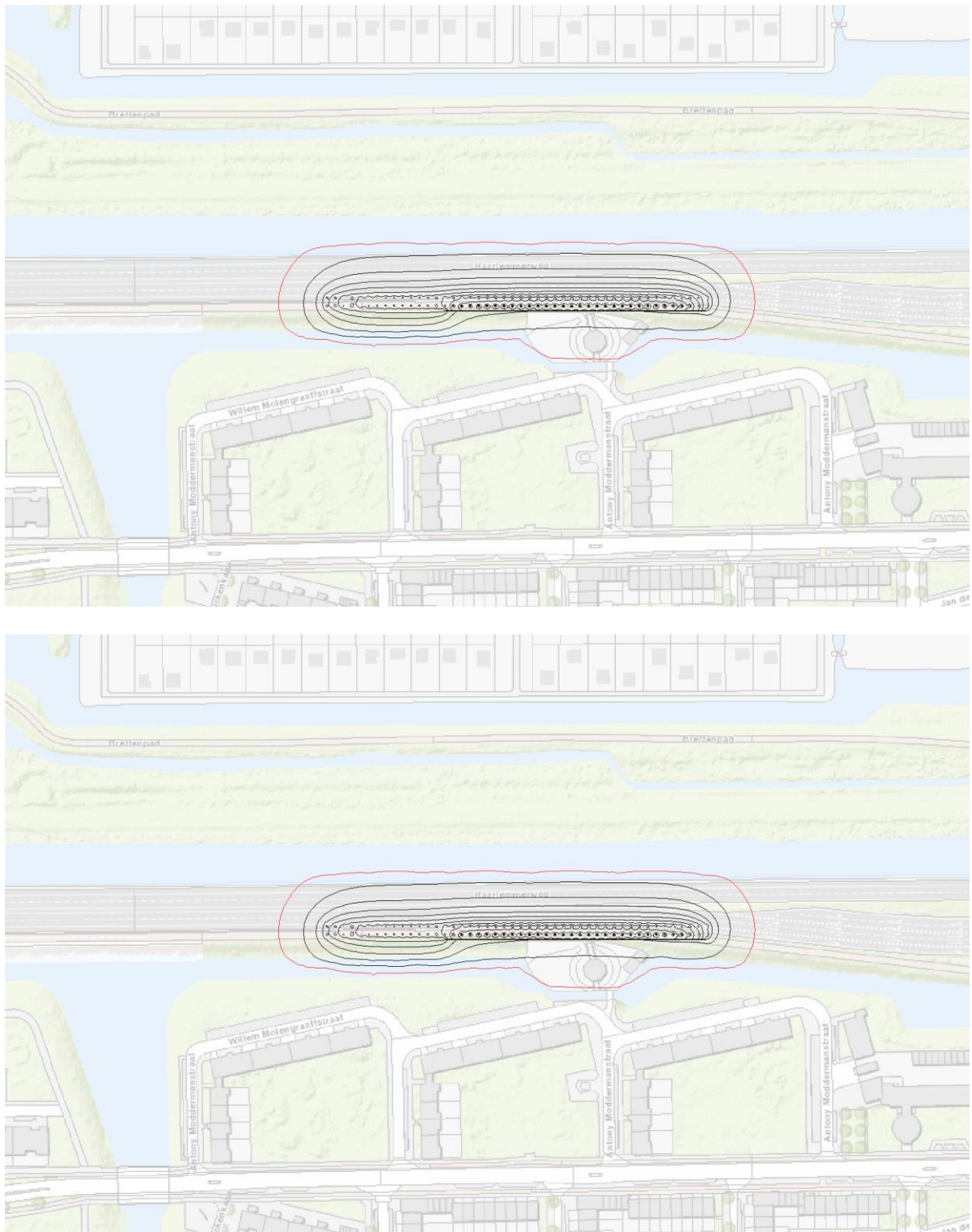
In tabel 35 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken wanneer een damwand door de gehele freatische laag wordt geplaatst tot op de eerste kleilaag op NAP -5,00 m. De damwand heeft een lengte van 120 m, zie figuur 51. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -2,50 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 736 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 7 dagen wordt in totaal 3312 m³ onttrokken. Dit is vergelijkbaar met de variant met sleufbekisting, kennelijk komt er nauwelijks water van de zuidkant tijdens een bemaling zonder damwand. Dit is op zich logisch, want het streefpeil van de sloot is met NAP -2,10 m nauwelijks hoger dan de te bemalen diepte van NAP -2,50 m.

Tabel 35 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 180 m.

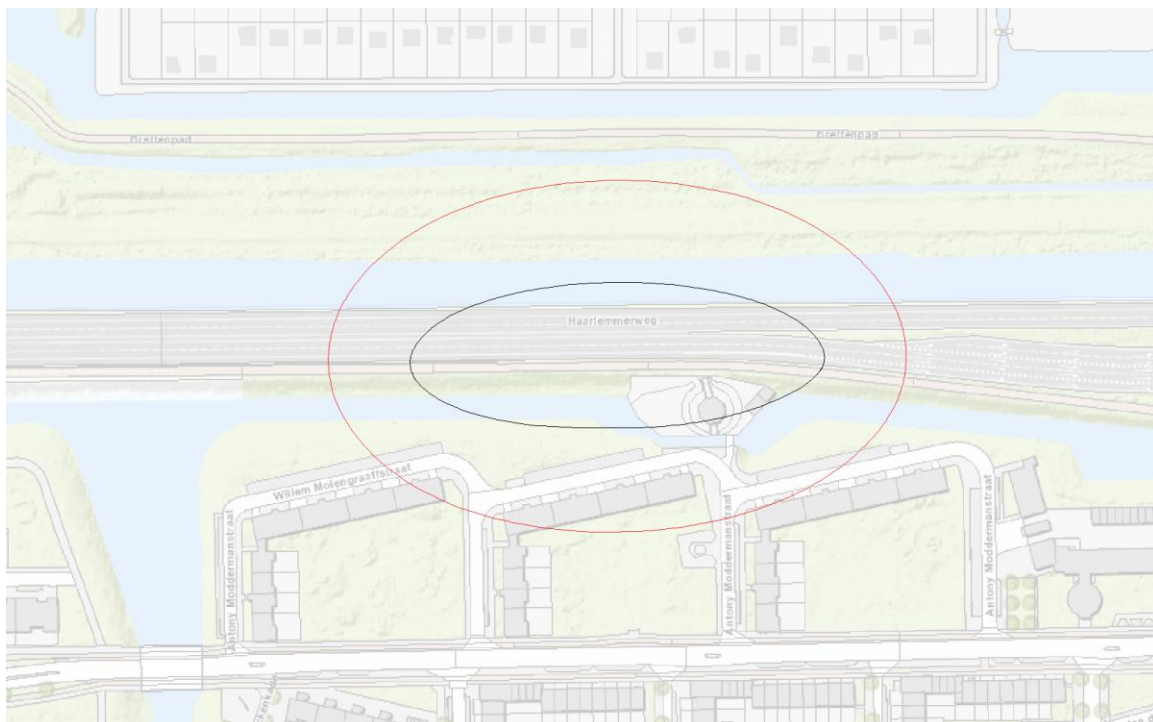
periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	30,6	736	1472
dag 3-7	15,4	368	1840
totaal 7 dagen			3312



Figuur 67 Berekenende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte in het wadland (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



Figuur 68 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohyps worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft. De bovenste kaart geeft de verlaging weer van het opgebrachte zand, de onderste kaart van het Hollandveen.



Figuur 69 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlagingsslijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.

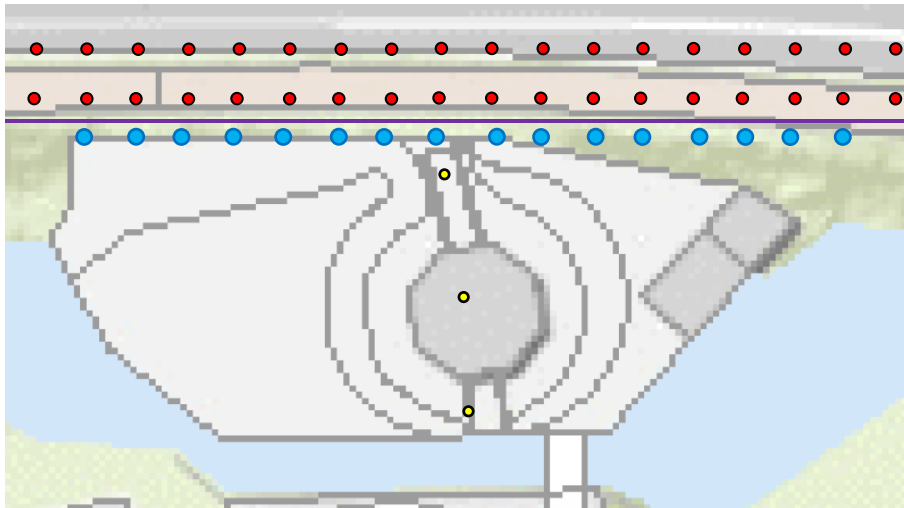
In figuur 67 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 51. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in twee fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoog debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 5 dagen dat hier gewerkt wordt.

Figuur 67 toont dat voor het pompen (de eerste dag van de berekening) de freatische waterstand ten noorden van de damwand omhoog komt, en ten zuiden van de damwand omlaag zakt. Het peil aan weerszijden van de bijna ondoorlatende damwand komt, door het stevig beperken van de stroming tussen de vaart en de polder-sloot, meer in evenwicht met respectievelijk de vaart of de sloot. Alleen het plaatsen van de damwand zorgt al voor een verlaging van de grondwaterstand bij de molen.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 68 en 69. De maximale verlaging na 7 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -3,15 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 40 m vanaf de bouwsleuf. Ook onder de molen wordt de grondwaterstand meer dan 0,05 m verlaagd, maar wel minder dan bij alle andere varianten tot zover.

2.10.7 Met damwand en retourbemaling

Als van een damwand gebruik wordt gemaakt, dan kan over het algemeen ook nabij de sleuf in een effectieve retourbemaling worden voorzien. Bij deze variant worden ten zuiden van de damwand, aan de kant van de molen, retourfilters geplaatst. Figuur 70 toont het ontwerp.



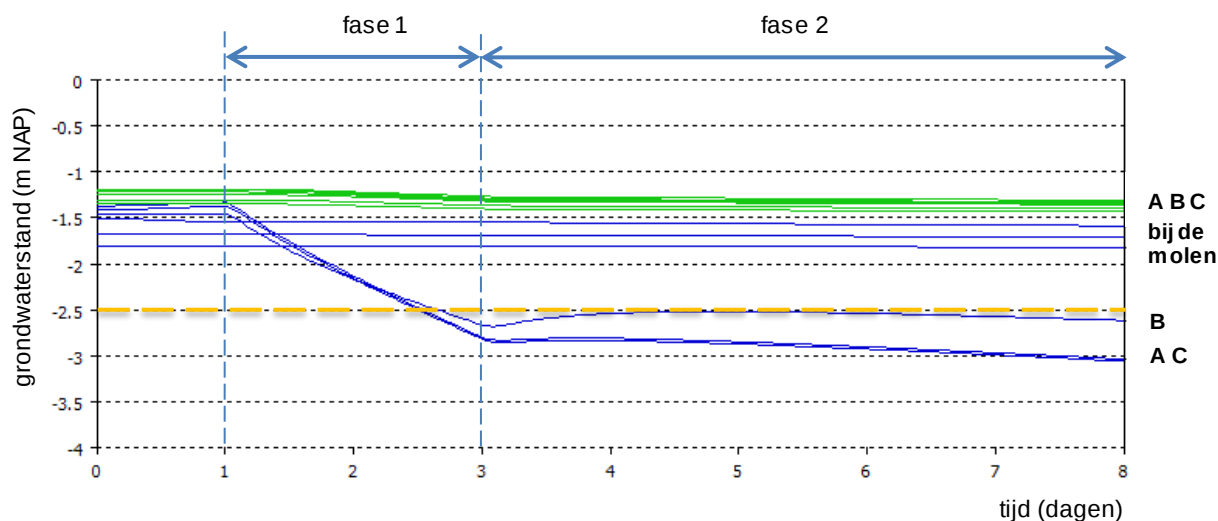
Figuur 70 Opzet van de retourbemaling bij de molen. De rode stippen geven een deel van de onttrekkingsfilters aan, deze zijn geplaatst in de bouwsleuf. De paarse lijn is de damwand in het model. In werkelijkheid mag de damwand ook iets dichterbij de bouwsleuf worden aangebracht, dus bijvoorbeeld dat de damwand de zuidelijke wand van de bouwsleuf vormt. In blauw de locaties van de 16 retourfilters tussen de damwand en de molen. In geel de drie locaties waarvan de stijghoogte tijdens de bemaling is berekend, zie figuur 71.

In tabel 36 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken wanneer een damwand met retourbemaling wordt toegepast. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -2,50 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 920 m³/dag, waarvan 24 m³/dag met 16 filters wordt geretourneerd aan de andere kant van de damwand. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 7 dagen wordt in totaal 3220 m³ onttrokken, waarvan 168 m³ wordt geretourneerd. In totaal wordt er netto 3052 m³ onttrokken.

Tabel 36 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 180 m.

periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	38,3	920	1840
dag 3-7	11,5	276	1380
retourbemaling dag 1-7	-1,0	-24	-168
totaal 7 dagen			3052

In figuur 71 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op verschillende locaties in het model, zie figuur 51 en 70. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in twee fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoog debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 5 dagen dat hier gewerkt wordt. De grondwaterstand bij de molen zakt nauwelijks.



Figuur 71 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte in het wadzand (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.

In § 2.10.6 bleek dat voor het pompen (de eerste dag van de berekening) de freatische waterstand ten noorden van de damwand omhoog komt, en ten zuiden van de damwand omlaag zakt. Het peil aan weerszijden van de bijna ondoorlatende damwand komt, door het stevig beperken van de stroming tussen de vaart en de poldersloot, meer in evenwicht met respectievelijk de vaart of de sloot. Alleen het plaatsen van de damwand zorgt al voor een verlaging van de grondwaterstand bij de molen. Om uitzakken van de grondwaterstand bij de molen te voorkomen dient direct met retourbemalen te worden begonnen nadat de damwand is aangebracht.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 72 en 73. De maximale verlaging na 7 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -3,60 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 45 m afstand vanaf de bouwsleuf. Onder de molen blijft de grondwaterstand gelijk aan de situatie zonder een bemaling. Als er iets meer geretourneerd wordt, dan kan de grondwaterstand zelfs worden verhoogd.

Uit de plaatjes met de verlaginglijnen in figuur 72 blijkt dat met name aan de westkant de damwand waarschijnlijk nog wel iets korter kan worden gedimensioneerd. Dit zou nader kunnen worden geoptimaliseerd met enkele aanvullende berekeningen.



Figuur 72 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft. De bovenste kaart geeft de verlaging weer van het opgebrachte zand, de onderste kaart van het Hollandveen.

Figuur 73 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlagingsslijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.

2.10.8 Synthese

Een belangrijke vraag die in het bouwkundig onderzoek van de molen moet worden beantwoord is tot hoever de grondwaterstand onder de molen mag worden verlaagd. Op basis daarvan kan een keuze gemaakt worden uit de in deze paragraaf uitgewerkte varianten. Als de grondwaterstand niet mag worden verlaagd, en daar wordt op dit moment vanuit gegaan, dan kan er alleen een damwand met retourbemaling worden toegepast.

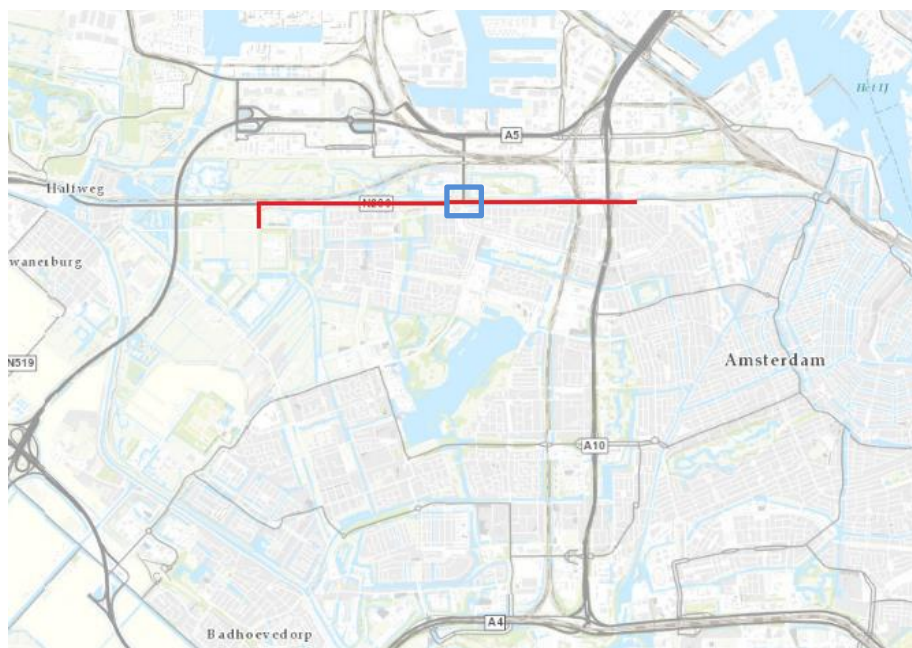
De inzet van een damwand en retourbemaling lijkt op dit moment de veiligste optie. Al moet het aanbrengen van de damwand dan wel zonder risico voor de molen moeten kunnen worden uitgevoerd. Ook dit moet uit het bouwkundig onderzoek blijken.

Het is onbekend tot hoe diep het stenen, dus ondoorlatende, deel van de fundering van de molen reikt. Deze barrière tegen grondwaterstroming is niet in het model meegenomen. Door ten westen en ten oosten van de molen de infiltratieputten symmetrisch op te stellen hoeft hier, voor zover nu kan worden overzien, verder ook geen rekening mee gehouden worden.

Het onttrokken water kan naar verwachting worden geloosd op de nabijgelegen sloot aan de zuidkant van het tracé, maar moet dan wel worden belucht. Dit moet worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

2.11 Burgemeester de Vlughtlaan: N-Z kruising met de N200

De locatie van het model is weergegeven in figuur 74 en bevindt zich direct ten oosten van de kruising van de N200 met de Vlughtlaan en de Seineweg. De aan te leggen drinkwaterleiding kruist hier een 500 mm leiding, welke ook vervangen wordt. De te bemalen sleuf is noord-zuid georiënteerd, zie figuur 75. De bodemopbouw is weergegeven in bijlage 2. De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 37.



Figuur 74 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 37 Modelopbouwen geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-2,0	variabel	ophoogzand	5	
	-2,0	-2,01	0,01			1
	-2,01	-5,0	2,99	Hollandveen	1	
	-5,0	-6,5	1,5	klei		300
eerste	-6,5	-10	3,5	wadzand	3	
	-10	-12	2	klei/Basisveen		3500
twede	-12	-60,0	45,7	Pleistoceen zand	20	

In tabel 38 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling.

Tabel 38 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	noordzijde	NAP -0,60 m
	zuidzijde	NAP -2,10 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf		maximaal NAP -0,70 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP 0,00 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -2,20 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -2,50 m
omtrek bouw sleuf		circa 50 x 4 m
bemaalingsmethode		sleufbemaling
afmeting sleufbemaling		maximaal 90 x 4 m
bemaalingsduur		14 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling

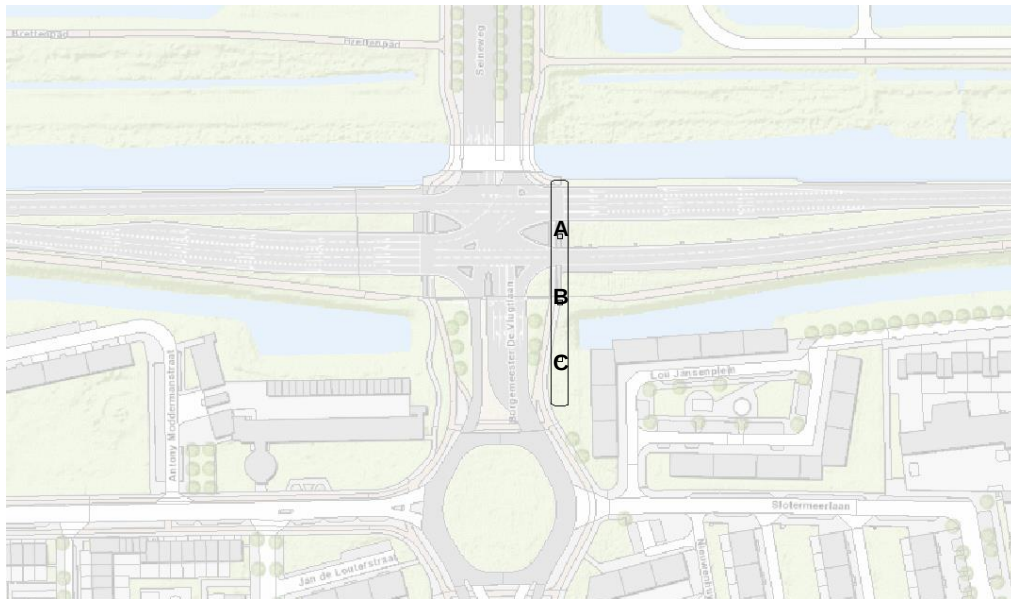
In tabel 39 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -2,50 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 576 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 14 dagen wordt in totaal 3460 m³ onttrokken. In figuur 76 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 75. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in twee fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoog debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 12 dagen dat hier gewerkt wordt.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 77 en 78. De verlaging van 0,05 m in het freatische pakket heeft een reikwijdte van maximaal 60 m vanaf de bouwsleuf.

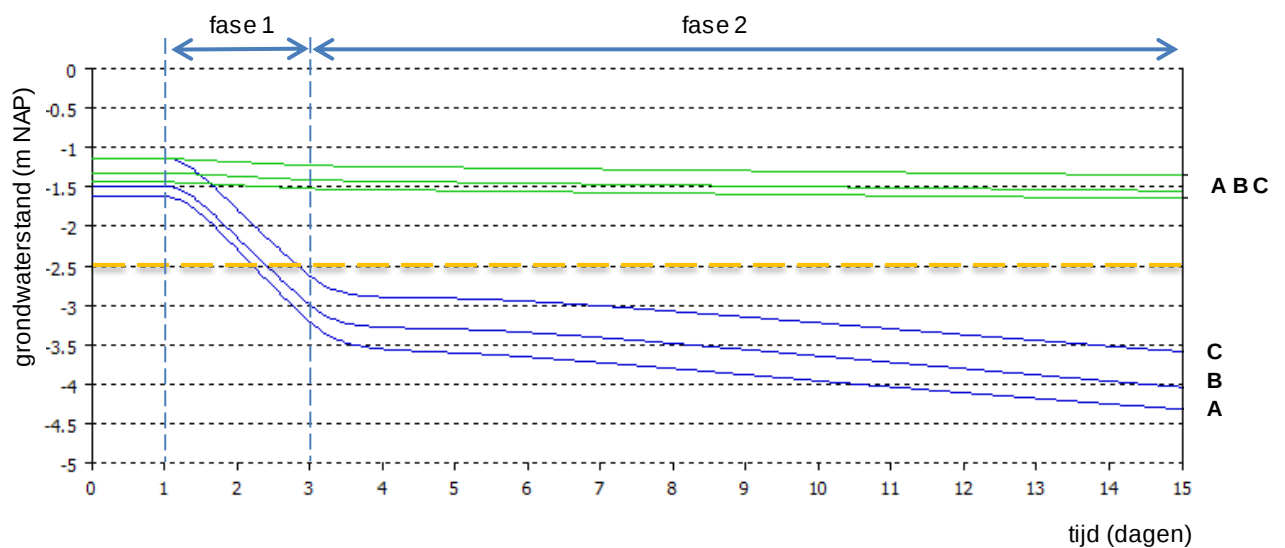
Het onttrokken water kan naar verwachting worden geloosd op de nabijgelegen sloot aan de zuidkant van het tracé, maar moet dan wel worden belucht. Dit moet worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

Tabel 39 Berekend debiet voor een bemaling van 90 m.

periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	24	576	1152
dag 3-14	8	192	2304
totaal 14 dagen			3460



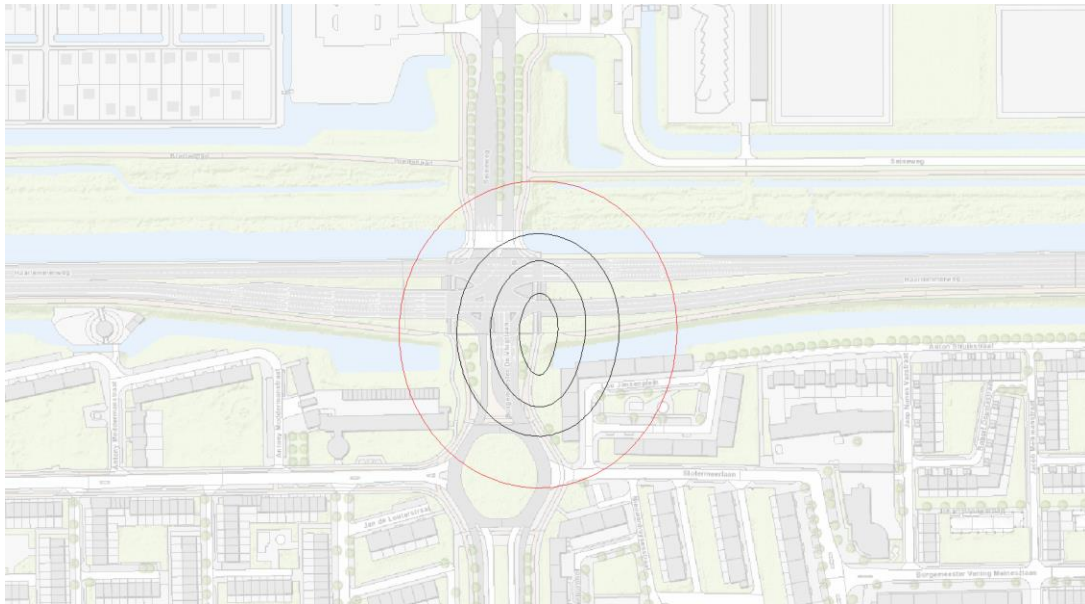
Figuur 75 Locatie A, B en C, waarvan in figuur 76 de berekende grondwaterstanden worden geplot.



Figuur 76 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte in het wadzand (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



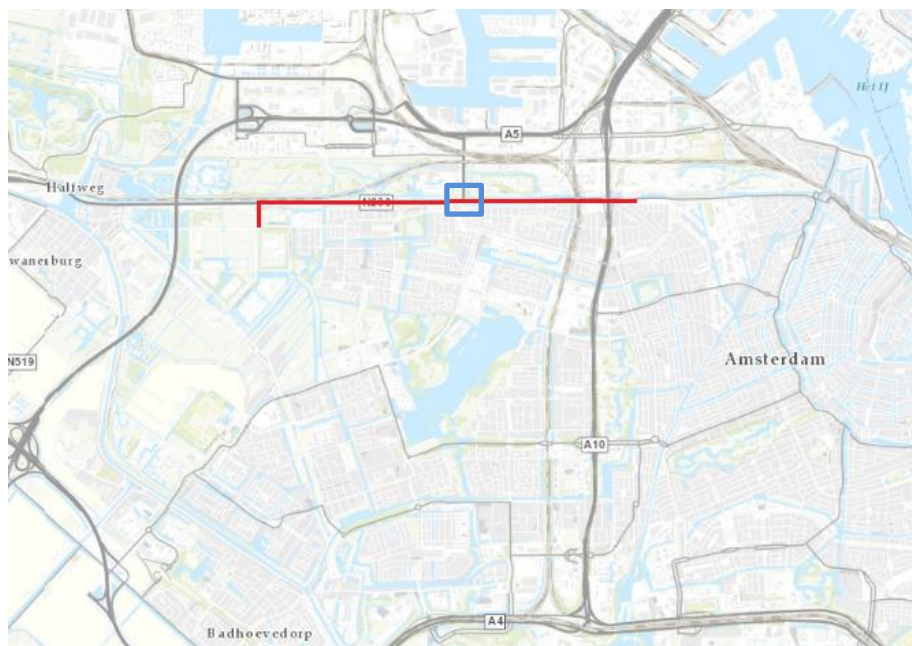
Figuur 77 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 14 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft. De bovenste kaart geeft de verlaging weer van het opgebrachte zand, de onderste kaart van het Hollandveen.



Figuur 78 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 14 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.

2.12 Burgemeester de Vlugtlaan: W-O kruising fietspad

De locatie van het model is weergegeven in figuur 79 en bevindt zich ten zuidoosten van het kruispunt van de N200 en de Burgemeester de Vlugtlaan. De aan te leggen drinkwaterleiding kruist hier een 500 mm leiding. De te bemaalen sleuf is west - oost georiënteerd, zie figuur 80. De bodemopbouw is weergegeven in bijlage 2. De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 40.



Figuur 79 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 40 Modelopbouw en geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-2,0	variabel	ophoogzand	5	
	-2,0	-2,01	0,01	-		1
	-2,01	-5,0	2,99	Hollandveen	1	
	-5,0	-6,5	1,5	klei		300
eerste	-6,5	-10	3,5	w adzand	3	
	-10	-12	2	klei/Basisveen		3500
tw eede	-12	-60,0	45,7	Pleistoceen zand	20	

In tabel 41 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling.

Tabel 41 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	noordzijde	NAP -0,60 m
	zuidzijde	NAP -2,10 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf		maximaal NAP -0,70 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP 0,00 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -3,20 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -3,50 m
onttrek bouw sleuf		circa 25 x 4 m
bemaalingsmethode		sleufbemaling
afmeting sleufbemaling		50 x 4 m
bemaalingsduur		14 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling

In tabel 42 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -3,50 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 448 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 14 dagen wordt in totaal 2432 m³ onttrokken.

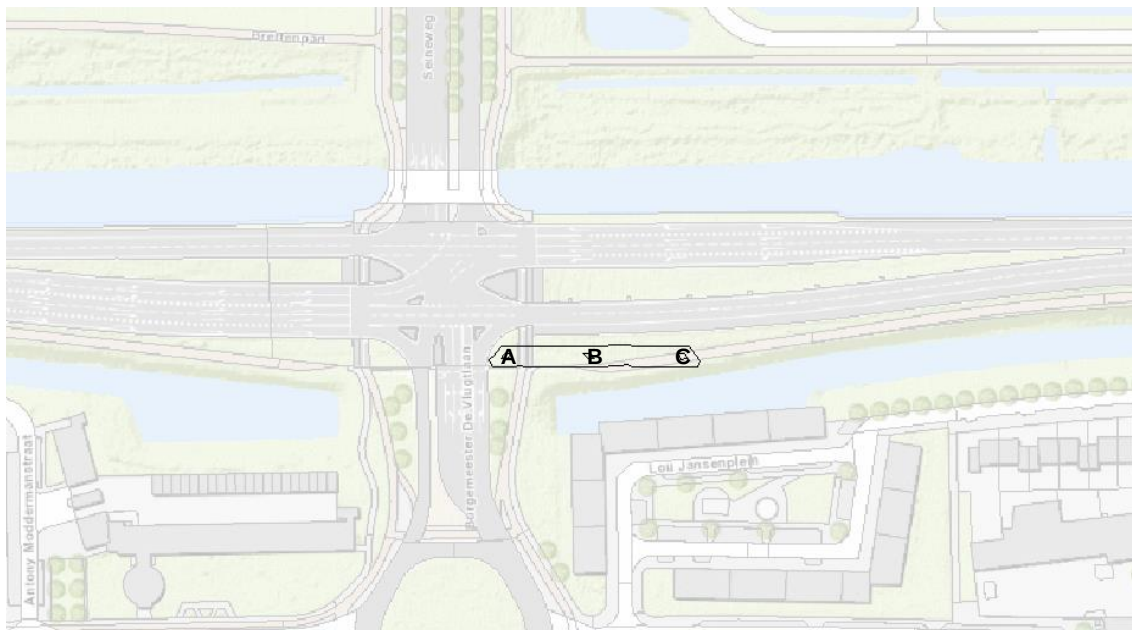
In figuur 81 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 80. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in twee fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoog debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 12 dagen dat hier gewerkt wordt.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 82 en 83. De maximale verlaging na 14 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -3,90 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 50 m vanaf de bouwsleuf.

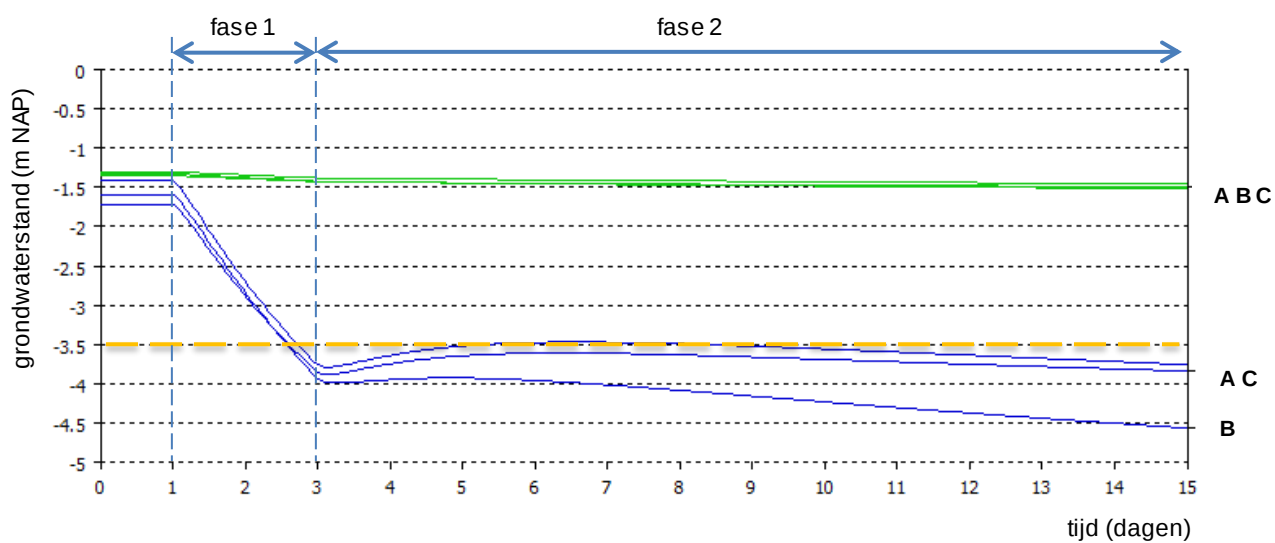
Het onttrokken water kan naar verwachting worden geloosd op de nabijgelegen sloot aan de zuidkant van het tracé, maar moet dan wel worden belucht. Dit moet worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

Tabel 42 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 50 m.

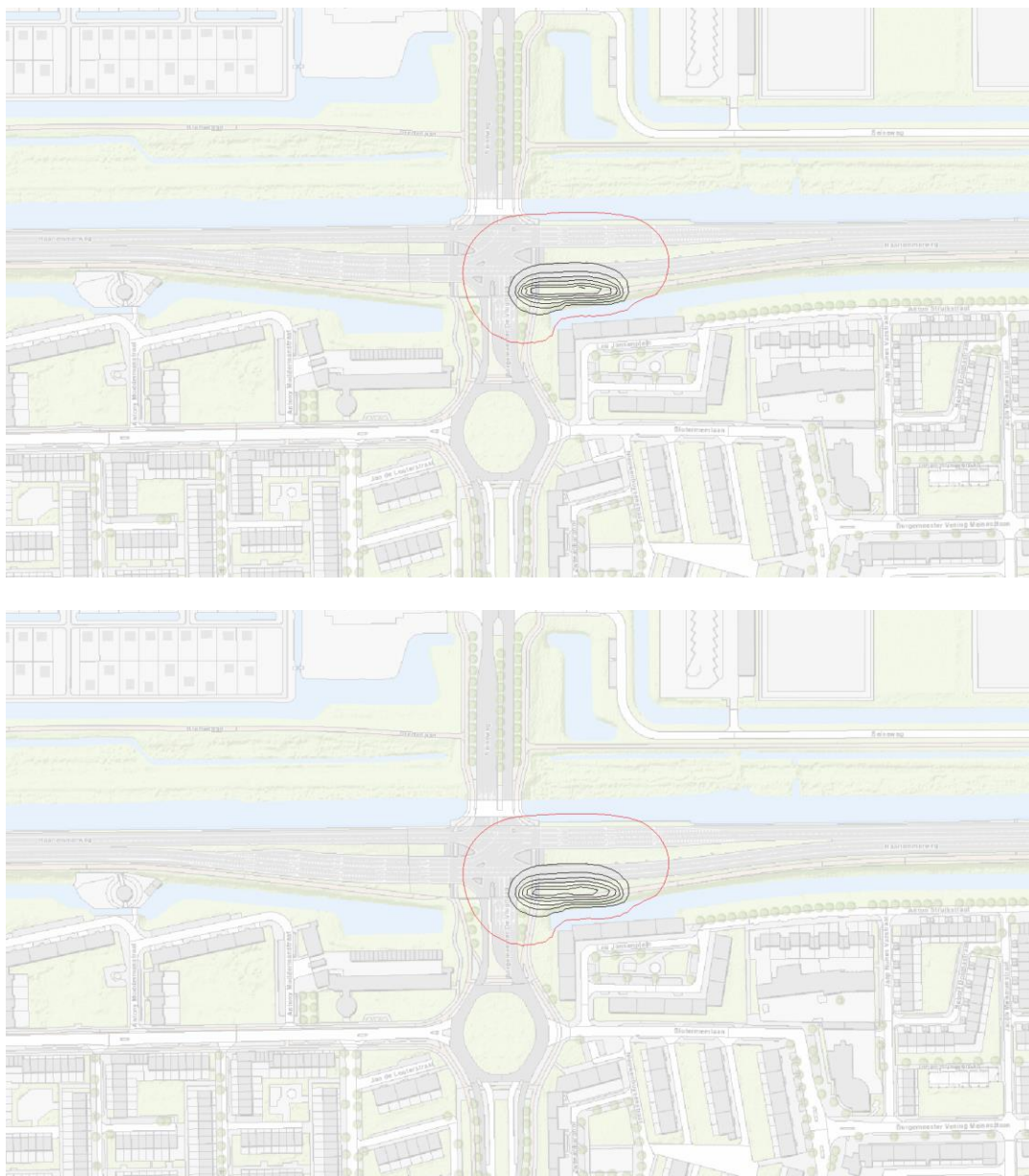
periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	18,6	448	896
dag 3-14	5,4	128	1536
totaal 14 dagen			2432



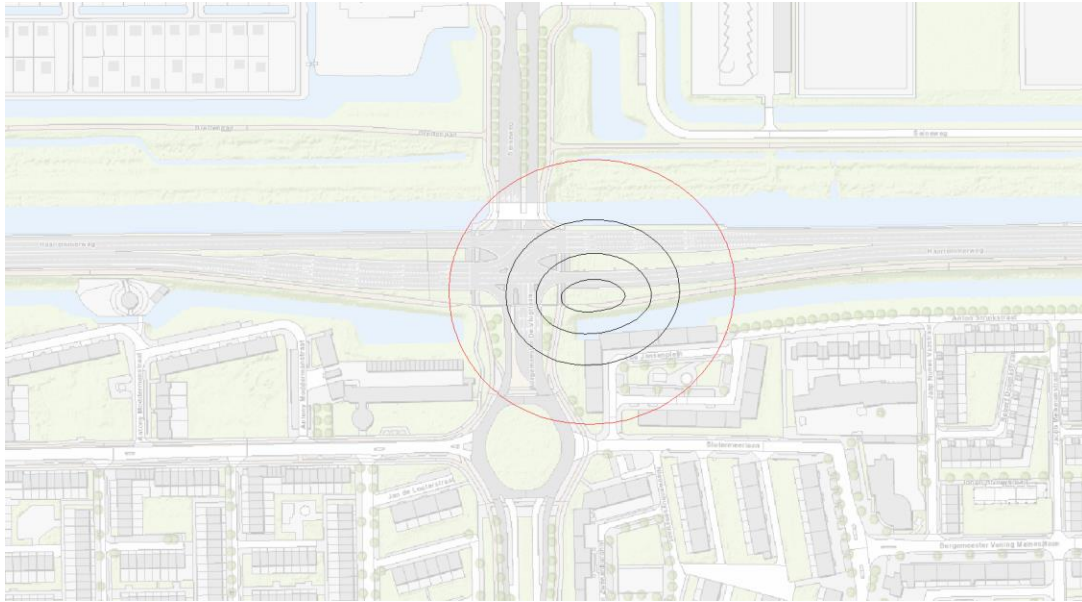
Figuur 80 Locatie A, B en C, waarvan in figuur 81 de berekende grondwaterstanden worden geplot.



Figuur 81 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte in het wadzand (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



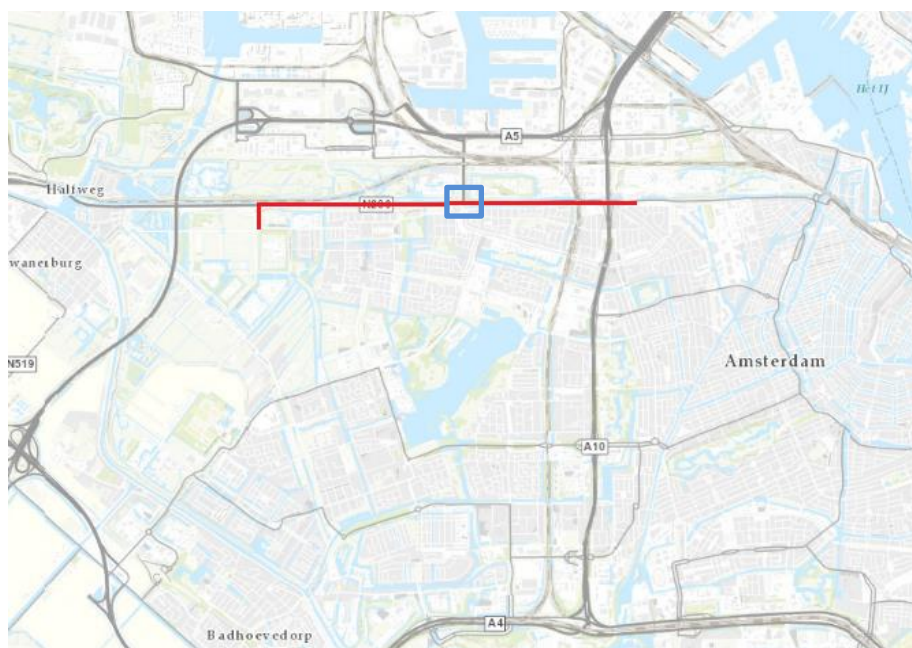
Figuur 82 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 14 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft. De bovenste kaart geeft de verlaging weer van het opgebrachte zand, de onderste kaart van het Hollandveen.



Figuur 83 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadsand na 14 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.

2.13 Burgemeester de Vlughtlaan: W-O parallel aan N200

De locatie van het model is weergegeven in figuur 84 en bevindt zich ten zuidwesten van het kruispunt van de N200 en de Burgemeester de Vlughtlaan, parallel aan de N200. De te bemalen sleuf is west - oost georiënteerd, zie figuur 85. De bodemopbouw is weergegeven in bijlage 2. De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 43.



Figuur 84 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 43 Modelopbouw en geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-2,0	variabel	ophoogzand	5	
	-2,0	-2,01	0,01			1
	-2,01	-5,0	2,99	Hollandveen	1	
	-5,0	-6,5	1,5	klei		300
eerste	-6,5	-10	3,5	w adzand	3	
	-10	-12	2	klei/Basisveen		3500
tw eede	-12	-60,0	45,7	Pleistoceen zand	20	

In tabel 44 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling.

Tabel 44 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	noordzijde	NAP -0,60 m
	zuidzijde	NAP -2,10 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf		maximaal NAP -0,70 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP 0,00 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -2,20 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -2,50 m
omtrek bouw sleuf		circa 30 x 6 m
bemaalingsmethode		sleufbemaling
afmeting sleufbemaling		maximaal 50 x 6 m
bemaalingsduur		14 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling

In tabel 45 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -2,50 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 196 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 14 dagen wordt in totaal 1064 m³ onttrokken.

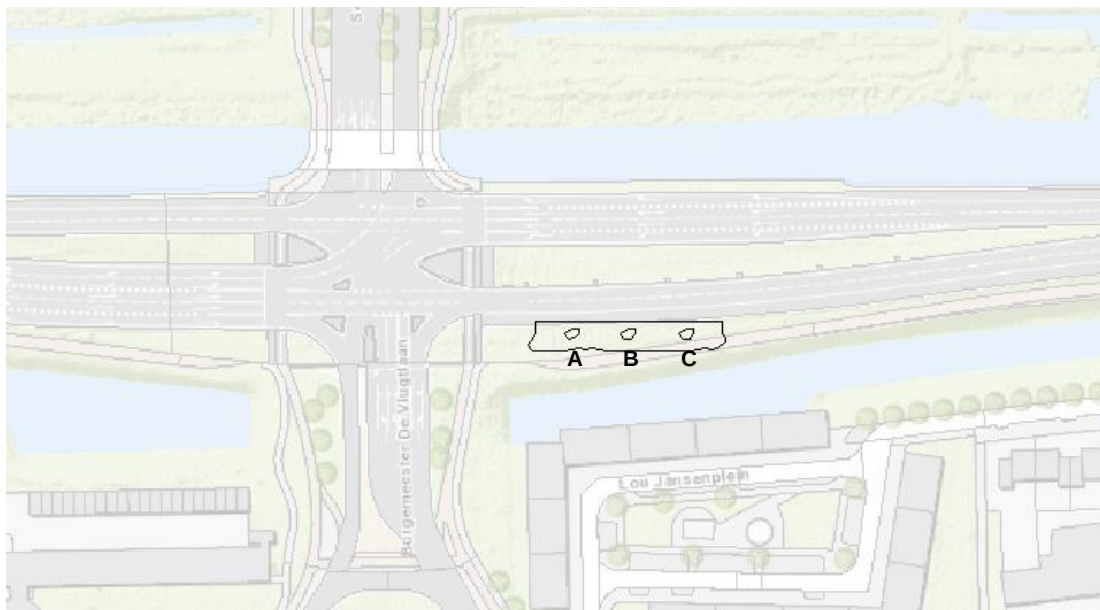
In figuur 86 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 85. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in twee fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoog debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 12 dagen dat hier gewerkt wordt.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 87 en 88. De maximale verlaging na 14 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -2,90 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 25 m vanaf de bouwsleuf.

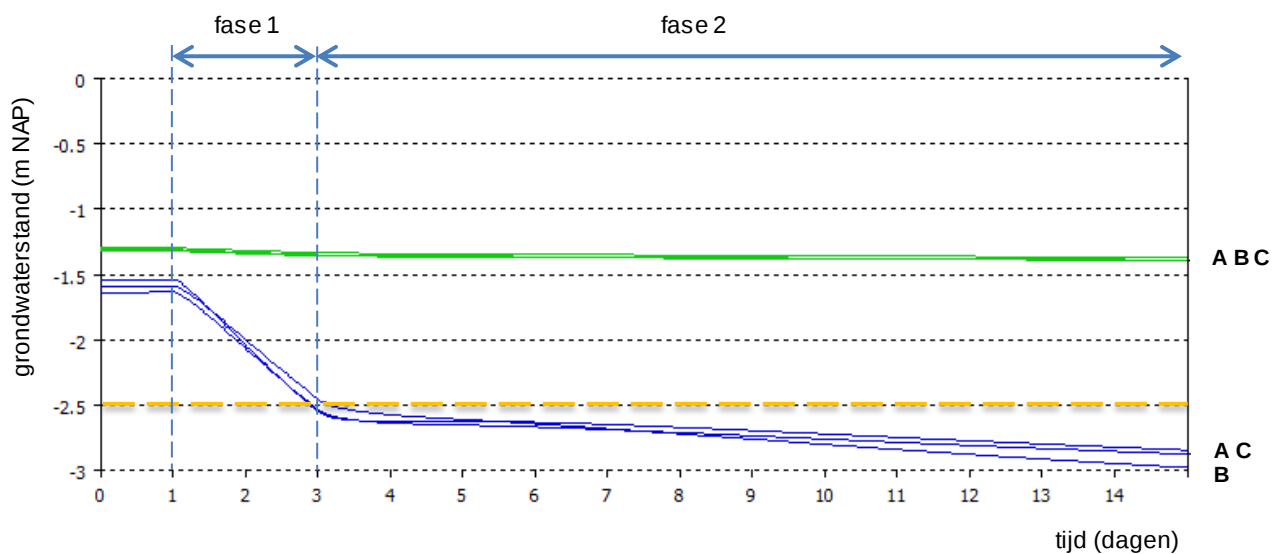
Het onttrokken water kan naar verwachting worden geloosd op de nabijgelegen sloot aan de zuidkant van het tracé, maar moet dan wel worden belucht. Dit moet worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

Tabel 45 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 50 m.

periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	8,2	196	392
dag 3-14	2,4	56	672
totaal 14 dagen			1064



Figuur 85 Locatie A, B en C, waarvan in figuur 86 de berekende grondwaterstanden worden geplot.



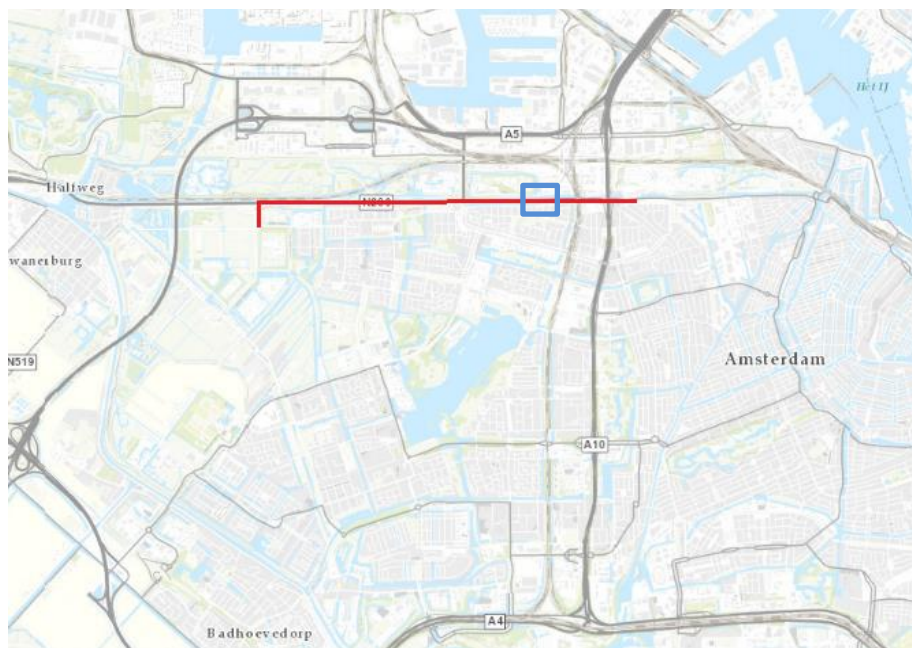
Figuur 86 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte van het wadzand (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



Figuur 87 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 14 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlagingsslijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft. De bovenste kaart geeft de verlaging weer van het opgebrachte zand, de onderste kaart van het Hollandveen.

2.14 Ten westen van de Radarweg

De locatie van het model is weergegeven in figuur 89 en bevindt zich ter hoogte van de Radarweg. Hier bevindt zich een zogenaamde T3 spot, waarvoor sanering nodig is (Waternet, 2017). De te bemalen sleuf is west-oost georiënteerd, zie figuur 90. De bodemopbouw is weergegeven in bijlage 2. De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 46.



Figuur 89 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 46 Modelopbouwen geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-2,0	variabel	ophoogzand	5	
	-2,0	-2,01	0,01			1
	-2,01	-5,0	2,99	Hollandveen	1	
	-5,0	-6,5	1,5	klei		300
eerste	-6,5	-10	3,5	w adzand	3	
	-10	-12	2	klei/Basisveen		3500
tw eede	-12	-60,0	45,7	Pleistoceen zand	20	

In tabel 47 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling.

Tabel 47 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	noordzijde	NAP -0,60 m
	zuidzijde	NAP -2,10 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf		maximaal NAP -0,70 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP 0,00 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -2,20 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -2,50 m
omtrek bouw sleuf		circa 55 x 4 m
bemaalingsmethode		sleufbemaling
afmeting sleufbemaling		maximaal 85 x 4 m
bemaalingsduur		28 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling

In tabel 48 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -2,50 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 322 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 28 dagen wordt in totaal 4232 m³ onttrokken.

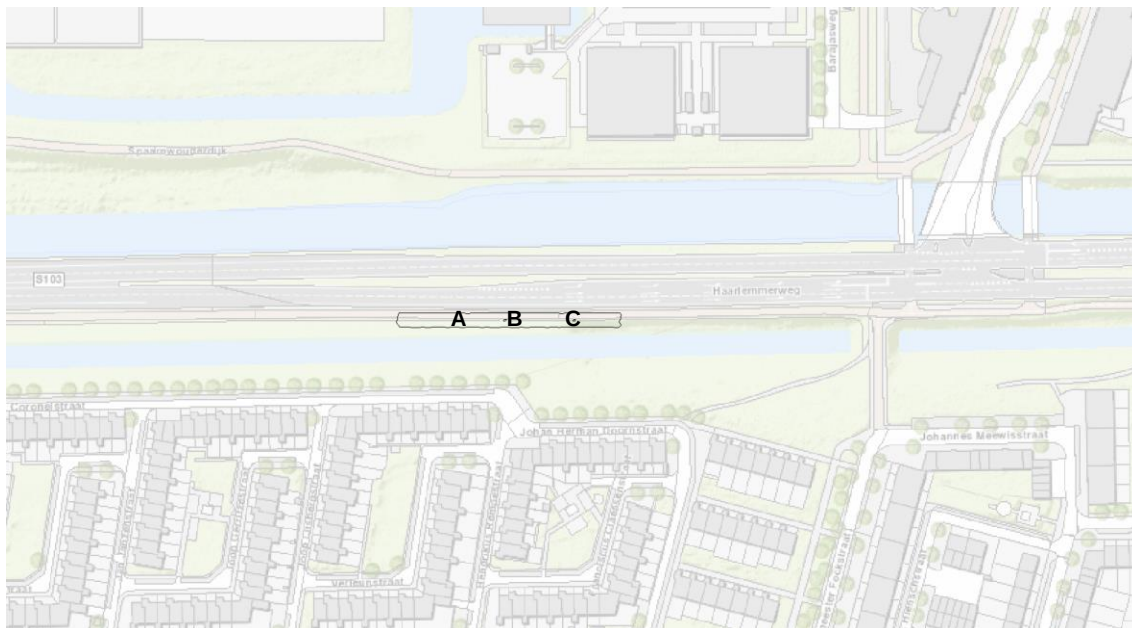
In figuur 91 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 90. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in twee fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoog debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 26 dagen dat hier gewerkt wordt.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 92 en 93. De maximale verlaging na 28 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -2,90 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 60 m vanaf de bouwsleuf.

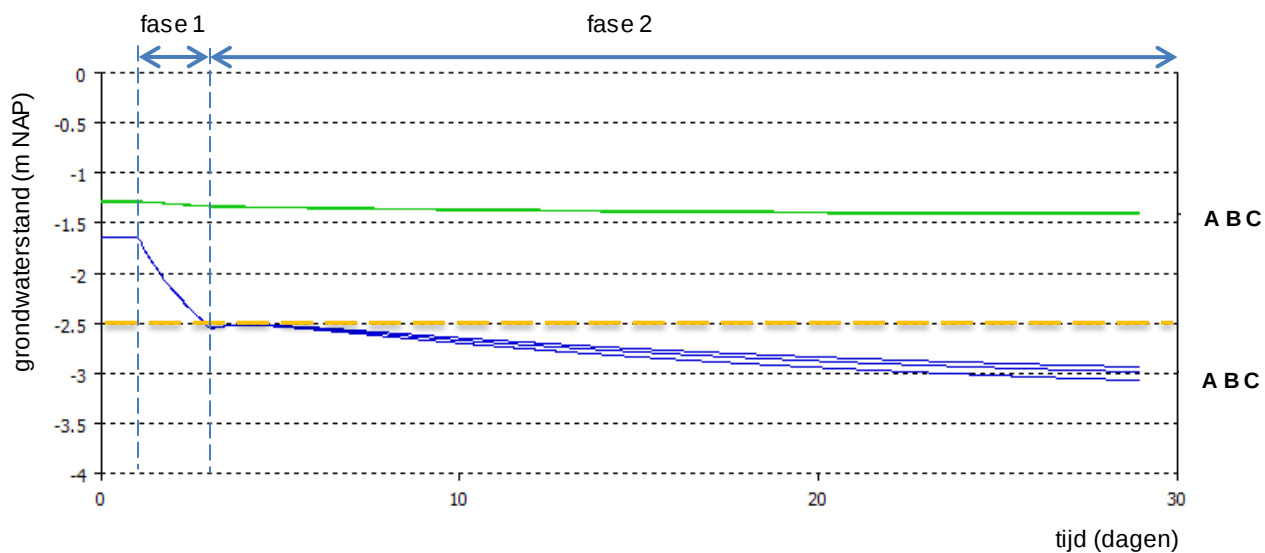
Het onttrokken water kan naar verwachting niet worden geloosd op de nabijgelegen sloot of Haarlemmervaart, omdat het water waarschijnlijk vervuild is. Op basis van eerder uitgevoerd onderzoek (Waternet, 2017) moet dit worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

Tabel 48 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 85 m.

periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	13,4	322	644
dag 3-28	5,8	138	3588
totaal 28 dagen			4232



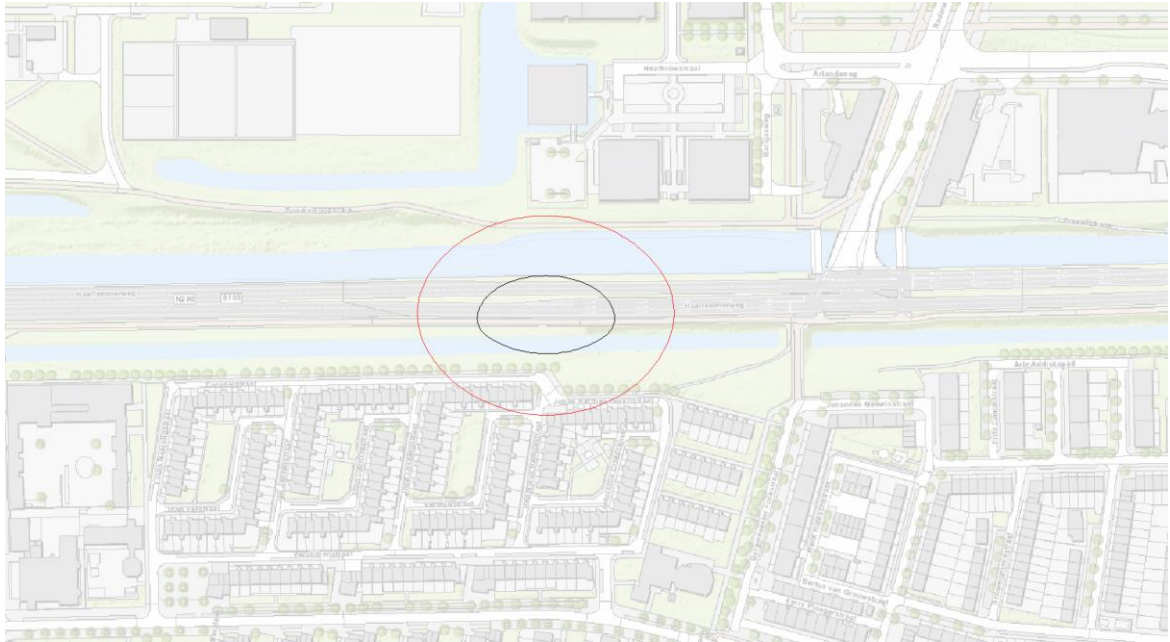
Figuur 90 Locatie A, B en C, waarvan in figuur 91 de berekende grondwaterstanden worden geplot.



Figuur 91 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte in het wadland (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



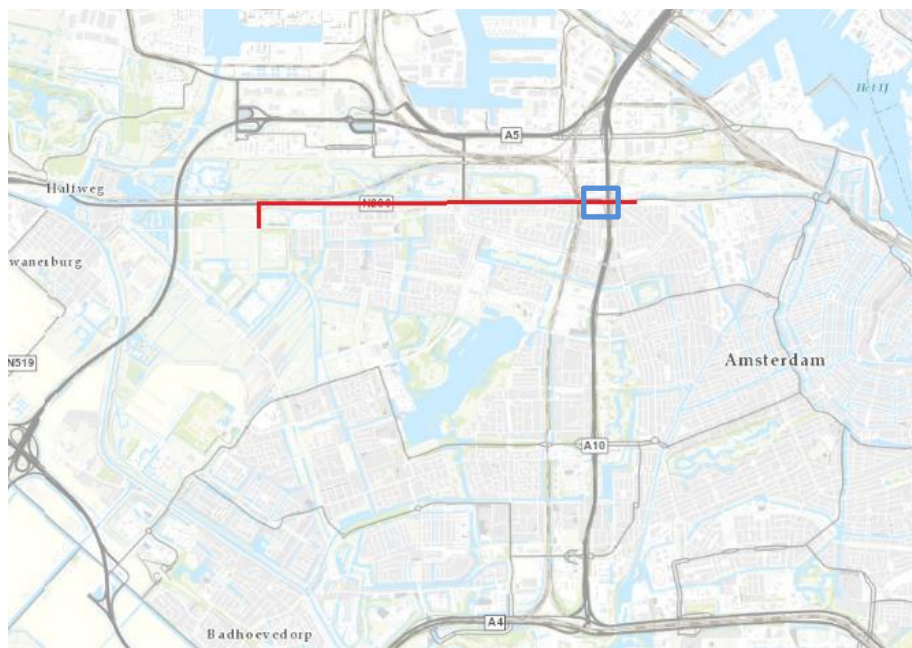
Figuur 92 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 28 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlagingsslijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft. De bovenste kaart geeft de verlaging weer van het opgebrachte zand, de onderste kaart van het Hollandveen.



Figuur 93 *Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 28 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.*

2.15 Tussen de Kimpoweg en de A10

De locatie van het model is weergegeven in figuur 94 en bevindt zich langs de N200, tussen de Kimpoweg en de oprit naar de A10. Er is hier een ander verval over de kering, doordat het oppervlaktewater aan de zuidzijde van het tracé een streefpeil heeft van NAP -0,40 m. De te bemalen sleuf is west-oost georiënteerd, zie figuur 95. De bodemopbouw is weergegeven in bijlage 2. De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 49.



Figuur 94 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 49 Modelopbouw en geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-2,0	variabel	ophoogzand	5	
	-2,0	-2,01	0,01			1
	-2,01	-5,0	2,99	Hollandveen	1	
	-5,0	-6,5	1,5	klei		300
eerste	-6,5	-10	3,5	wadzand	3	
	-10	-12	2	klei/Basisveen		3500
twede	-12	-60,0	45,7	Pleistoceen zand	20	

In tabel 50 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling.

Tabel 50 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	noordzijde	NAP -0,60 m
	zuidzijde	NAP -0,40 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf		maximaal NAP -0,30 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP 0,00 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -2,20 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -2,50 m
omtrek bouw sleuf		circa 90 x 4 m
bemaalingsmethode		sleufbemaling
afmeting sleufbemaling		maximaal 120 x 4 m per keer
bemaalingsduur		21 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling

In tabel 51 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -2,50 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 1114 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 21 dagen wordt in totaal 8307 m³ onttrokken.

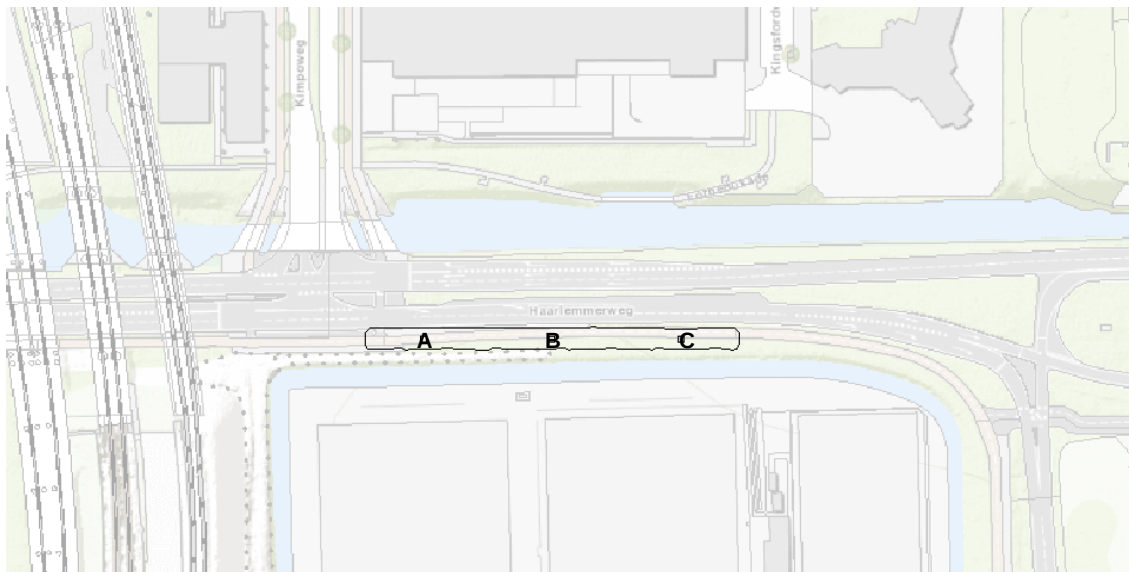
In figuur 96 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 95. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in twee fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoog debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 19 dagen dat hier gewerkt wordt.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 97 en 98. De maximale verlaging na 21 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -3,00 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 60 m vanaf de bouwsleuf.

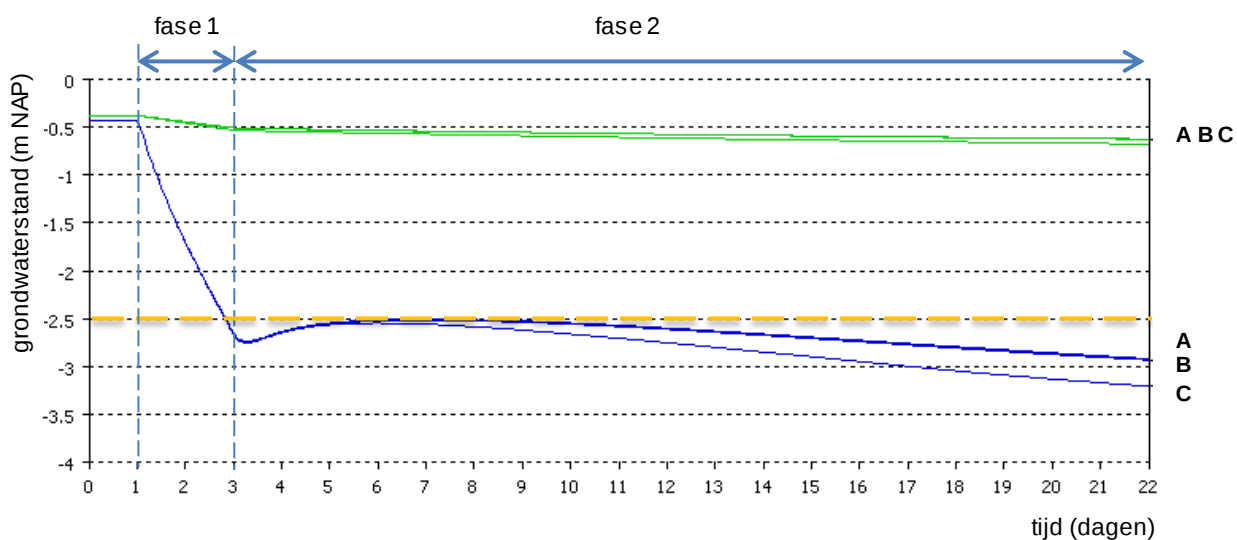
Het onttrokken water kan naar verwachting worden geloosd op de nabijgelegen sloot aan de zuidkant van het tracé, maar moet dan wel worden belucht. Dit moet worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

Tabel 51 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 120 m.

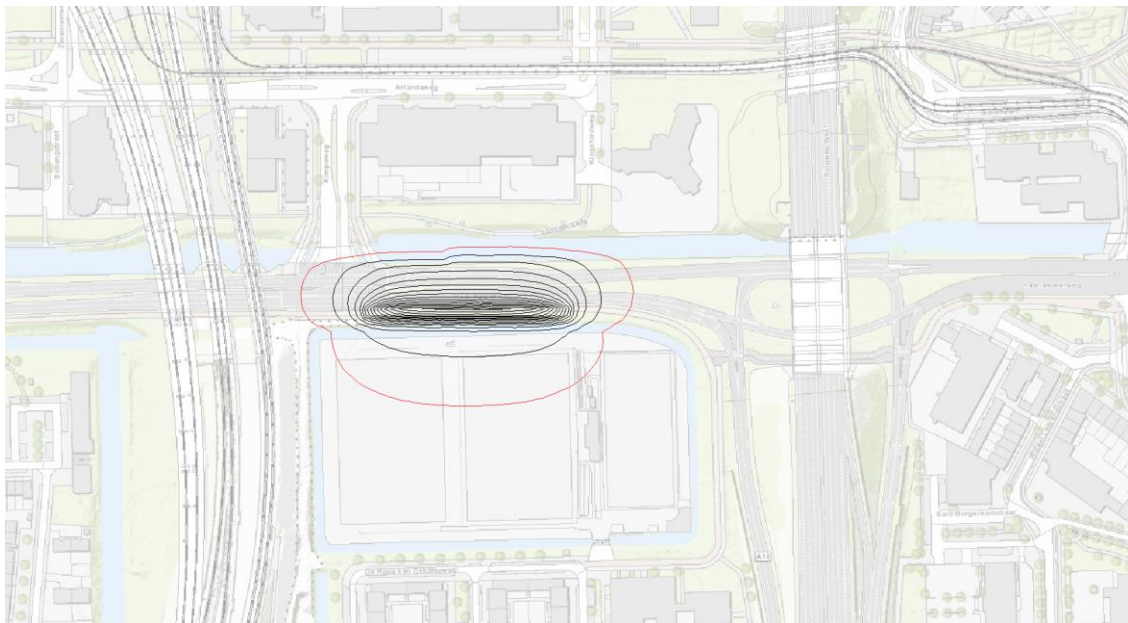
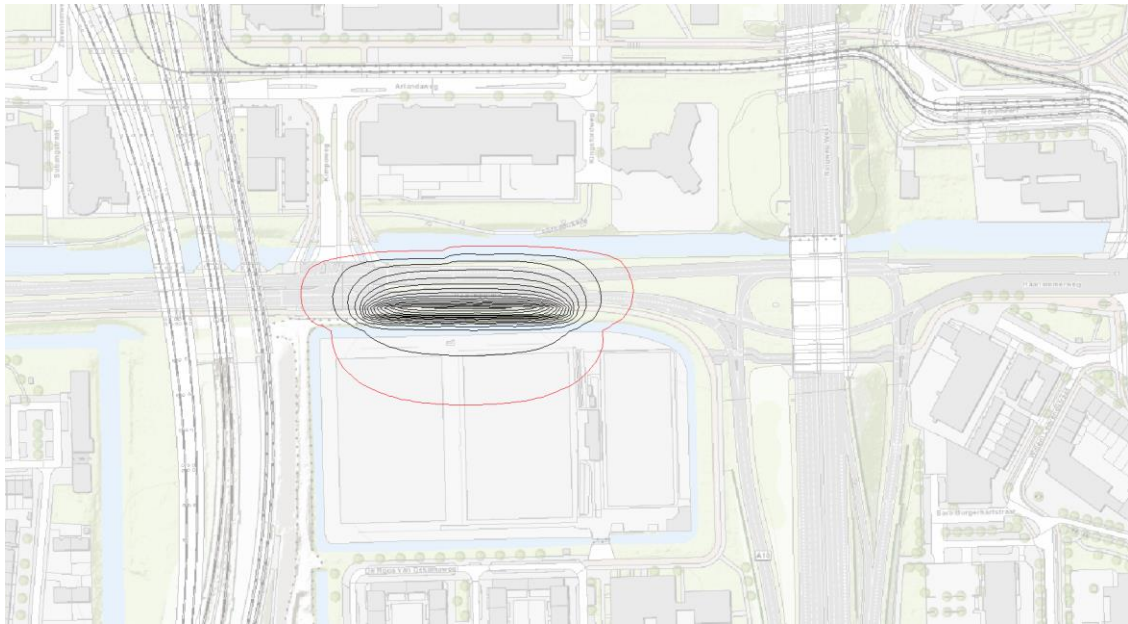
periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	46,4	1114	2227
dag 3-21	13,4	320	6080
totaal 21 dagen			8307



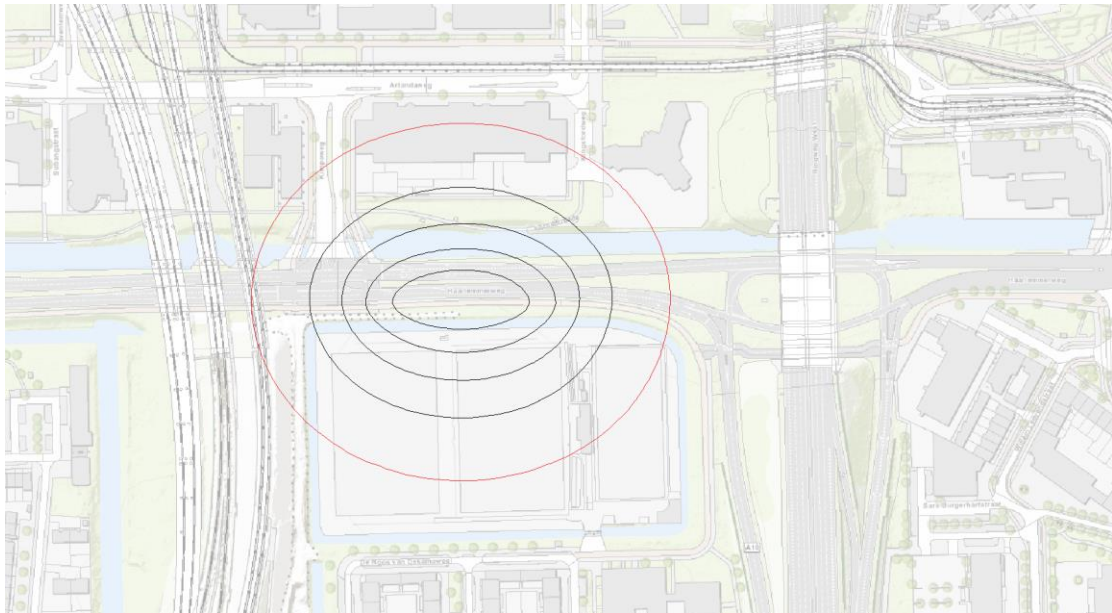
Figuur 95 Locatie A, B en C, waarvan in figuur 96 de berekende grondwaterstanden worden geplot.



Figuur 96 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte in het wadzand (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



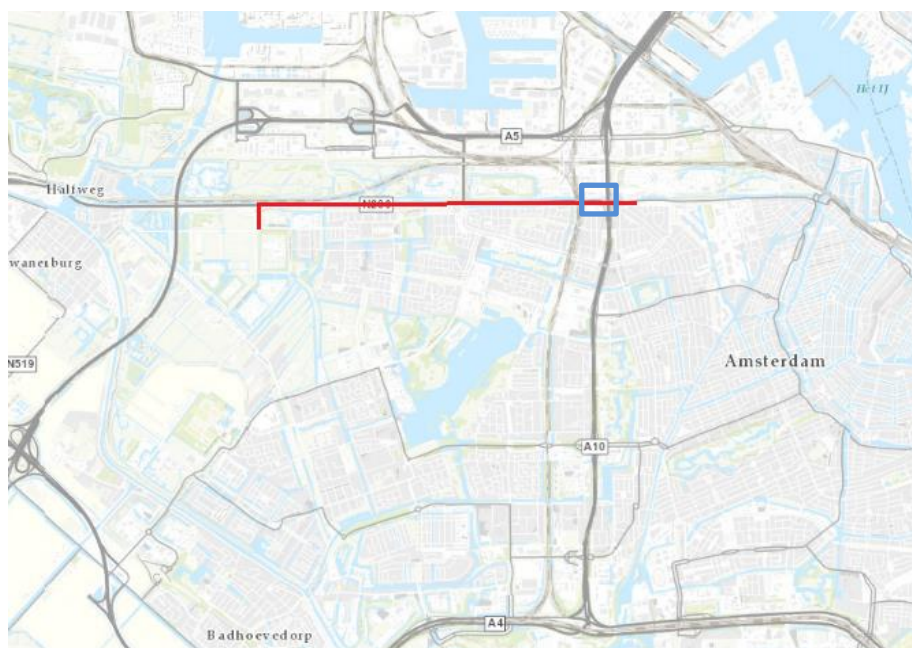
Figuur 97 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 21 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft. De bovenste kaart geeft de verlaging weer van het opgebrachte zand, de onderste kaart van het Hollandveen.



Figuur 98 *Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 21 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.*

2.16 Westelijke oprit A10

De locatie van deze bemaling bevindt zich ter hoogte van de oprit A10 en is weergegeven in figuur 99. De aan te leggen leiding kruist hier meteen 900 mm leiding. De te bemalen sleuf is west - oost georiënteerd, zie figuur 100. De bodemopbouw is weergegeven in bijlage 2. De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 52.



Figuur 99 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 52 Modelopbouw en geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-2,0	variabel	ophoogzand	5	
	-2,0	-2,01	0,01			1
	-2,01	-5,0	2,99	Hollandveen	1	
	-5,0	-6,5	1,5	klei		300
eerste	-6,5	-10	3,5	wadzand	3	
	-10	-12	2	klei/Basisveen		3500
tw eede	-12	-60,0	45,7	Pleistoceen zand	20	

In tabel 53 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling.

Tabel 53 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	noordzijde	NAP -0,60 m
	zuidzijde	NAP -0,40 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf		maximaal NAP -0,30 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP 0,00 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -3,00 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -3,50 m
omtrek bouw sleuf		circa 20 x 2 m
bemalingsmethode		sleufbemaling met sleufbekisting
afmeting sleufbemaling		maximaal 30 x 2 m per keer
bemalingsduur		28 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling

In tabel 54 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -3,50 m (50 cm onder de bodem van de bouwsleuf, i.v.m. de aanleg van een lasverbinding) bedraagt maximaal 320 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 28 dagen wordt in totaal 2624 m³ onttrokken.

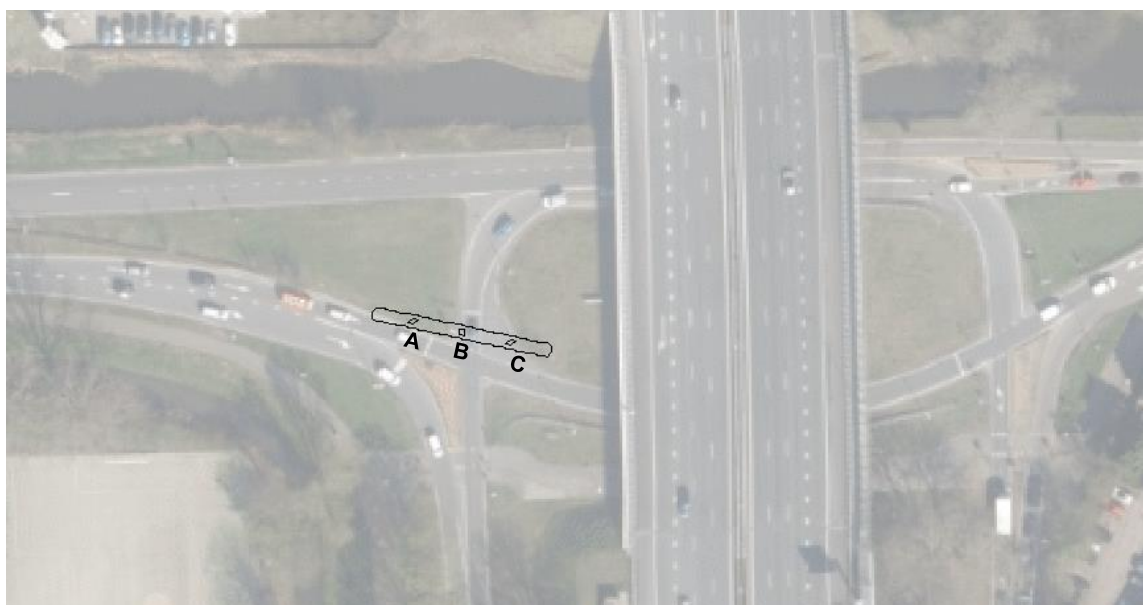
In figuur 101 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 100. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in drie fasen. In de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoger debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende 10 dagen. Vervolgens wordt het debiet nog verder verlaagd, zodat de grondwaterstand niet meer dan nodig omlaag wordt getrokken.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 102 en 103. De maximale verlaging na 28 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van ongeveer NAP -4,10 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 55 m vanaf de bouwsleuf.

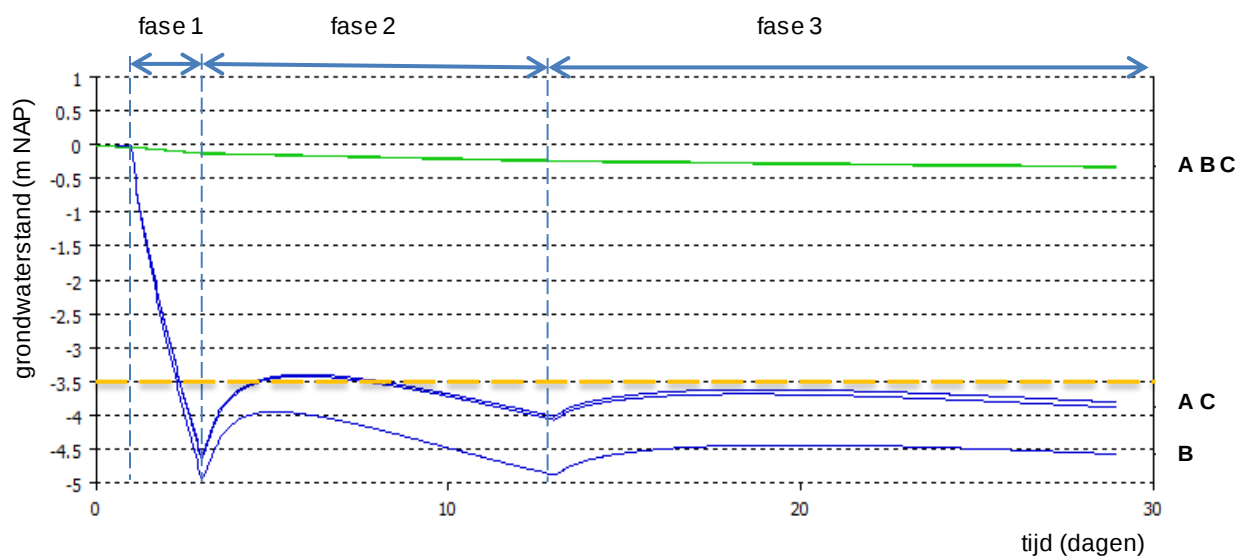
Het onttrokken water kan naar verwachting worden geloosd op de nabijgelegen sloot aan de zuidkant van het tracé, maar moet dan wel worden belucht. Dit moet worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

Tabel 54 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 30 m.

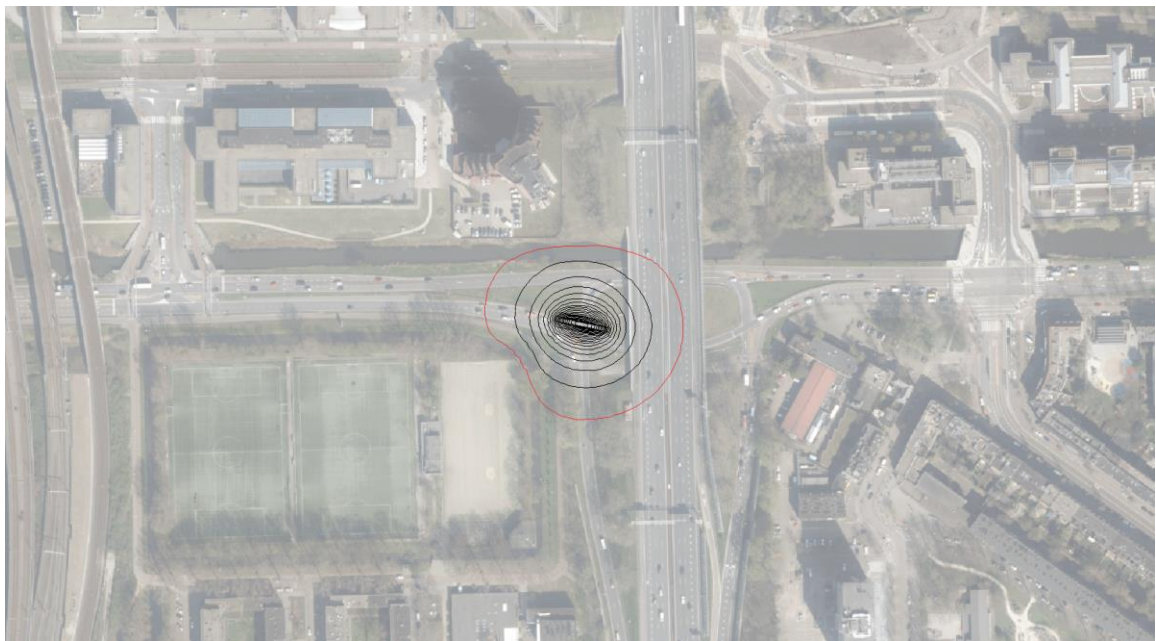
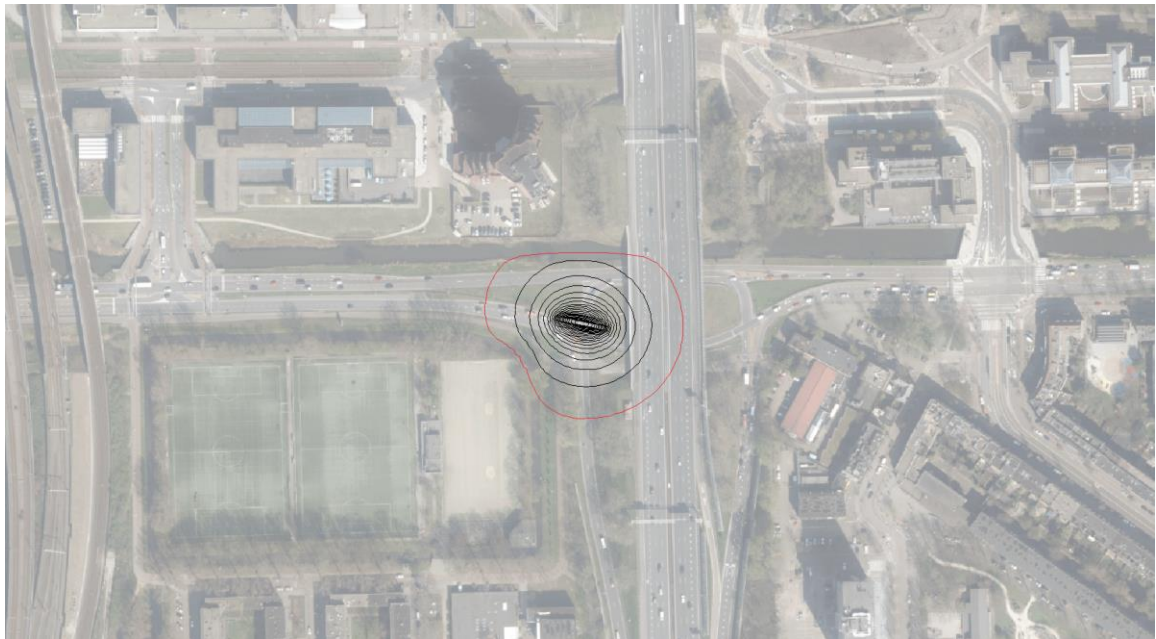
periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	13,4	320	640
dag 3-12	4,0	96	960
dag 14-28	2,6	64	1024
totaal 28 dagen			2624



Figuur 100 Locatie A, B en C, waarvan in figuur 101 de berekende grondwaterstanden worden geplot.



Figuur 101 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte in het wadzand (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



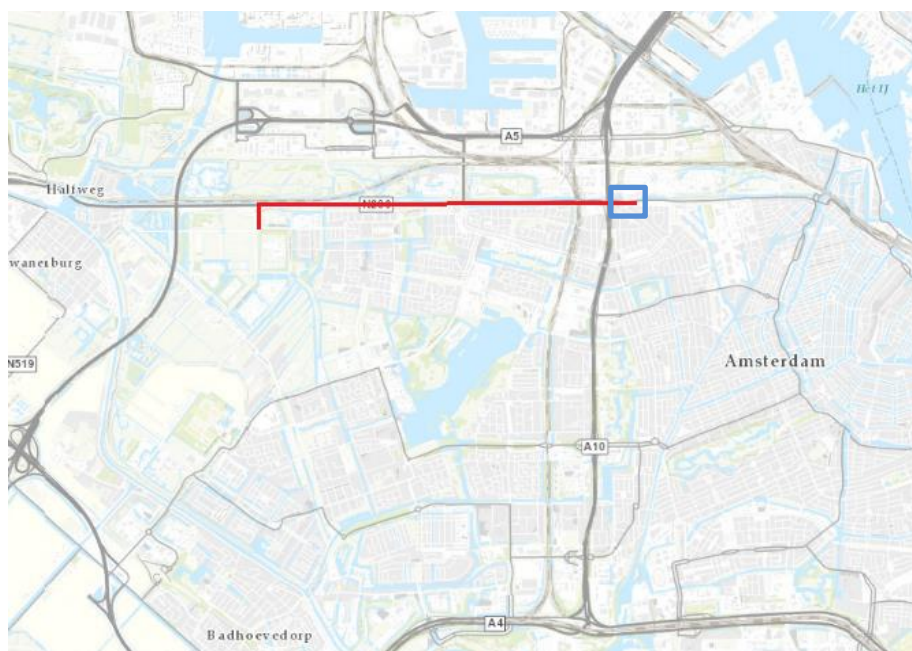
Figuur 102 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 28 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlagingslijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft. De bovenste kaart geeft de verlaging weer van het opgebrachte zand, de onderste kaart van het Hollandveen.



Figuur 103 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 28 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.

2.17 Oostelijke afrit A10

De locatie van het model is weergegeven in figuur 104 en bevindt zich in het verlengde van de oostelijke afrit van de A10. De te bemalen sleuf is noord - zuid georiënteerd, zie figuur 105. De bodemopbouw is weergegeven in bijlage 2. De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 55.



Figuur 104 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 55 Modelopbouw en geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-2,0	variabel	ophoogzand	5	
	-2,0	-2,01	0,01			1
	-2,01	-5,0	2,99	Hollandveen	1	
	-5,0	-6,5	1,5	klei		300
eerste	-6,5	-10	3,5	wadzand	3	
	-10	-12	2	klei/Basisveen		3500
tw eede	-12	-60,0	45,7	Pleistoceen zand	20	

In tabel 56 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling.

Tabel 56 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	noordzijde	NAP -0,60 m
	zuidzijde	NAP -0,40 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf		maximaal NAP -0,20 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP 0,00 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -2,20 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -2,50 m
onttrek bouw sleuf		circa 10 x 4 m
bemaalingsmethode		sleufbemaling met sleufbekisting
afmeting sleufbemaling		maximaal 20 x 4 m per keer
bemaalingsduur		14 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling

In tabel 57 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -2,50 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 172 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 14 dagen wordt in totaal 1082 m³ onttrokken.

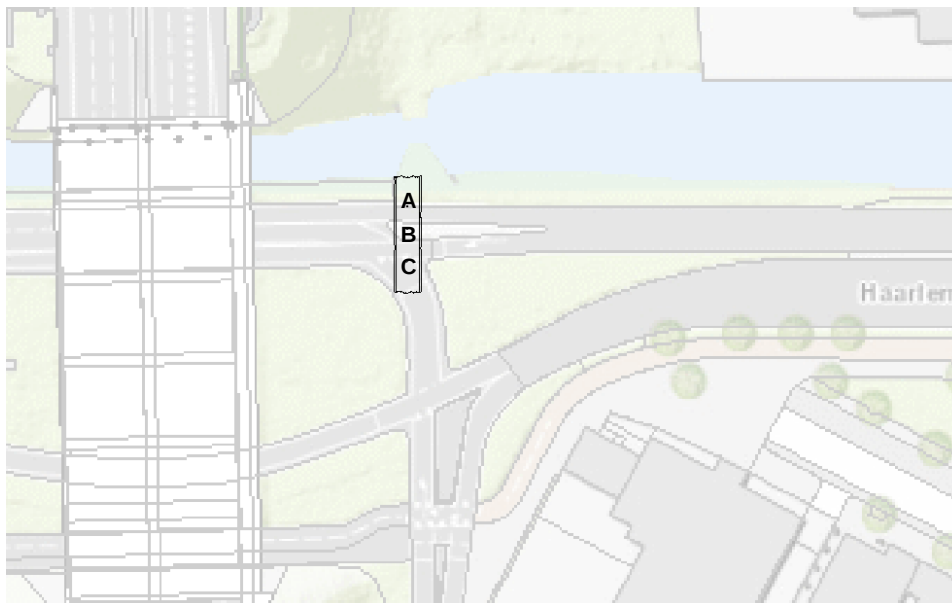
In figuur 106 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 105. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in twee fasen. Tijdens de eerste fase (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoger debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt om in den droge te kunnen werken. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 12 dagen dat hier gewerkt wordt (waarschijnlijk doordeweekse dagen). Er is verder niet aan gerekend, maar halverwege fase twee zou het debiet opnieuw kunnen worden verlaagd.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 107 en 108. De maximale verlaging na 14 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -3,00 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 50 m vanaf de bouwsleuf.

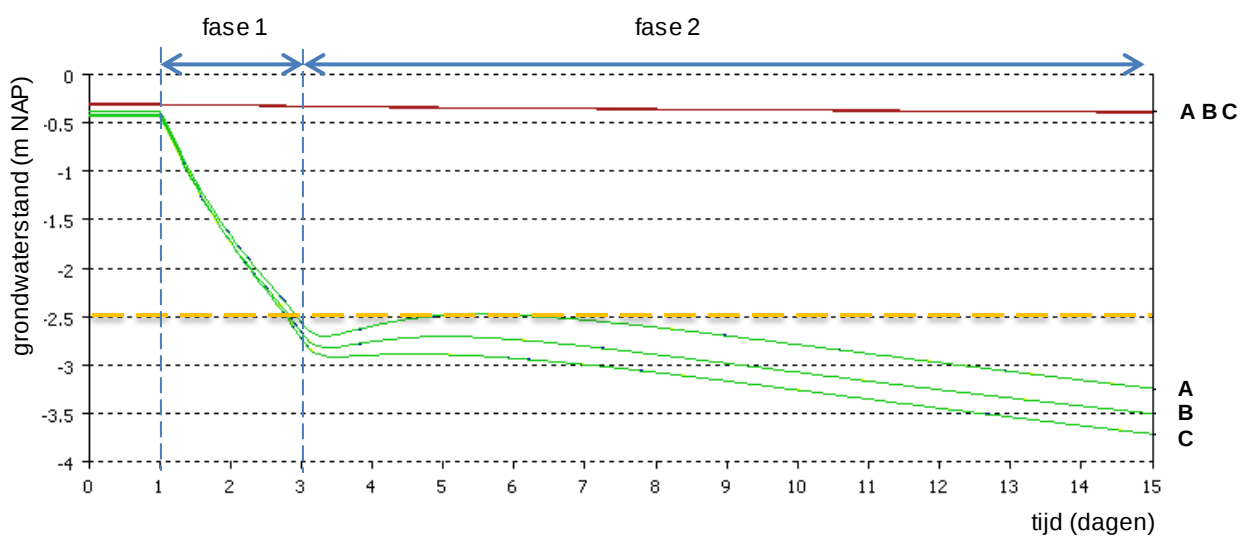
Het onttrokken water kan naar verwachting niet worden geloosd op de nabijgelegen sloot of Haarlemmervaart, omdat het water waarschijnlijk vervuild is. Op basis van eerder uitgevoerd onderzoek (Waternet, 2017) moet dit worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

Tabel 57 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 20 m.

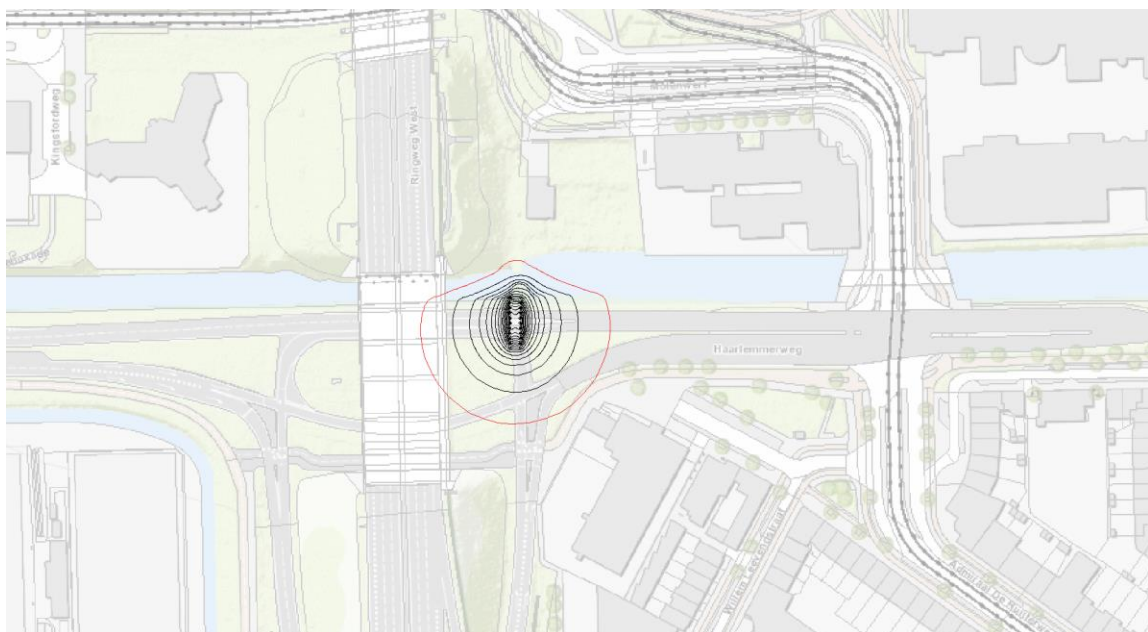
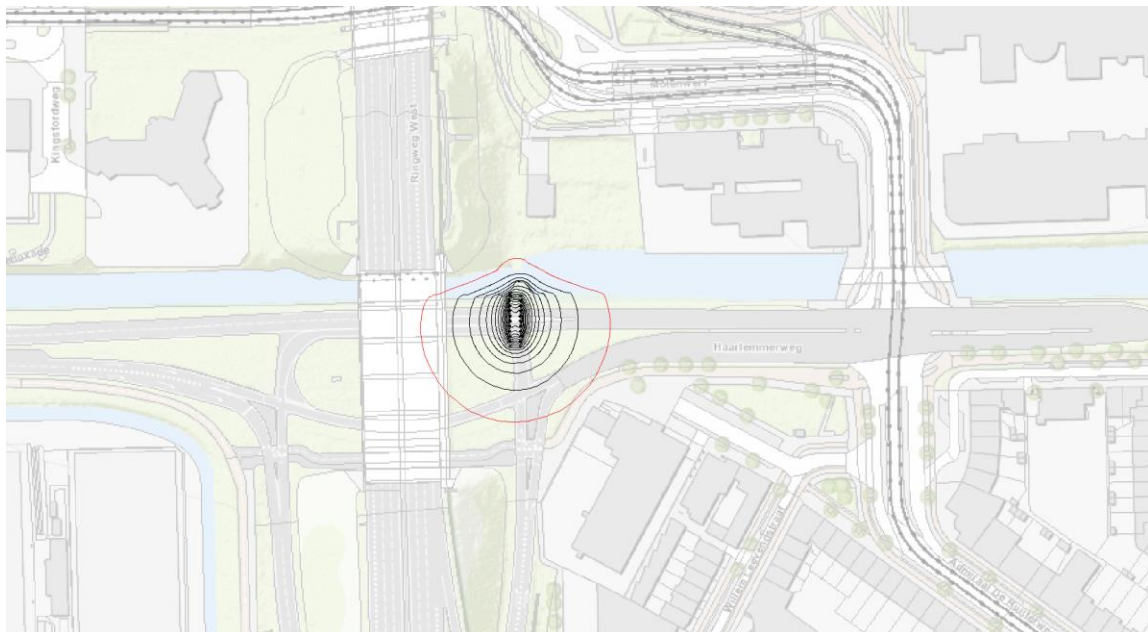
periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	7,2	172	343
dag 3-14	2,6	62	739
totaal 14 dagen			1082



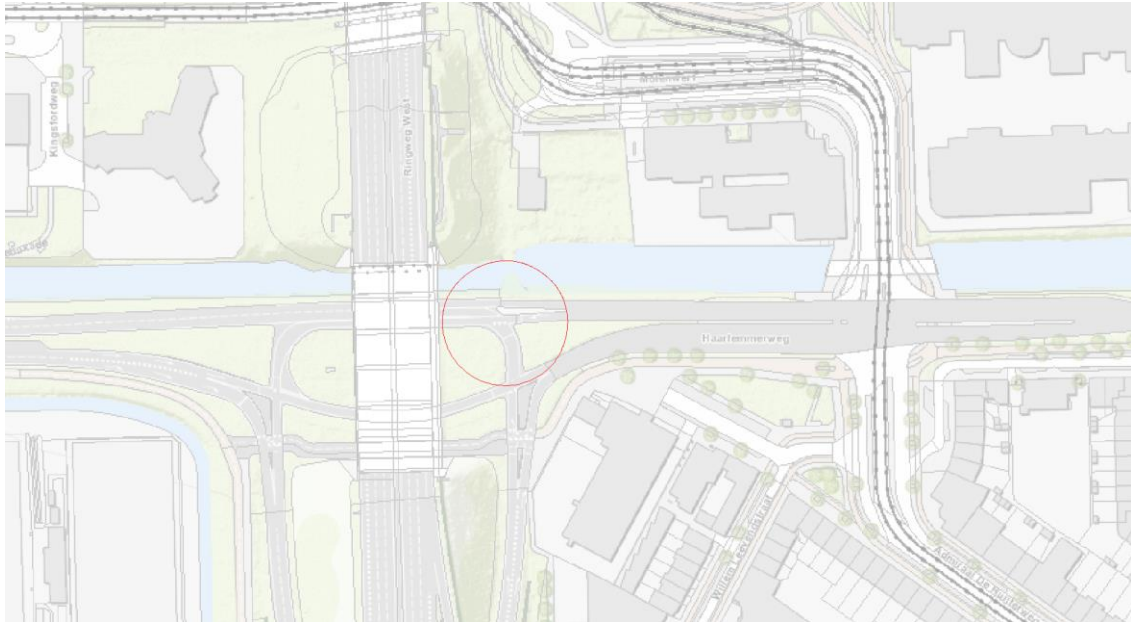
Figuur 105 Locatie A, B en C, waarvan in figuur 106 de berekende grondwaterstanden worden geplot.



Figuur 106 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (groen) en de stijghoogte in het wadzand (rood) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



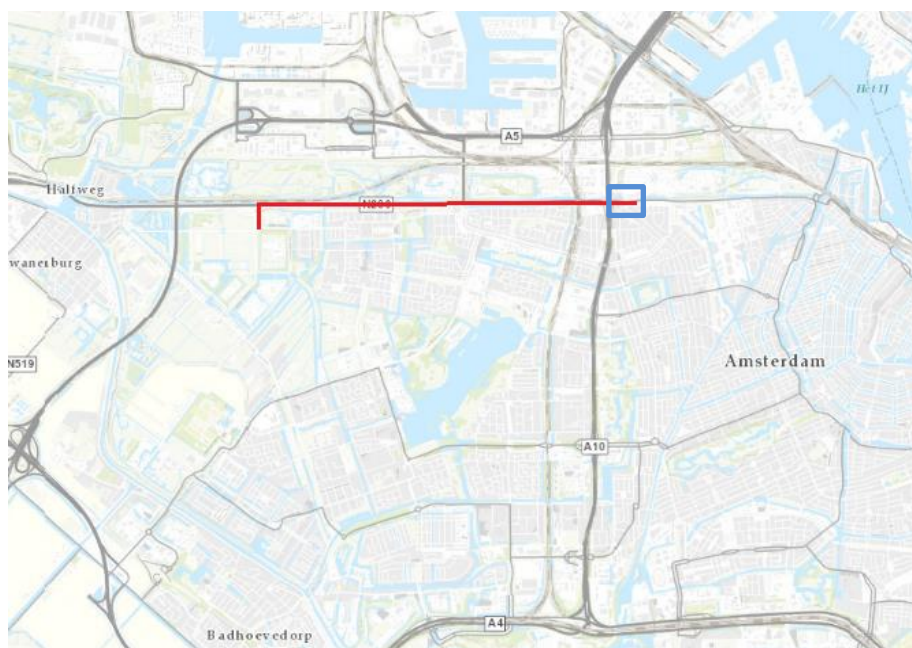
Figuur 107 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 14 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft. De bovenste kaart geeft de verlaging weer van het opgebrachte zand, de onderste kaart van het Hollandveen.



Figuur 108 *Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 14 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlagingsslijn aan. Vanwege de geringe verlaging zijn er geen andere isohypsen te tekenen.*

2.18 Middenberm tussen de A10 en de Admiraal de Ruijterweg

De locatie van het model is weergegeven in figuur 109 en bevindt zich in de middenberm van de Haarlemmerweg tussen de A10 en de Admiraal de Ruijterweg. De aan te leggen leiding kruist hier met een 900 mm leiding. De te bemalen sleuf is west-oost georiënteerd, zie figuur 110. De bodemopbouw is weergegeven in bijlage 2. De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 58.



Figuur 109 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 58 Modelopbouw en geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-2,0	variabel	ophoogzand	5	
	-2,0	-2,01	0,01			1
	-2,01	-5,0	2,99	Hollandveen	1	
	-5,0	-6,5	1,5	klei		300
eerste	-6,5	-10	3,5	wadzand	3	
	-10	-12	2	klei/Basisveen		3500
tw eede	-12	-60,0	45,7	Pleistoceen zand	20	

In tabel 59 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling.

Tabel 59 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	noordzijde	NAP -0,60 m
	zuidzijde	NAP -0,40 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf		maximaal NAP -0,20 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP 0,70 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -2,70 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -3,00 m
omtrek bouw sleuf		circa 30 x 3 m
bemaalingsmethode		sleufbemaling met sleufbekisting
afmeting sleufbemaling		maximaal 40 x 3 m per keer
bemaalingsduur		14 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling

In tabel 60 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -3,00 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 340 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 14 dagen wordt in totaal 1968 m³ onttrokken.

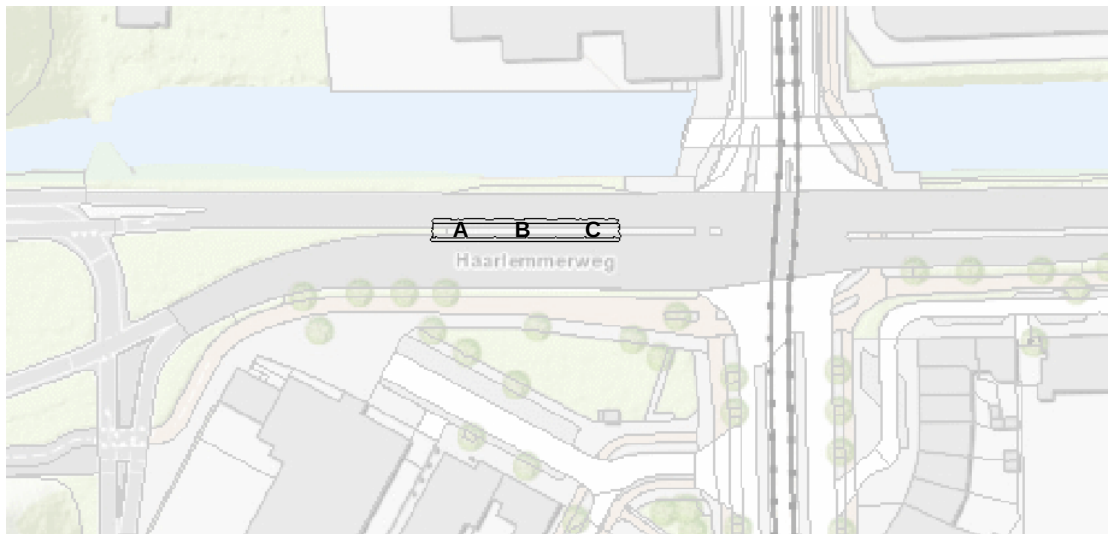
In figuur 111 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 110. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in drie fasen. In de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoger debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende 4 dagen. Vervolgens wordt het debiet nog verder verlaagd, zodat de grondwaterstand niet meer dan nodig omlaag wordt getrokken.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 112 en 113. De maximale verlaging na 14 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -3,45 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 60 m vanaf de bouwsleuf.

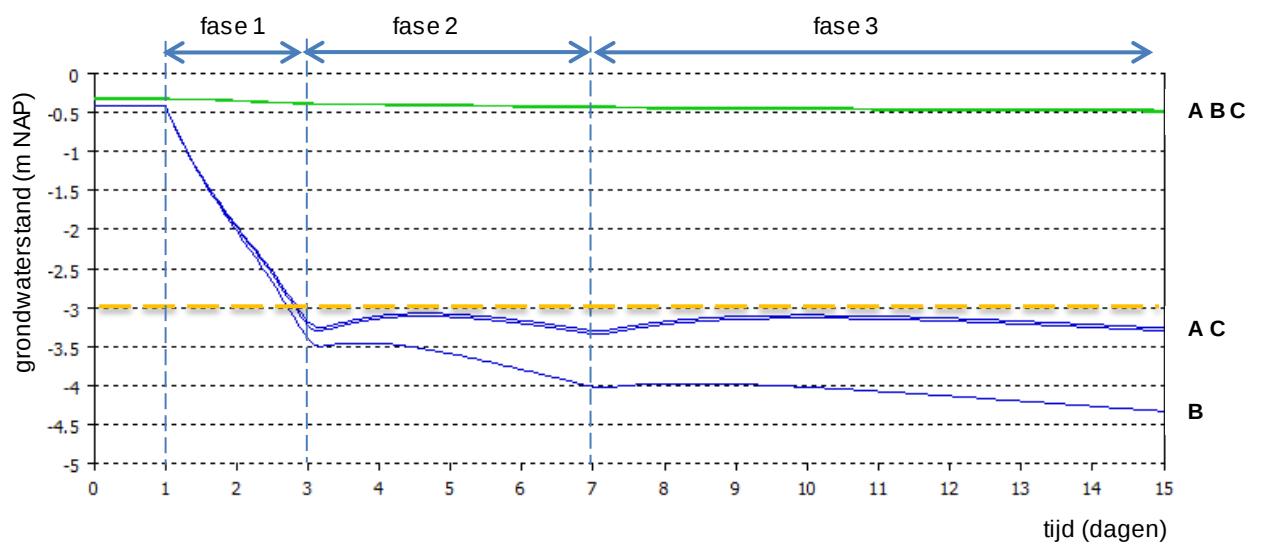
Het onttrokken water kan naar verwachting niet worden geloosd op de nabijgelegen sloot of Haarlemmervaart, omdat het water waarschijnlijk veruild is. Op basis van eerder uitgevoerd onderzoek (Waternet, 2017) moet dit worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

Tabel 60 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 40 m.

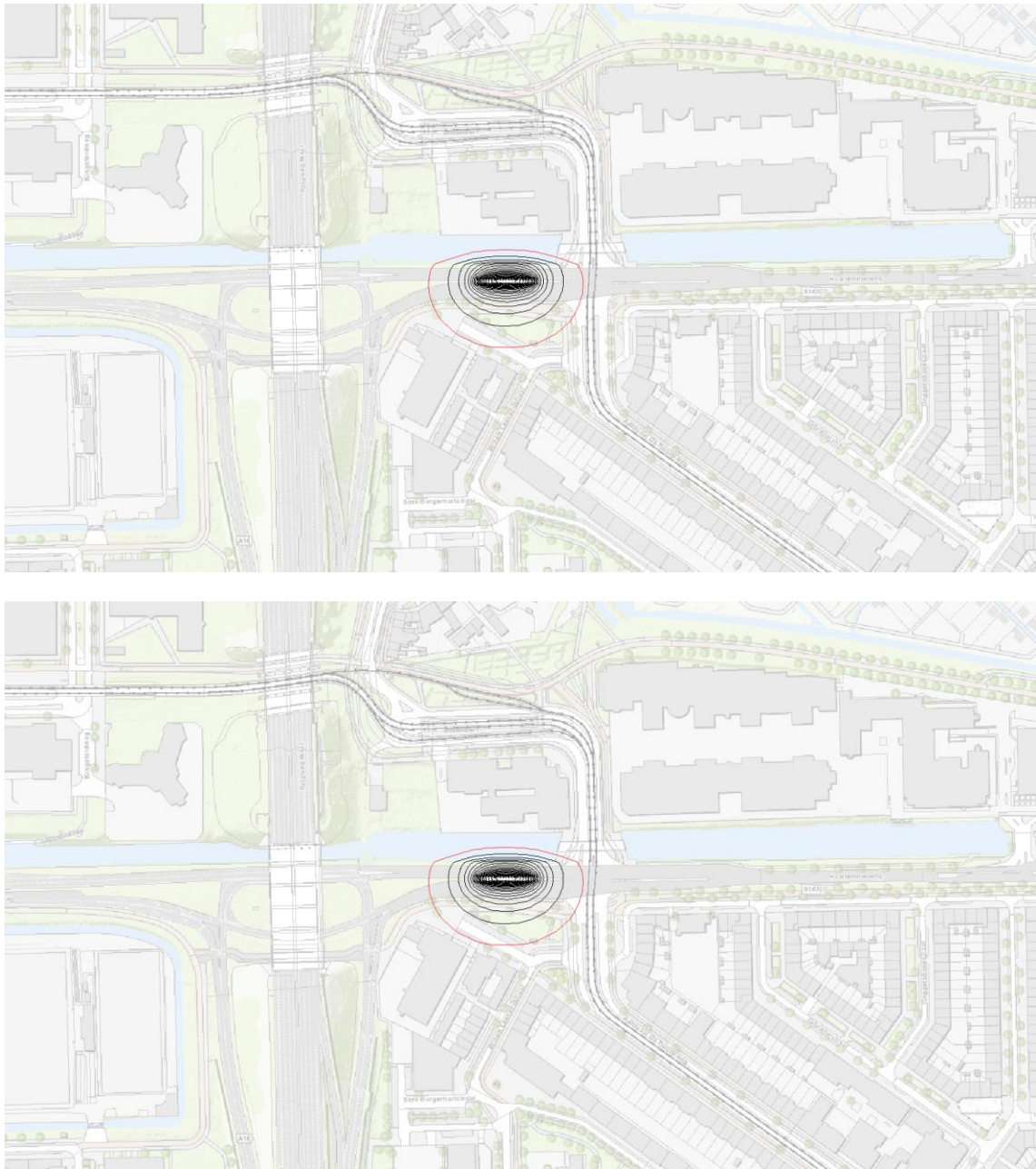
periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	14,2	340	680
dag 3-6	5,8	138	552
dag 7-14	3,8	92	736
totaal 14 dagen			1968



Figuur 110 Locatie A, B en C, waarvan in figuur 111 de berekende grondwaterstanden worden geplot.



Figuur 111 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte in het wadzand (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.

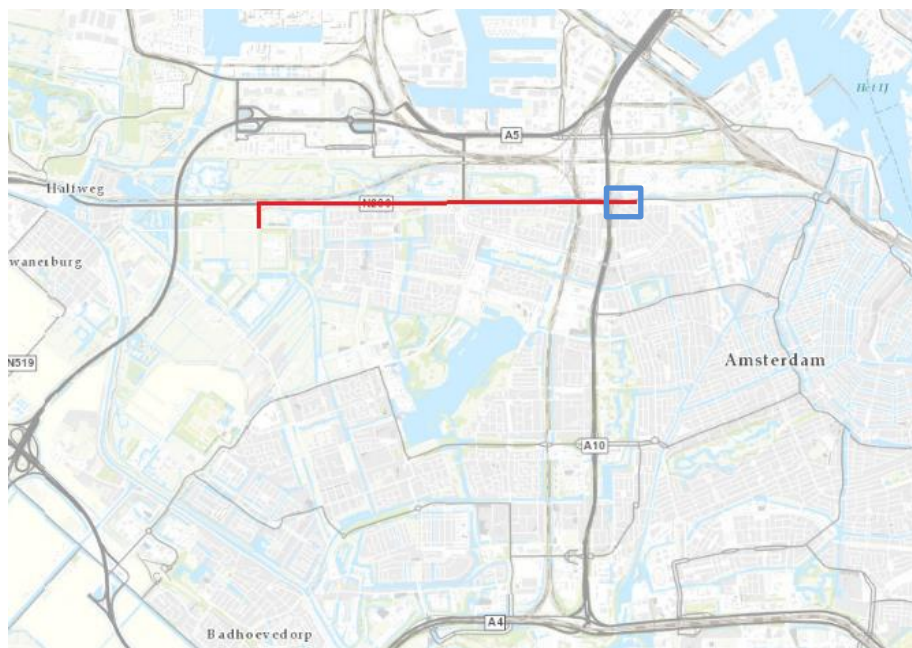


Figuur 112 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 14 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohyps en worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft. De bovenste kaart geeft de verlaging weer van het opgebrachte zand, de onderste kaart van het Hollandveen.

Figuur 113 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 14 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlagingsslijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.

2.19 Fietspad tussen de A10 en de Admiraal de Ruijterweg

De locatie van het model is weergegeven in figuur 114 en bevindt zich in het fietspad ten zuiden van de Haarlemmerweg, tussen de A10 en de Admiraal de Ruijterweg. De te bemalen sleuf is west - oost georiënteerd, zie figuur 115. De bodemopbouw is weergegeven in bijlage 2. De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 61.



Figuur 114 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 61 Modelopbouw en geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-2,0	variabel	ophoogzand	5	
	-2,0	-2,01	0,01			1
	-2,01	-5,0	2,99	Hollandveen	1	
	-5,0	-6,5	1,5	klei		300
eerste	-6,5	-10	3,5	wadzand	3	
	-10	-12	2	klei/Basisveen		3500
twede	-12	-60,0	45,7	Pleistoceen zand	20	

In tabel 62 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling.

Tabel 62 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	noordzijde	NAP -0,60 m
	zuidzijde	NAP -0,40 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf		maximaal NAP -0,70 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP 0,70 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -2,20 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -2,50 m
omtrek bouw sleuf		circa 20 x 8 m
bemaalingsmethode		sleufbemaling
afmeting sleufbemaling		maximaal 30 x 8 m per keer
bemaalingsduur		70 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling

In tabel 63 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -2,50 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 576 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 70 dagen wordt in totaal 7776 m³ onttrokken.

In figuur 116 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 115. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in vier fasen. In de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoger debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende 10 dagen. Vervolgens wordt het debiet nog twee keer opnieuw verlaagd, zodat de grondwaterstand niet verder omlaag wordt getrokken dan nodig voor de werkzaamheden.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 117 en 118. De maximale verlaging na 70 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -3,80 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 110 m vanaf de bouw-sleuf.

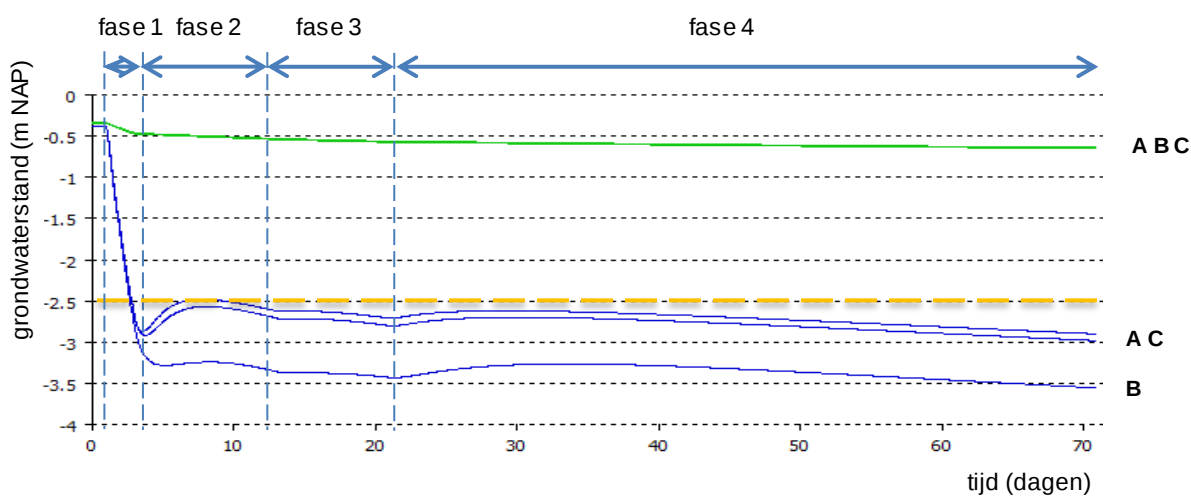
Figuur 119 toont de berekende verlaging van de grondwaterstand ter plaatse van het dichtstbijzijnde gebouw, zoals weergegeven met een oranje stip in figuur 115. De hoogte van de houten paalfundering van dit gebouw is ook weergegeven in figuur 119. Het blijkt dat de verlaging minder ver doorzet dan de bekende hoogte van de paalkoppen. Binnen de toegepaste randvoorwaarden kan de bemaling op deze wijze veilig worden uitgevoerd.

Tabel 63 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 30 m.

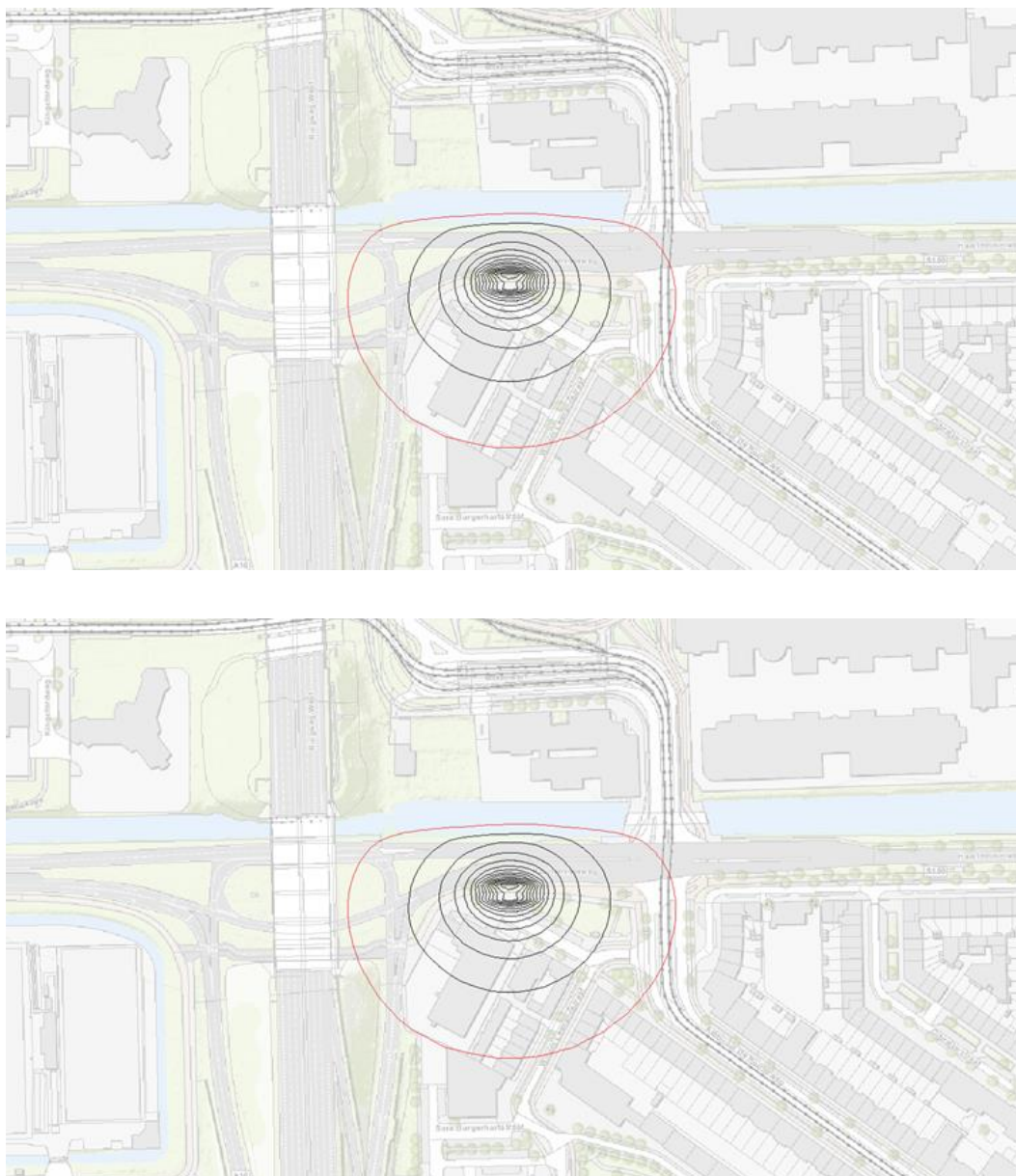
periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	24,0	576	1152
dag 3-12	5,3	126	1260
dag 13-20	4,5	108	864
dag 21-70	3,8	90	4500
totaal 70 dagen			7776



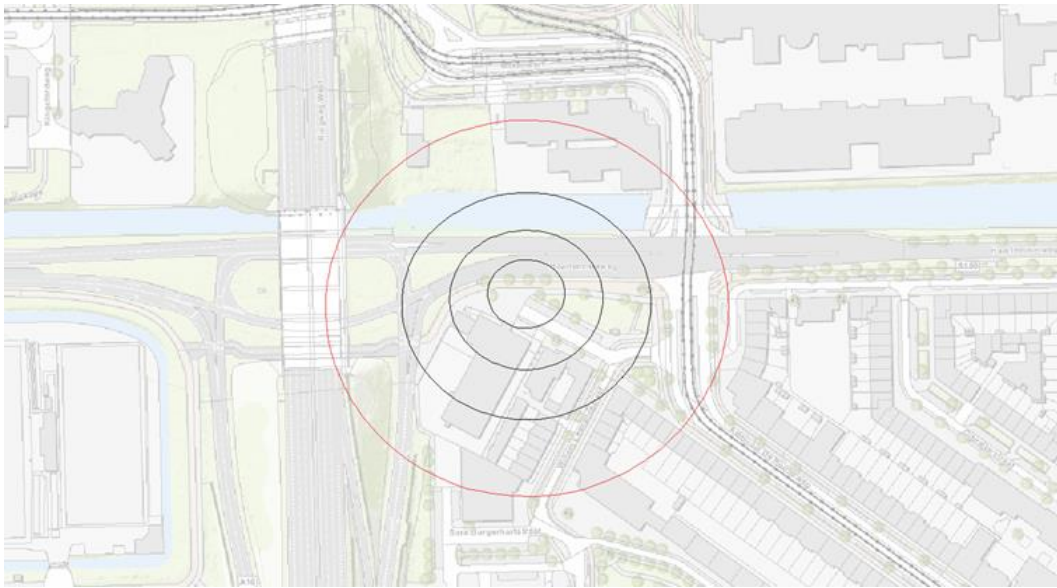
Figuur 115 Locatie A, B en C, waarvan in figuur 116 de berekende grondwaterstanden worden geplot. De oranje stip wordt gebruikt voor de analyse van de verlaging ten opzichte van de houten paalkoppen.



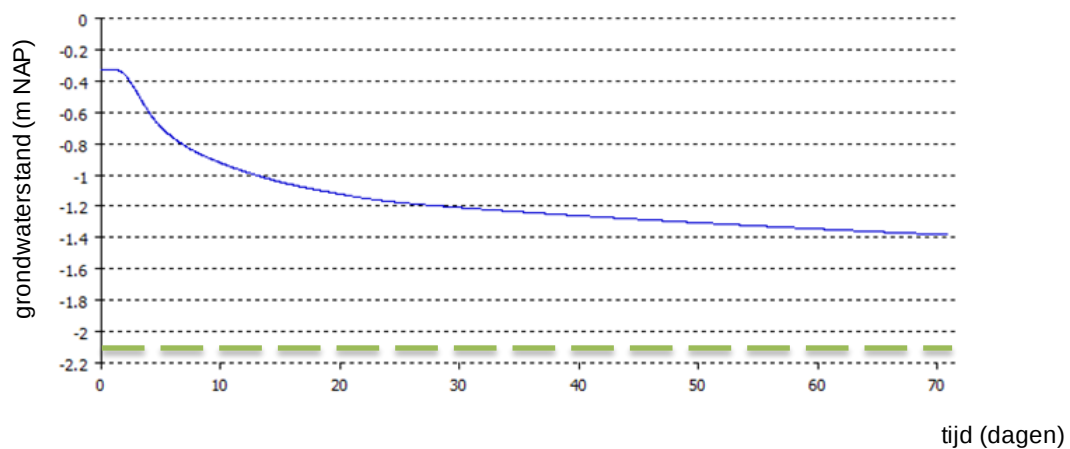
Figuur 116 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte in het wadzand (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



Figuur 117 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 70 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft. De bovenste kaart geeft de verlaging weer van het opgebrachte zand, de onderste kaart van het Hollandveen.



Figuur 118 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 70 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.

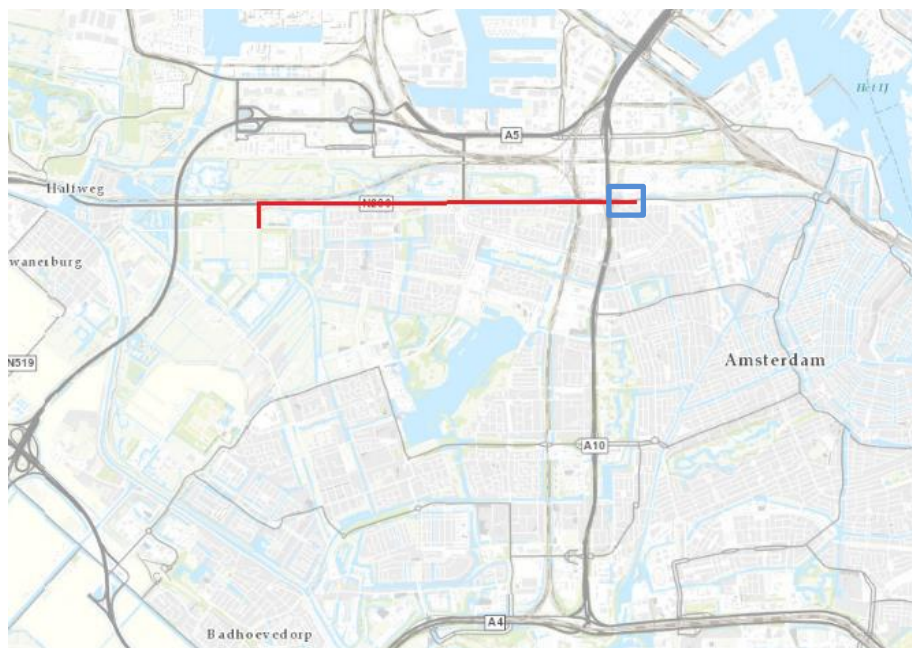


Figuur 119 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand gedurende de bemalingsperiode op de locatie zoals is weergegeven met de oranje stip in figuur 115. De groene stippellijn geeft op deze locatie de maximale hoogte van de houten funderingen (Bijlage 4).

Het onttrokken water kan naar verwachting niet worden geloosd op de nabijgelegen sloot of Haarlemmervaart, omdat het water waarschijnlijk vervuild is. Op basis van eerder uitgevoerd onderzoek (Waternet, 2017) moet dit worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

2.20 Plantsoen tussen de A10 en de Admiraal de Ruijterweg

De locatie van het model is weergegeven in figuur 120 en bevindt zich in het plantsoen ten zuiden van de Haarlemmerweg, tussen de A10 en de Admiraal de Ruijterweg. De te bemalen sleuf is west-oost georiënteerd, zie figuur 121. De bodemopbouw is weergegeven in bijlage 2. De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 64.



Figuur 120 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 64 Modelopbouw en geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-2,0	variabel	ophoogzand	5	
	-2,0	-2,01	0,01			1
	-2,01	-5,0	2,99	Hollandveen	1	
	-5,0	-6,5	1,5	klei		300
eerste	-6,5	-10	3,5	wadzand	3	
	-10	-12	2	klei/Basisveen		3500
twede	-12	-60,0	45,7	Pleistoceen zand	20	

In tabel 65 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling.

Tabel 65 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	noordzijde	NAP -0,60 m
	zuidzijde	NAP -0,40 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf		maximaal NAP -0,20 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP 0,70 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -2,20 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -2,50 m
onttrek bouw sleuf		circa 10 x 2 m
bemaalingsmethode		sleufbemaling met sleufbekisting
afmeting sleufbemaling		maximaal 20 x 2 m
bemaalingsduur		7 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling

In tabel 66 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -2,50 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 259 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 7 dagen wordt in totaal 1186 m³ onttrokken.

Tabel 66 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 20 m.

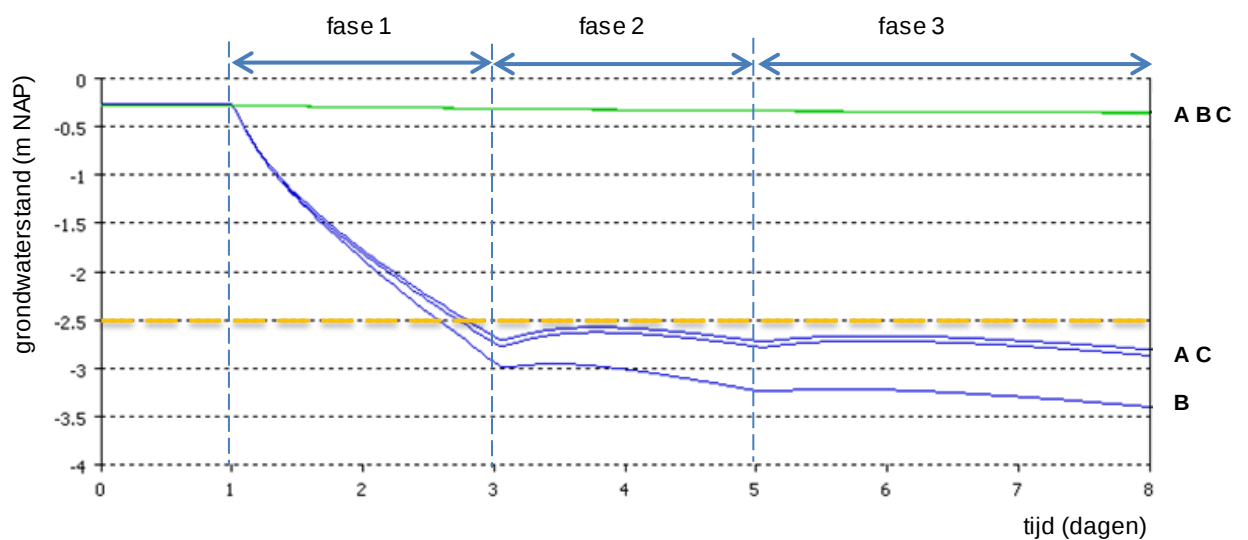
periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	10,8	259	518
dag 3-4	6,3	151	302
dag 5-7	5,1	122	366
totaal 7 dagen			1186

In figuur 122 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 121. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in drie fasen. Tijdens de eerste fase (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoger debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt om in den droge te kunnen werken. Hierna wordt in de volgende twee fasen met steeds een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 5 dagen dat hier gewerkt wordt (waarschijnlijk door-deweekse dagen).

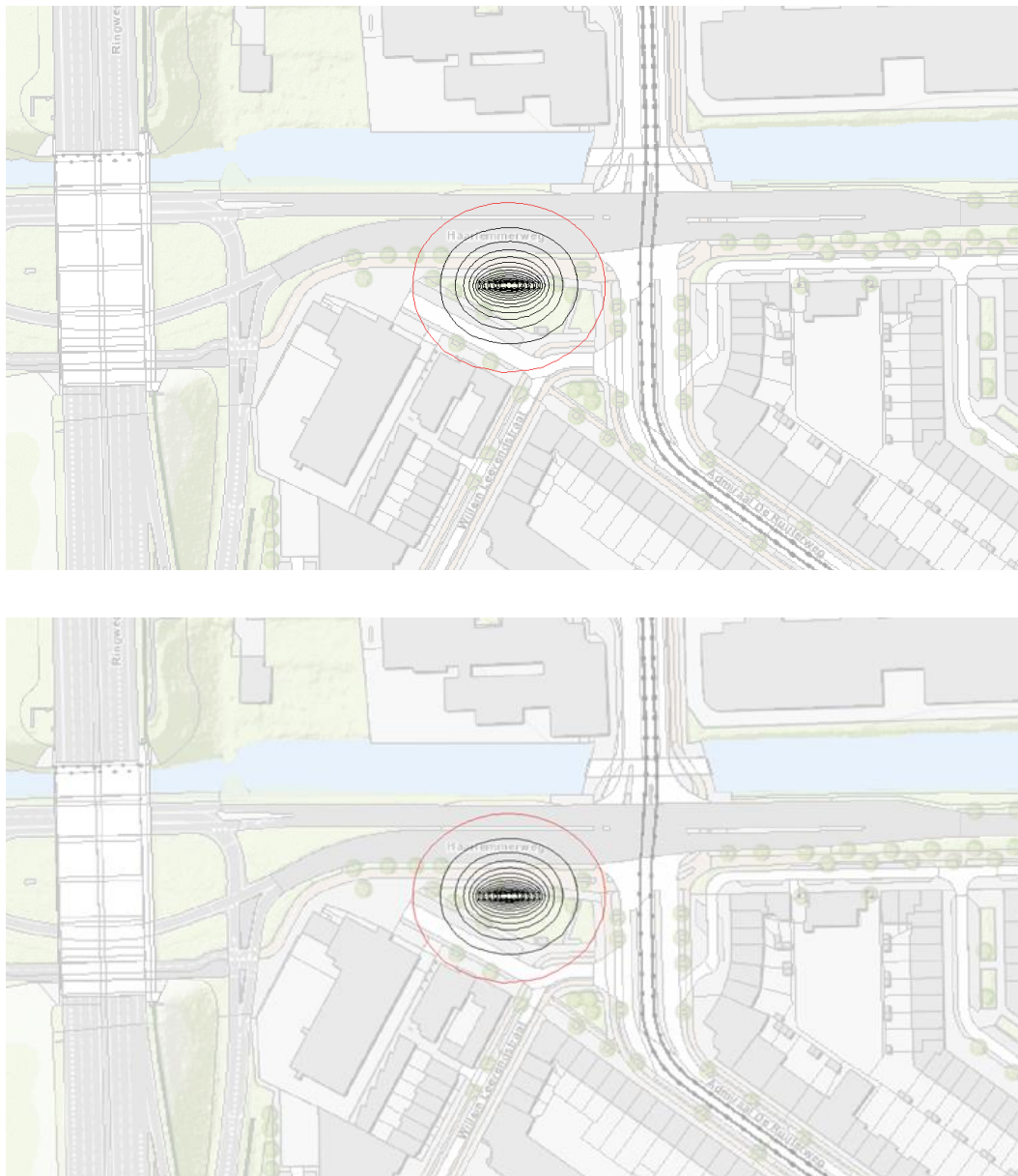
De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 123 en 124. De maximale verlaging na 7 dagen bemalen reikt tot plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -4,50 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 35 m vanaf de bouw-sleuf.



Figuur 121 Locatie A, B en C, waarvan in figuur 122 de berekende grondwaterstanden worden geplot.



Figuur 122 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte in het wad (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



Figuur 123 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft. De bovenste kaart geeft de verlaging weer van het opgebrachte zand, de onderste kaart van het Hollandveen.

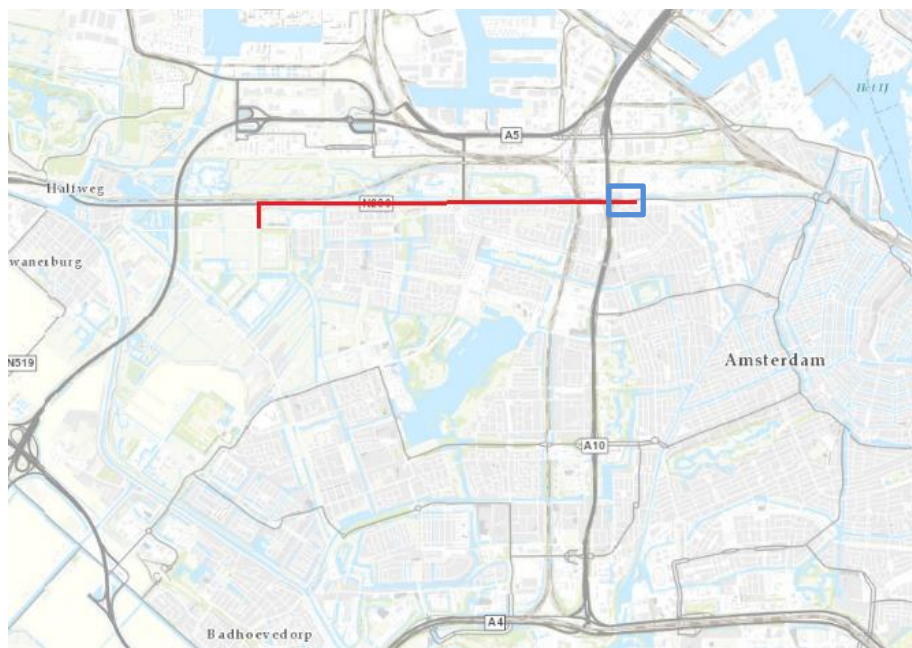


Figuur 124 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan. Vanwege de geringe verlaging zijn er geen andere isohypsen getekend.

Het onttrokken water kan naar verwachting niet worden geloosd op de nabijgelegen sloot of Haarlemmervaart, omdat het water waarschijnlijk vervuild is. Op basis van eerder uitgevoerd onderzoek (Waternet, 2017) moet dit worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

2.21 Van plantsoen bij Admiraal de Ruijterweg naar vaart, zuid

De locatie van het model is weergegeven in figuur 125 tussen de A10 en de Admiraal de Ruijterweg. De te bemalen sleuf is noord - zuid georiënteerd, zie figuur 126. Het tracé loopt vanaf het plantsoen over het fietspad naar het midden van de Haarlemmerweg. De aan te leggen leiding wordt hier aangesloten op de reeds bestaande leidingen en hierbij wordt gewerkt met damwanden. De bodemopbouw is weergegeven in bijlage 2. De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 67.



Figuur 125 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 67 Modelopbouw en geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-2,0	variabel	ophoogzand	5	
	-2,0	-2,01	0,01			1
	-2,01	-5,0	2,99	Hollandveen	1	
	-5,0	-6,5	1,5	klei		300
eerste	-6,5	-10	3,5	wadzand	3	
	-10	-12	2	klei/Basisveen		3500
twede	-12	-60,0	48	Pleistoceen zand	20	

In tabel 68 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling.

Tabel 68 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	noordzijde	NAP -0,60 m
	zuidzijde	NAP -0,40 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf		maximaal NAP -0,20 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP 0,70 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -3,40 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -3,70 m
onttrek bouw sleuf		circa 16 x 4 m
bemaalingsmethode		sleufbemaling met damwand
diepte damwand in model		tot NAP -10,00 m
afmeting sleufbemaling		maximaal 20 x 4 m per keer
bemaalingsduur		56 dagen
type bemaling		alleen freetisch, geen spanningsbemaling

In tabel 69 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -3,70 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 312 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 56 dagen wordt in totaal 6081 m³ onttrokken.

Tabel 69 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 20 m.

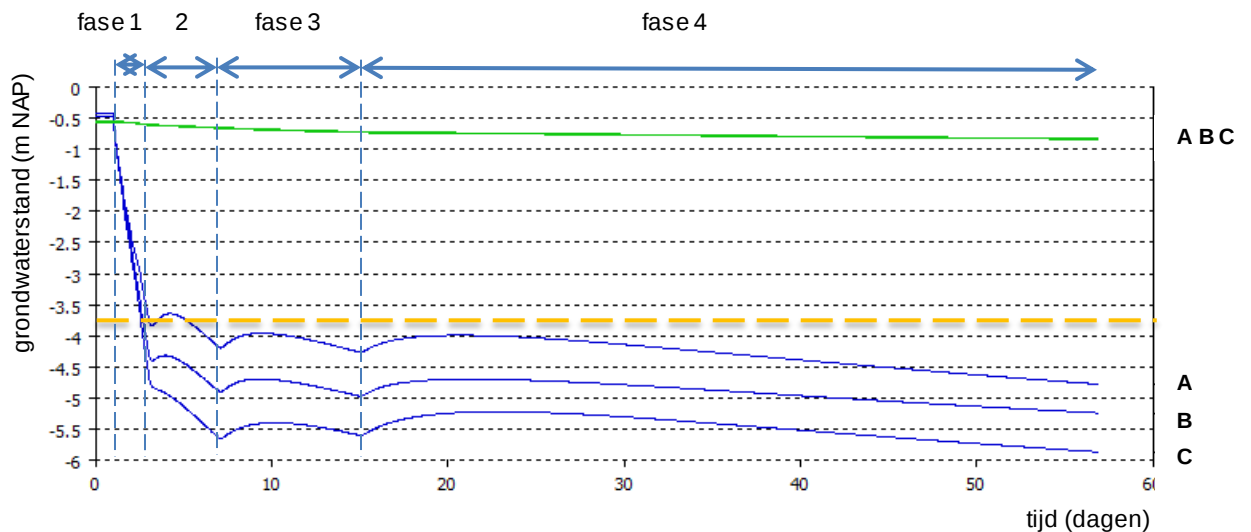
periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	13,0	312	625
dag 3-6	6,4	154	616
dag 7-26	4,6	110	2200
dag 27-56	3,6	88	2640
totaal 56 dagen			6081

In figuur 127 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 126. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in vier fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoger debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee gedurende 4 dagen met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden. Hierna worden in fase drie en vier met een nog kleiner debiet bemalen, zodat de grondwaterstand niet meer dan nodig omlaag wordt getrokken. Figuur 127 toont dat in het deel van de bouwput dat aan de kant van de vaart ligt een kleinere verlaging wordt bereikt. Dit komt omdat in het model de onttrekkingsfilters evenredig over de bouwput zijn verspreid en met elk filter hetzelfde debiet wordt onttrokken. In dit stadium gaat

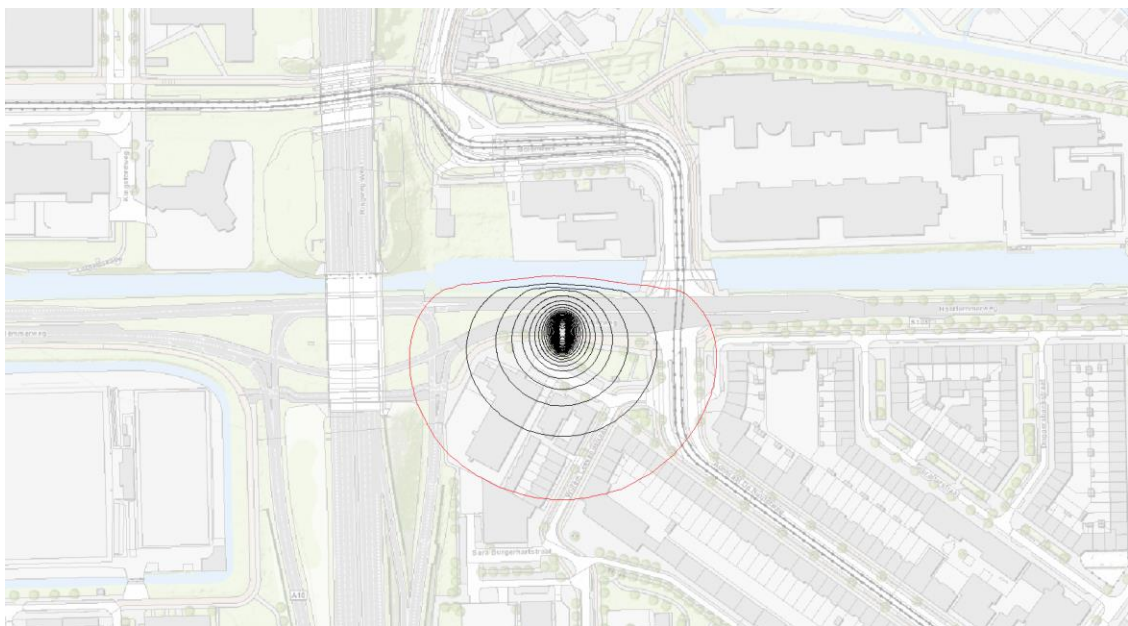
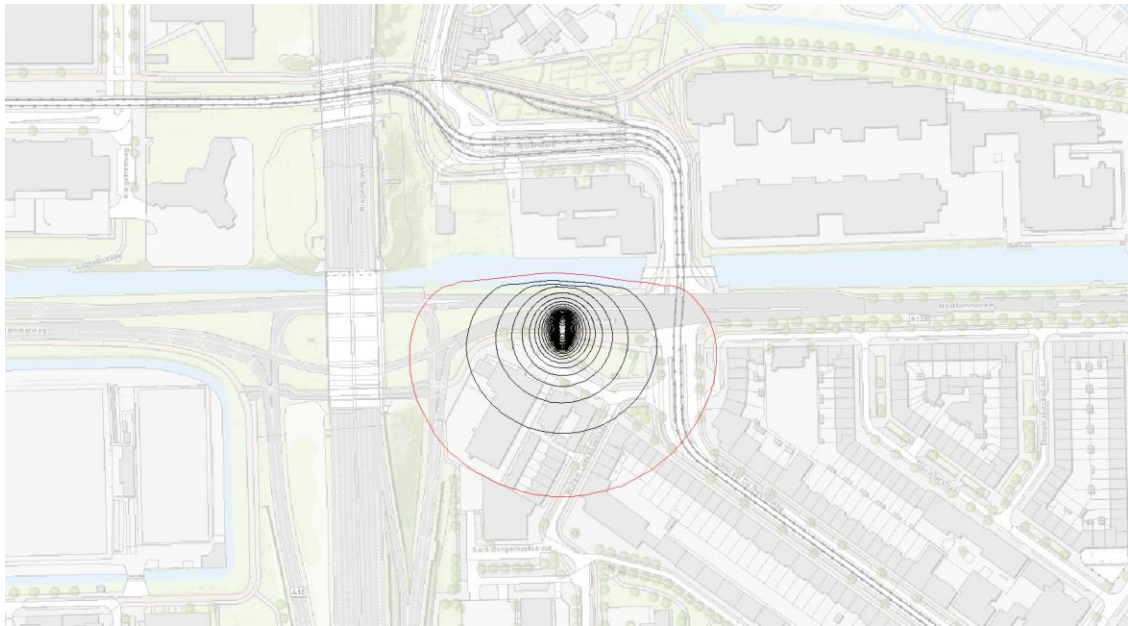
het te ver om in het model de debieten per filter te optimaliseren, maar in het werk zou met dit fenomeen wel rekening kunnen worden gehouden door bijvoorbeeld de filters aan de noordkant van de sleuf dichter op elkaar te plaatsen. Het totaal onttrokken debiet zal hierdoor lager zijn en ook de te grote verlaging aan de zuidkant zal verminderen.



Figuur 126 Locatie A, B en C, waarvan in figuur 127 de berekende grondwaterstanden worden geplot. De oranje stip wordt gebruikt voor de analyse van de verlaging ten opzichte van de houten paalkoppen.



Figuur 127 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte in het wadzand (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.

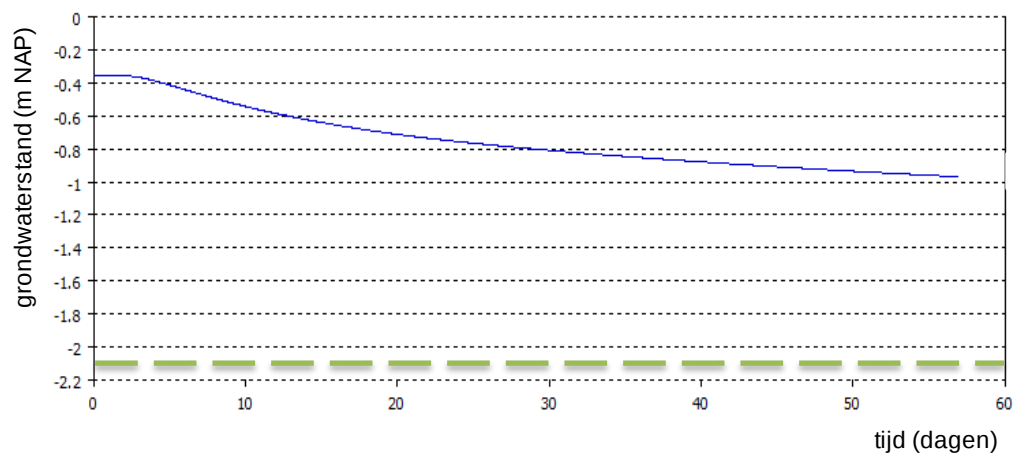


Figuur 128 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 56 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft. De bovenste kaart geeft de verlaging weer van het opgebrachte zand, de onderste kaart van het Hollandveen.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 128 en 129. De maximale verlaging na 56 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van ongeveer NAP -4,10 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 100 m vanaf de bouwsleuf. Figuur 130 toont dat de houten palen van de bebouwing ten zuiden van de bemaling niet worden drooggetrokken.



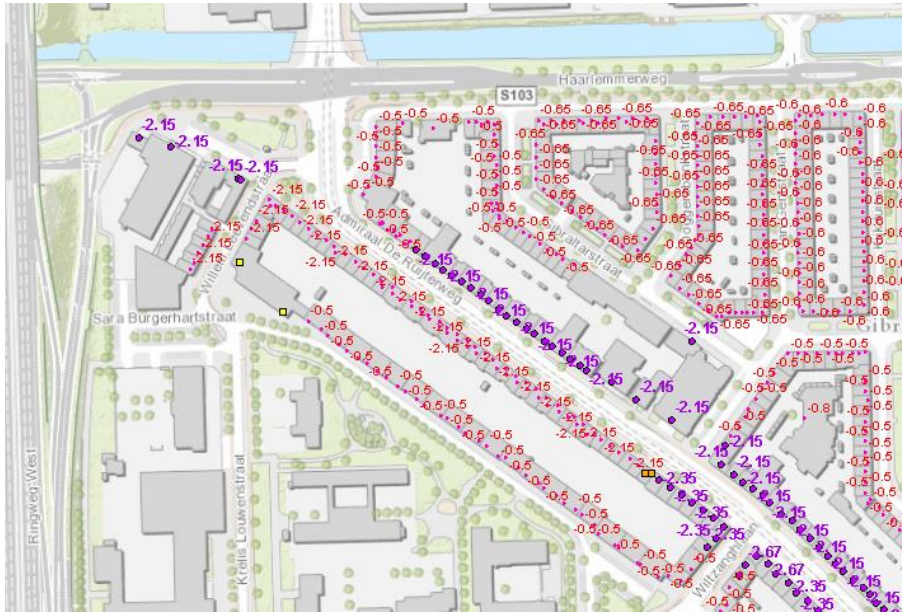
Figuur 129 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 56 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlagingsslijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.



Figuur 130 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand gedurende de bemalingsperiode. De groene stippellijn geeft de maximale hoogte van de houten funderingen (Bijlage 4) op de locatie zoals is weergegeven met de oranje stip in figuur 126.

Ten oosten en zuiden van de bemaling, aan de Admiraal de Ruijterweg en in de Sara Burgerhartstraat, staan panden met houten palen die ondieper zijn, zie figuur 131. De houten palen beginnen al op een diepte van NAP -0,50 m. Figuur 129 laat zien dat aan de oostkant van de bemaling de verlagingsslijn van 5 cm deze funderingen passeert. Figuur 132 toont de berekende freatische grondwaterstand van NAP -0,50 m. De grondwaterstand bij de funderingen blijft hoger dan de houthoogtes. Als alle aannames juist zijn, dan lijkt deze bemaling veilig te kunnen worden uitgevoerd. Vanwege de vele onzekerheden die bij dergelijke berekeningen horen, wordt wel geadvi-

seerd om de grondwaterstanden bij de panden rondom de bemaling scherp in de gaten te houden. In het geval van een grotere verlaging dan verwacht kan met een re-tourbemaling rondom de damwanden de verlaging worden beperkt.



Figuur 131 Bekende houthoogtes rondom de bemaling aan de zuidkant van het plantsoen bij de Admiral de Ruijterweg.

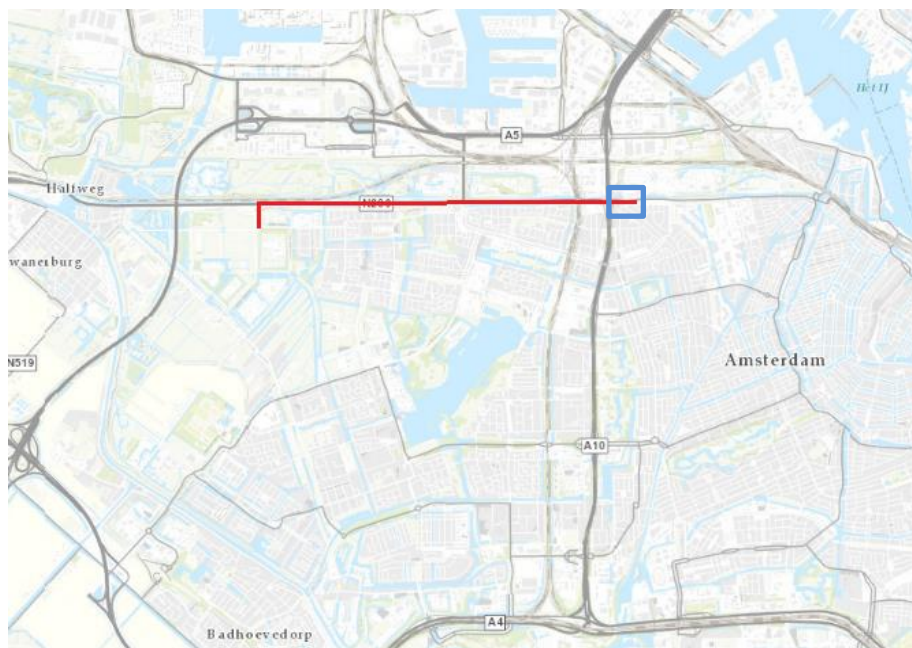


Figuur 132 Berekende isohyps van NAP -0,50 m in het freatische pakket, aan het einde van de bemaling van 56 dagen.

Het onttrokken water kan naar verwachting niet worden geloosd op de nabijgelegen sloot of Haarlemmervaart, omdat het water waarschijnlijk vervuild is. Op basis van eerder uitgevoerd onderzoek (Waternet, 2017) moet dit worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

2.22 Van plantsoen bij Admiraal de Ruijterweg naar vaart, noord

De locatie van het model is weergegeven in figuur 133 tussen de A10 en de Admiraal de Ruijterweg. Het te bemalen gebied is noord - zuid georiënteerd, zie figuur 134. Het tracé loopt vanaf het midden van de Haarlemmerweg over het talud tot in de trekvaart. De aan te leggen leiding wordt hier aangesloten op de reeds bestaande leidingen en hierbij wordt gewerkt met damwanden. De bodemopbouw is weergegeven in bijlage 2. De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 70.



Figuur 133 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 70 Modelopbouw en geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-2,0	variabel	ophoogzand	5	
	-2,0	-2,01	0,01			1
	-2,01	-5,0	2,99	Hollandveen	1	
	-5,0	-6,5	1,5	klei		300
eerste	-6,5	-10	3,5	wadzand	3	
	-10	-12	2	klei/Basisveen		3500
twede	-12	-60,0	45,7	Pleistoceen zand	20	

In tabel 71 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling.

Tabel 71 Uitgangspunten modelberekening.

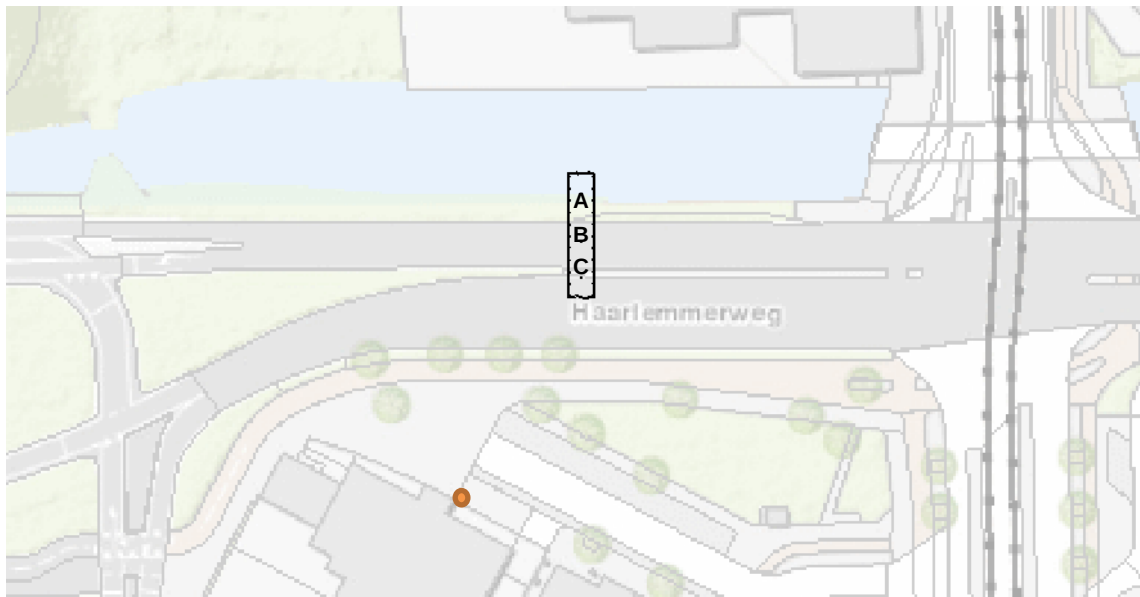
eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	noordzijde	NAP -0,60 m
	zuidzijde	NAP -0,40 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf		maximaal NAP -0,70 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP 0,60 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -3,40 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -3,70 m
omtrek bouw sleuf		circa 20 x 4 m
bemaalingsmethode		sleufbemaling met damwand
diepte damwand in model		tot NAP -10,00 m
afmeting sleufbemaling		maximaal 22 x 4 m per keer
bemaalingsduur		56 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling

In tabel 72 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -3,70 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 264 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 56 dagen wordt in totaal 6811 m³ onttrokken.

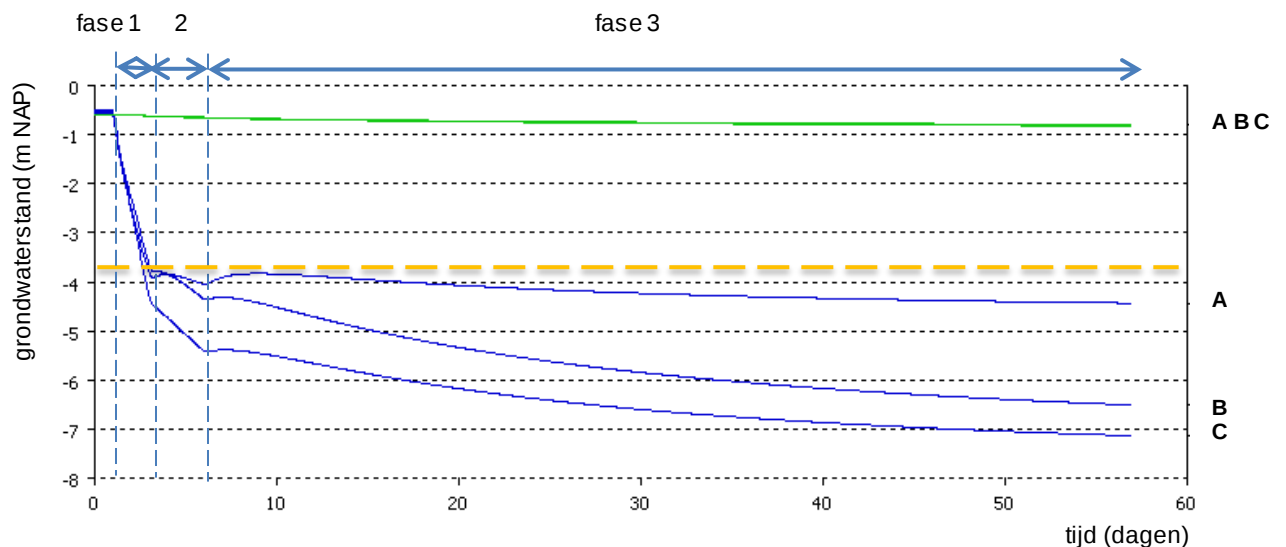
Tabel 72 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 22 m.

periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	11,0	264	528
dag 3-5	6,2	150	449
dag 6-56	4,8	114	5834
totaal 56 dagen			6811

In figuur 135 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 134. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in drie fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoger debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee gedurende 3 dagen met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden. Hierna wordt in fase drie met een nog kleiner debiet bemalen, zodat de grondwaterstand niet meer dan nodig omlaag wordt getrokken.

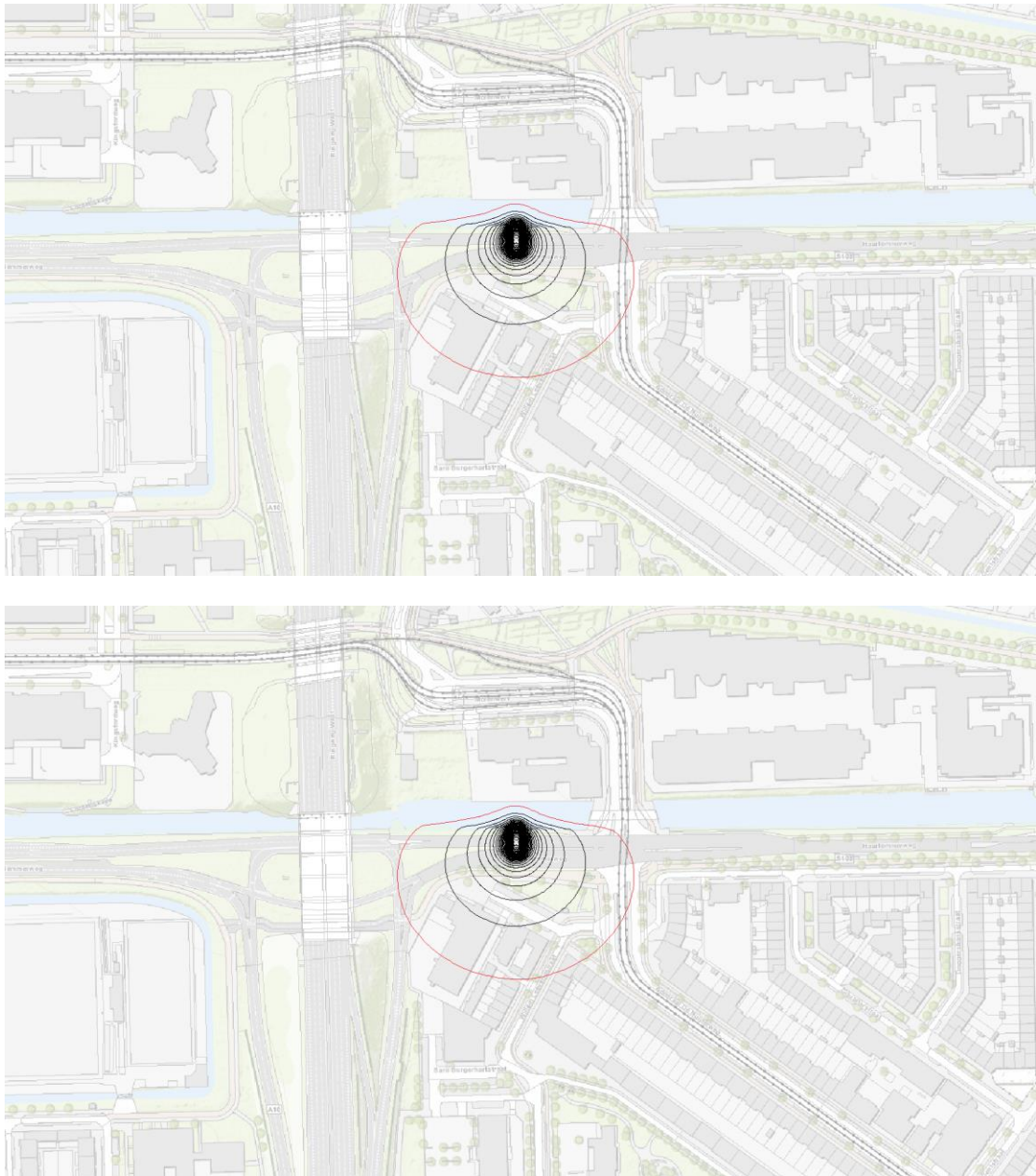


Figuur 134 Locatie A, B en C, waarvan in figuur 133 de berekende grondwaterstanden worden geplot.



Figuur 135 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte in het wadzand (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.

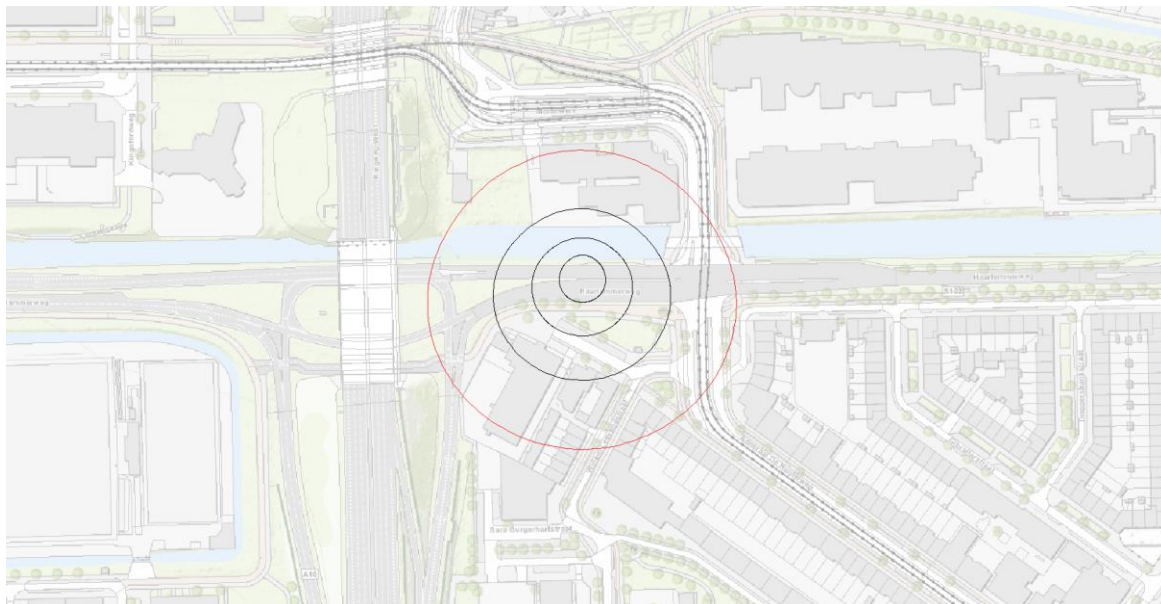
Figuur 135 toont dat in het deel van de bouwput dat aan de kant van de vaart ligt een kleinere verlaging wordt bereikt. Dit komt omdat in het model de onttrekkingsfilters evenredig over de bouwput zijn verspreid en met elk filter hetzelfde debiet wordt onttrokken. In dit stadium gaat het te ver om in het model de debieten per filter te optimaliseren, maar in het werk zou met dit fenomeen wel rekening kunnen worden gehouden door bijvoorbeeld de filters aan de noordkant van de sleuf iets dichter op elkaar te plaatsen. Het totaal onttrokken debiet zal hierdoor lager zijn en ook de te grote verlaging aan de zuidkant zal verminderen.



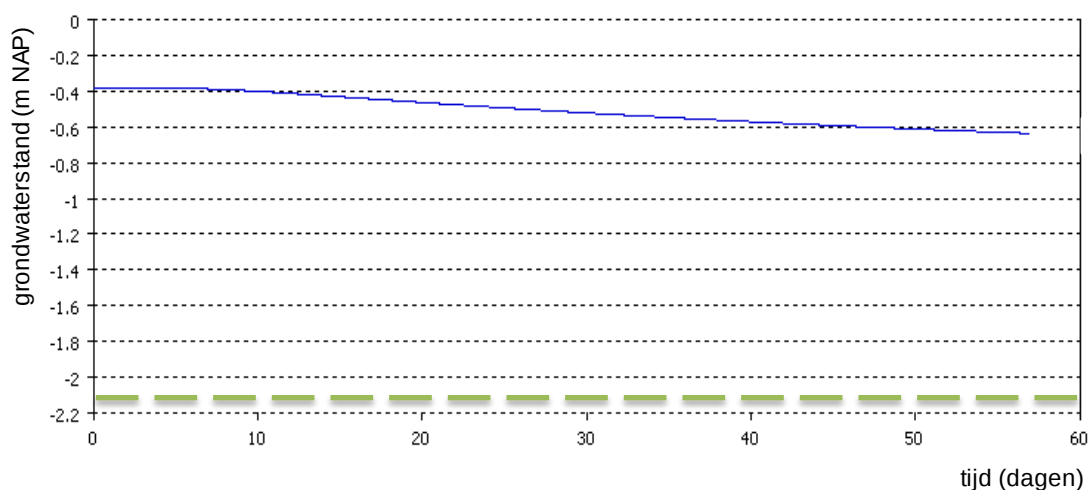
Figuur 136 *Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 56 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft. De bovenste kaart geeft de verlaging weer van het opgebrachte zand, de onderste kaart van het Hollandveen.*

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 136 en 137. De maximale verlaging na 56 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -4,15 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 90 m vanaf de bouwsleuf. Figuur 138 toont dat de houten palen van de bebouwing ten zuiden van de bemaling niet worden drooggetrokken. Zie ook figuur 128, 131 en 132 in § 2.21. Belangrijk is wel dat tussen de verschillende bemalingen in dit plantsoen voldoende

tijd zit om de grondwaterstand de gelegenheid te geven weer omhoog te komen, of er moet gebruik worden gemaakt van een retourbemaling rondom de damwanden.



Figuur 137 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 56 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.

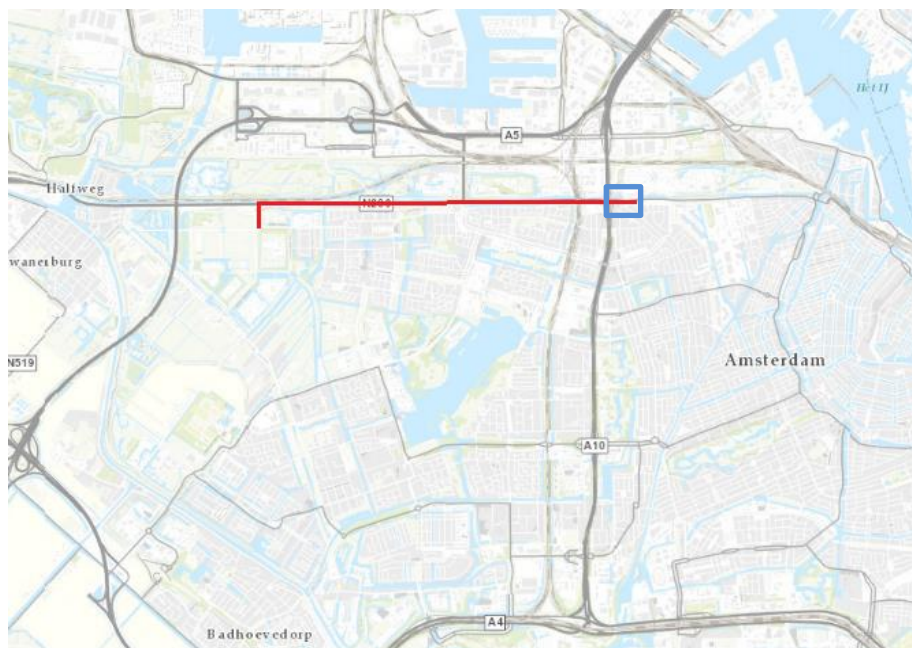


Figuur 138 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand gedurende de bemalingsperiode. De groene stippellijn geeft de maximale hoogte van de houten funderingen (Bijlage 4) op de locatie zoals is weergegeven met de oranje stip in figuur 132.

Het onttrokken water kan naar verwachting niet worden geloosd op de nabijgelegen sloot of Haarlemmervaart, omdat het water waarschijnlijk vervuild is. Op basis van eerder uitgevoerd onderzoek (Waternet, 2017) moet dit worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

2.23 Ten oosten van de Admiraal de Ruijterweg

De locatie van het model is weergegeven in figuur 139 en bevindt zich aan de Haarlemmerweg, ten oosten van de Admiraal de Ruijterweg. De te plaatsen leiding ligt hier dicht bij de Haarlemmervaart, waardoor het debiet naar verwachting relatief hoog is. De te bemalen sleuf is west-oost georiënteerd, zie figuur 140. De bodemopbouw is weergegeven in bijlage 2. De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 73.



Figuur 139 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 73 Modelopbouwen geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-2,0	variabel	ophoogzand	5	
	-2,0	-2,01	0,01			1
	-2,01	-5,0	2,99	Hollandveen	1	
	-5,0	-6,5	1,5	klei		300
eerste	-6,5	-10	3,5	wadzand	3	
	-10	-12	2	klei/Basisveen		3500
twede	-12	-60,0	45,7	Pleistoceen zand	20	

In tabel 74 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling.

Tabel 74 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	noordzijde	NAP -0,60 m
	zuidzijde	NAP -0,40 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf		maximaal NAP -0,20 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP 0,40 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -2,20 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -2,50 m
omtrek bouw sleuf		circa 90 x 4 m
bemalingsmethode		sleufbemaling
afmeting sleufbemaling		maximaal 120 x 4 m
bemalingsduur		21 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling

Voor deze locatie zijn in § 2.23.1 en 2.23.2 twee soorten bemalingen uitgewerkt, respectievelijk zonder en met retourbemaling.

2.23.1 Zonder retourbemaling

In tabel 75 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -2,50 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 1156 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 21 dagen wordt in totaal 7480 m³ onttrokken.

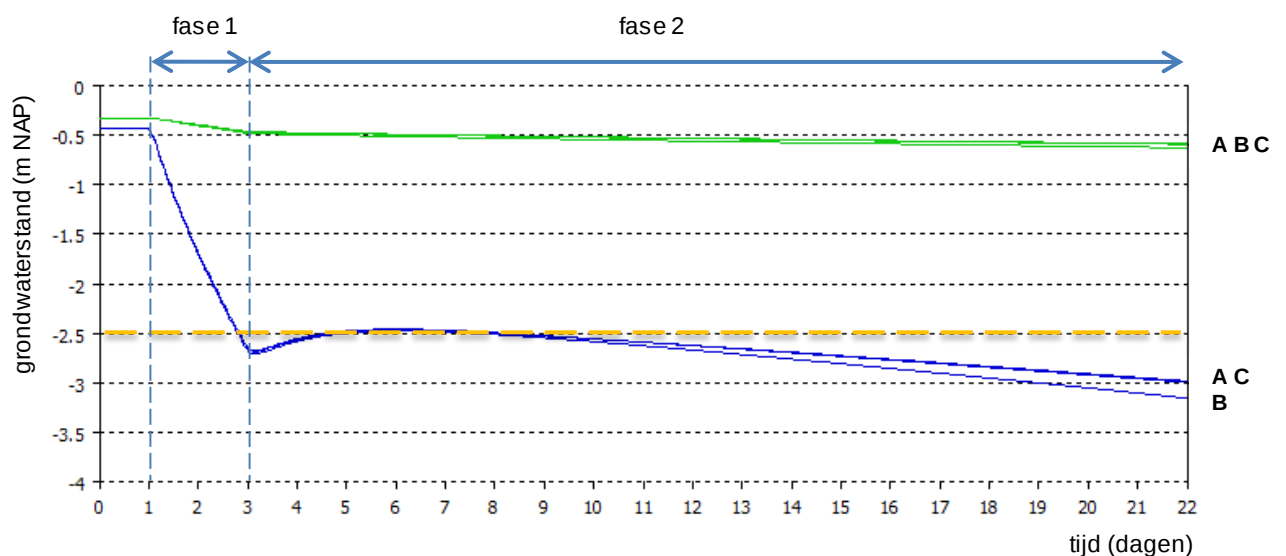
Tabel 75 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 120 m.

periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	48,2	1156	2312
dag 3-21	11,4	272	5168
totaal 21 dagen			7480

In figuur 141 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 140. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in twee fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoog debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 19 dagen dat hier gewerkt wordt.

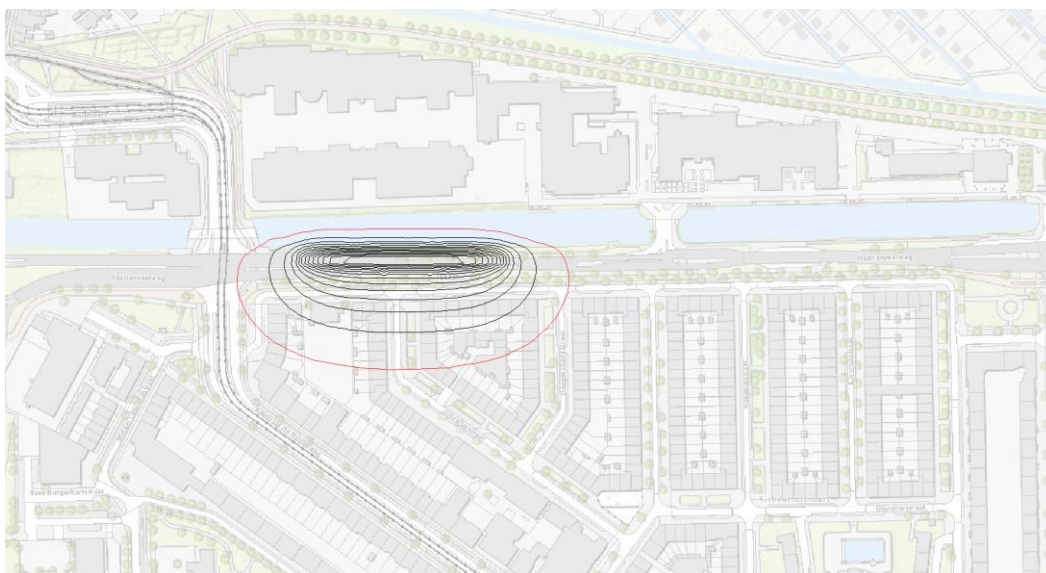
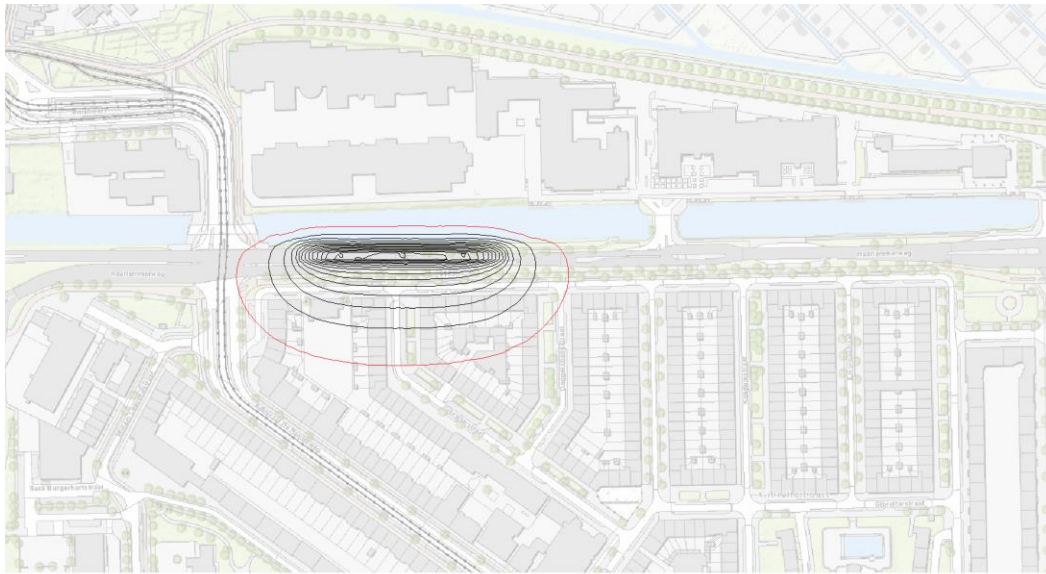


Figuur 140 Locatie A, B en C, waarvan in figuur 139 de berekende grondwaterstanden worden geplot. De oranje stip is de locatie waar de verlaging onder de bebouwing wordt geanalyseerd in relatie tot de bekende hoogte van de houten palen.



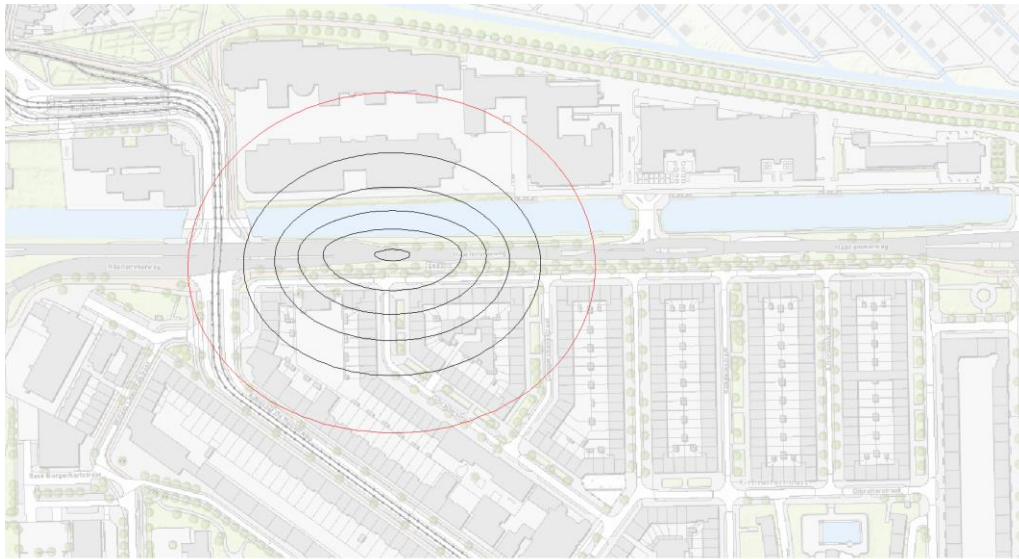
Figuur 141 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte in het wadzand (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 142 en 143. De maximale verlaging na 21 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van ongeveer NAP -3,20 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 70 m vanaf de bouwsleuf.

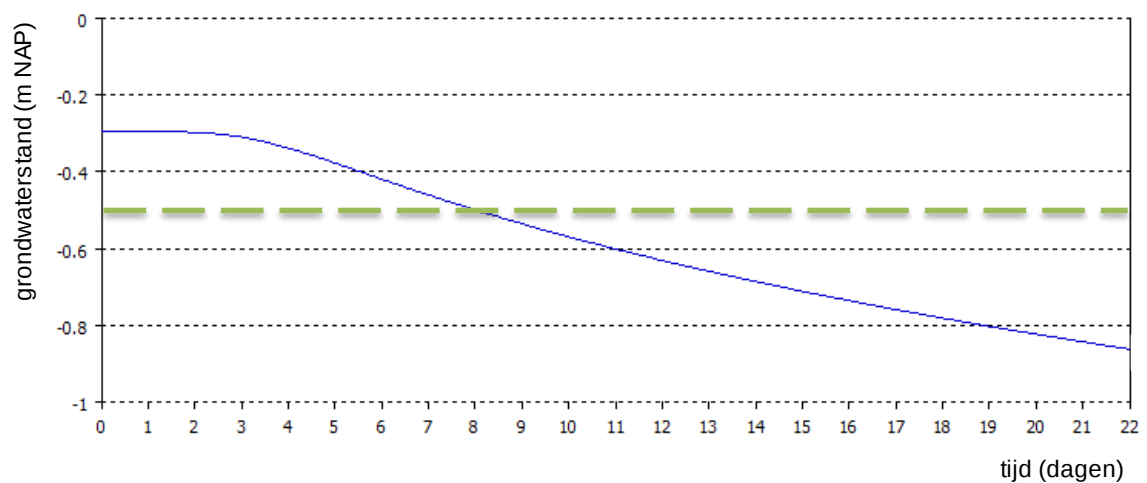


Figuur 142 *Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 21 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft. De bovenste kaart geeft de verlaging weer van het opgebrachte zand, de onderste kaart van het Hollandveen.*

Figuur 144 toont de berekende verlaging van de grondwaterstand ter plaatse van het dichtstbijzijnde gebouw, zoals weergegeven met een oranje stip in figuur 140, en de hoogte van de houten paalfundering van dit gebouw. Het blijkt dat de verlaging verder doorzet dan de bekende hoogte van de paalkoppen. Deze manier van bemalen is dus niet mogelijk. In § 2.23.2 wordt daarom een andere aanpak uitgewerkt.



Figuur 143 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 21 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.



Figuur 144 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand gedurende de bemalingsperiode. De groene stippellijn geeft de maximale hoogte van de houten funderingen (Bijlage 4) op de locatie zoals is weergegeven met de oranje stip in figuur 140.

2.23.2 Met retourbemaling

Bij deze variant worden ten zuiden van de sleuf, in het strookje groen tussen de weg en de ventweg, retourfilters geplaatst. Figuur 145 toont het ontwerp. De retourfilters staan in het model op één lijn, in de praktijk zal daar vanwege de bestrating en de bomen nog een beetje mee moeten worden geschoven.



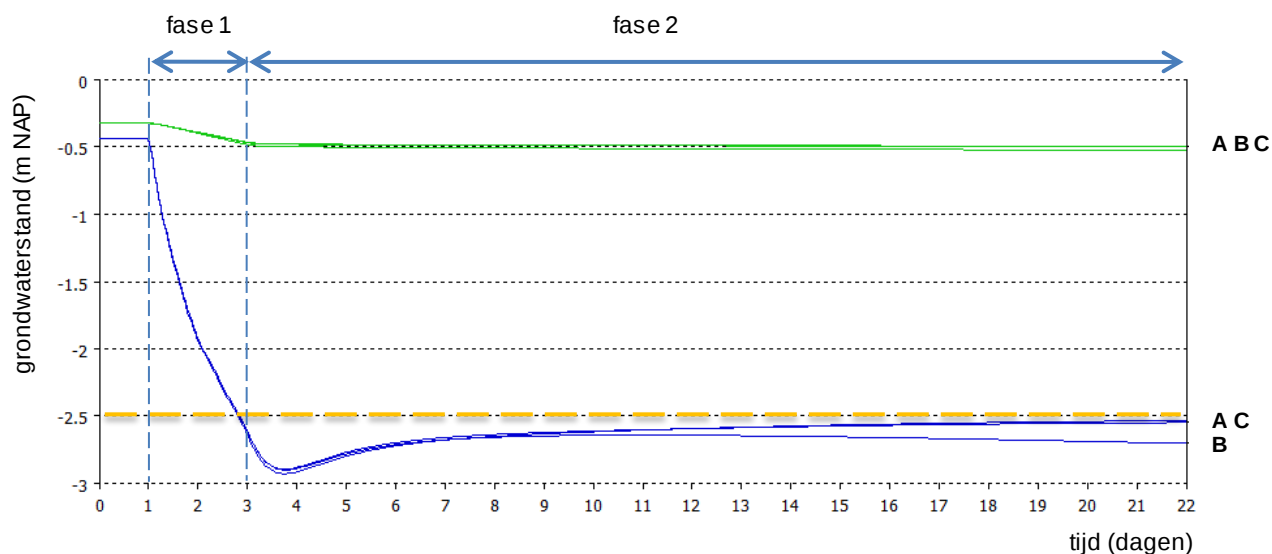
Figuur 145 Opzet van de retourbemaling. De rode stippen geven de 68 onttrekkingsfilters aan, deze zijn geplaatst in de bouwsleuf. In blauwde locaties van de 30 retourfilters tussen de sleuf en de te beschermen bebouwing. Ter hoogte van de vier gele stippen is het verloop van de stijghoogte tijdens de bemaling berekend.

In tabel 76 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -2,50 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 1360 m³/dag, waarvan 150 m³/dag wordt geretourneerd. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 21 dagen wordt in totaal 7480 m³ onttrokken, waarvan 3150 m³ wordt geretourneerd. De netto onttrekking bedraagt 5384 m³.

Tabel 76 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 120 m.

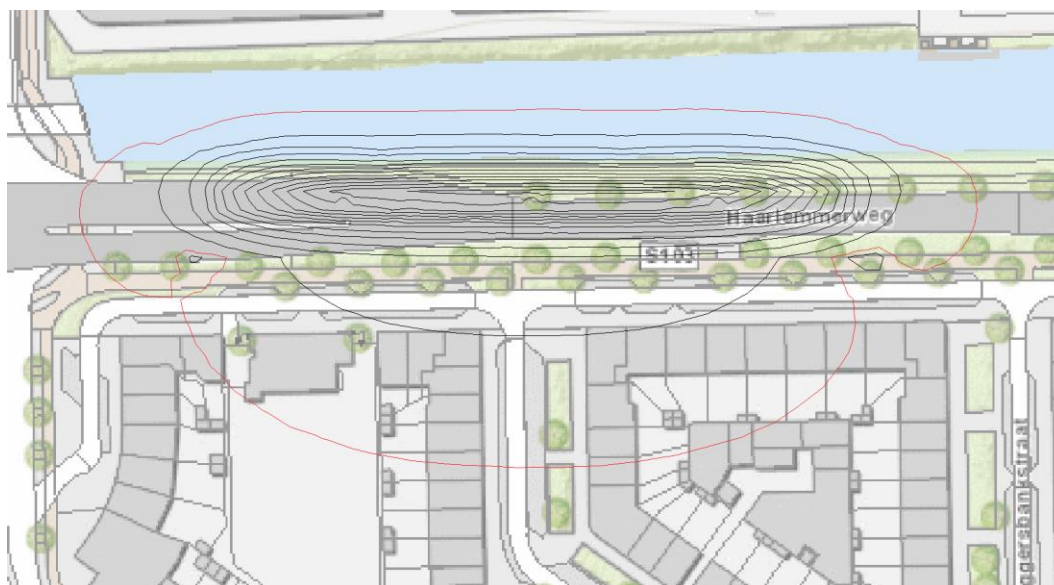
periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	56,7	1360	2720
dag 3-21	12,8	306	5814
retourbemaling dag 1-21	-6,3	-150	-3150
totaal 19 dagen			5384

In figuur 146 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien op locaties A, B en C in het model, zie figuur 140. De verlaging van de grondwaterstand is op te delen in twee fasen. Tijdens de eerste fase van 2 dagen (waarschijnlijk het weekend) wordt met een hoog debiet bemalen, zodat de grondwaterstand na het weekend de gewenste verlaging heeft bereikt. Hierna wordt in fase twee met een kleiner debiet bemalen om de bouwsleuf droog te houden gedurende de 19 dagen dat hier gewerkt wordt.



Figuur 146 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (blauw) en de stijghoogte in het wadland (groen) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 147 en 148. De maximale verlaging na 21 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van ongeveer NAP -3,11 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 55 m vanaf de bouwsleuf.



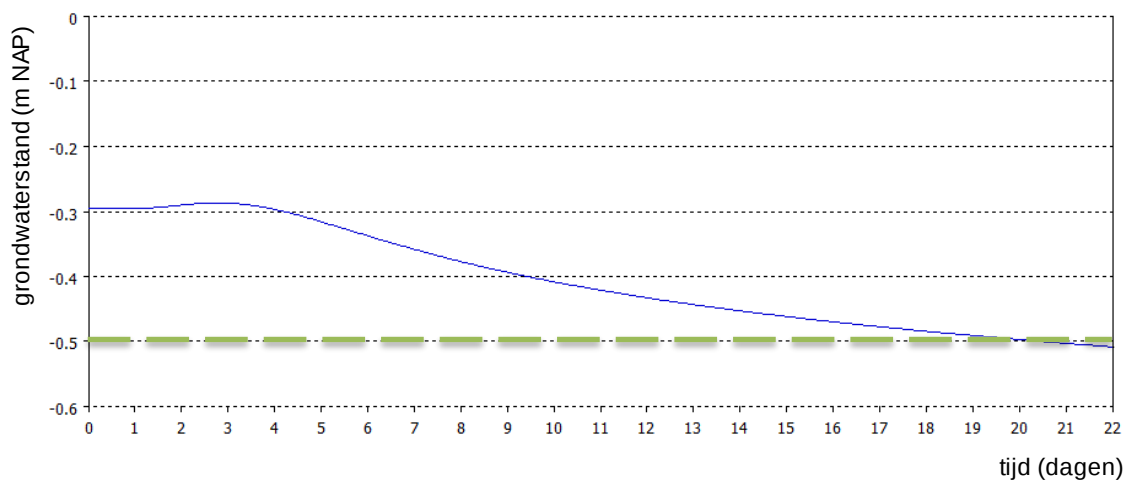
Figuur 147a Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket (ophoogzand) na 21 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohyps worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft.



Figuur 147b Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket (Hollandveen) na 21 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft.



Figuur 148 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 21 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,05 m getekend.



Figuur 149 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand gedurende de bemalingsperiode. De groene stippellijn geeft de maximale hoogte van de houten paalfunderingen (Bijlage 4) op de locatie zoals is weergegeven met de oranje stip in figuur 138.

Figuur 149 toont de berekende verlaging van de grondwaterstand ter plaatse van het dichtstbijzijnde gebouw, zoals weergegeven met een oranje stip in figuur 140, en de hoogte van de houten paalfundering van dit gebouw. Het blijkt dat de verlaging niet wegzakt tot onder de bekende hoogte van de paalkoppen. De bemaling is op deze manier dus veilig uitte voeren. Een manier om het nog iets robuuster te maken is om in het midden van het tracé de retourfilters dichter op elkaar te zetten.

Het verdient aanbeveling om op voorhand te testen wat de capaciteit is van een retourfilter in het opgebrachte zand. In de berekening is uitgegaan van $5,0 \text{ m}^3/\text{dag}$, wellicht is dat te optimistisch. De oplossing is dan om meer retourfilters te plaatsen.

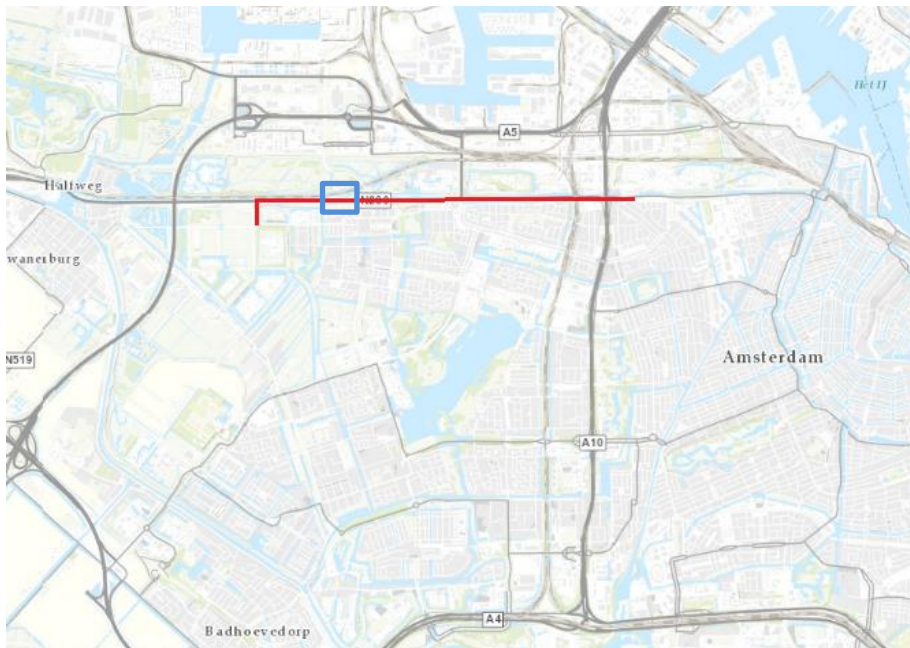
Verder wordt aanbevolen om de freatische grondwaterstand op meerdere plekken langs de bebouwing continu in peilbuizen te monitoren. Als de grondwaterstand toch te ver wegzakt, dan kan het debiet van de retourbemaling worden vergroot. Het debiet van de bemaling zal dan ook iets moeten worden opgevoerd.

Het onttrokken water kan naar verwachting niet worden geloosd op de nabijgelegen sloot of Haarlemmervaart, omdat het water waarschijnlijk vervuild is. Op basis van eerder uitgevoerd onderzoek (Waternet, 2017) moet dit worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

2.24 Dichtschiemen oude leiding onder de N200

Wanneer de nieuwe leidingen gereed zijn, moet de ruim 150 jaar oude drinkwaterleiding worden dichtgeschiemd. Hiervoor worden op 60 locaties gaten in de oude leiding gemaakt. Omdat het dichtschuimen in den droge moet gebeuren, moeten op deze locaties een bemaling plaatsvinden. Hiervoor is één representatieve locatie gekozen om de bemaling door te rekenen.

De locatie van het model is weergegeven in figuur 150 en bevindt zich aan de westkant van het tracé, zie figuur 151. De bodemopbouw is weergegeven in bijlage 2. De schematisering voor de modelberekening is te vinden in tabel 77.



Figuur 150 Projectlocatie (rood) en locatie model (blauw).

Tabel 77 Modelopbouw en geohydrologische parameters.

watervoerend pakket	bovenkant [m NAP]	onderkant [m NAP]	dikte [m]	Lithologie	K [m/d]	c [d]
freatisch	grondwaterstand	-3,60	variabel	ophoogzand	5	
	-3,60	-5,30	1,7	klei/Hollandveen		300
eerste	-5,30	-10,60	5,3	wadzand	3	
	-10,60	-11,60	1,0	klei/Basisveen		3500
twede	-11,60	-60,00	48,4	Pleistoceen zand	20	

In tabel 78 staan de uitgangspunten voor de berekening van de bemaling.

Tabel 78 Uitgangspunten modelberekening.

eigenschappen		uitgangspunten
oppervlakte waterpeil	noordzijde	NAP -0,60 m
	zuidzijde	NAP -2,10 m
geschatte grondwaterstand ter hoogte van bouwsleuf		maximaal NAP -0,70 m
gemiddelde maaiveldhoogte langs het tracé		NAP 0,00 m
maximale diepte bouw sleuf		NAP -2,30 m
te verlagen grondwaterstand onder de bouw sleuf		lager dan NAP -2,60 m
omtrek bouw sleuf		circa 6 x 3 m
bemaalingsmethode		sleufbemaling
afmeting sleufbemaling		maximaal 6 x 3 m per keer
bemaalingsduur		7 dagen
type bemaling		alleen freatisch, geen spanningsbemaling

In tabel 79 is het bemalingsdebiet weergegeven dat nodig is om de gewenste verlaging van de grondwaterstand te bereiken. Het totale debiet dat moet worden weggepompt om de grondwaterstand te verlagen tot NAP -2,60 m (30 cm onder de bodem van de bouwsleuf) bedraagt maximaal 44 m³/dag. Gedurende de gehele bemaling over een periode van 7 dagen wordt in totaal 308 m³ onttrokken.

In figuur 152 is de verlaging van de grondwaterstand en stijghoogte in de tijd te zien in het midden van de bouwput, zie figuur 151. De verlaging van de grondwaterstand bestaat uit twee fases. Tijdens de eerste fase van 2 dagen wordt de grondwaterstand met een iets groter debiet verlaagd tot NAP -2,60 m. In de tweede fase wordt dit debiet verlaagd, zodat hier gedurende 5 dagen in den droge gewerkt kan worden.

De verlagingen van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte zijn ruimtelijk weergegeven in respectievelijk figuur 153 en 154. De maximale verlaging na 7 dagen bemalen reikt ter plaatse van de bemalingsfilters tot een diepte van circa NAP -3,05 m. De verlaging van 0,05 m heeft een reikwijdte van maximaal 20 m vanaf de bouwsleuf.

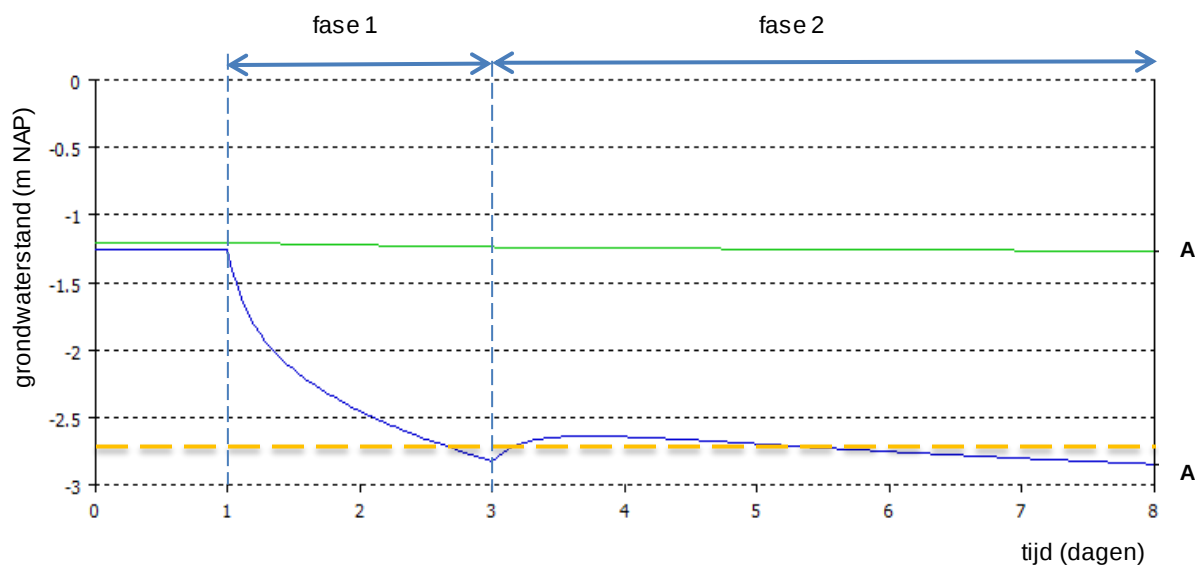
Het onttrokken water kan bij de meeste locaties naar verwachting worden geloosd op de nabijgelegen sloot of Haarlemmervaart, maar moet wel worden belucht. Op sommige locaties zijn mogelijk verontreinigingen aanwezig. Hiervoor wordt verwezen naar eerder onderzoek van Waternet. Dit moet worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

Tabel 79 Berekend debiet voor de gehele bemaling van 6 m.

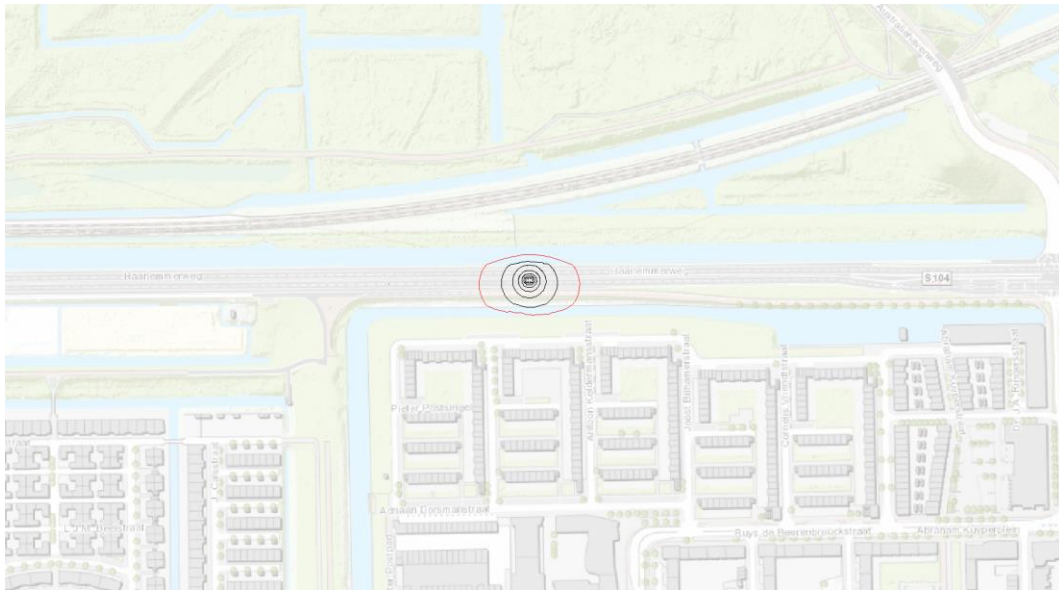
periode	debiet per uur [m ³ /uur]	debiet per dag [m ³ /dag]	debiet totale duur [m ³]
dag 1-2	3,2	76	152
dag 3-7	2,3	56	280
totaal 7 dagen			432



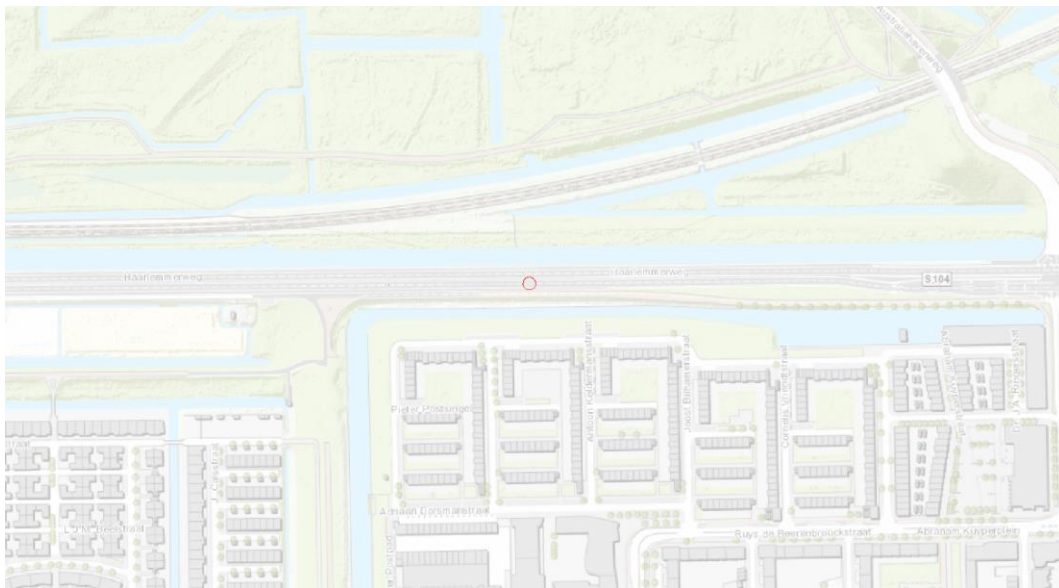
Figuur 151 Locatie A waarvan in figuur 152 de berekende grondwaterstanden worden geplot.



Figuur 152 Berekende verlaging van de freatische grondwaterstand (groen) en de stijghoogte in het wadzand (blauw) gedurende de bemalingsperiode. De oranje stippellijn geeft de gewenste grondwaterstand onder de bouwsleuf weer.



Figuur 153 Berekende grondwaterstandsverlaging in het freatische pakket na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan, de isohypsen worden in stapjes van 0,20 m getekend waarbij de buitenste zwarte isohyps 0,20 m verlaging weergeeft.



Figuur 154 Berekende grondwaterstandsverlaging in het wadzand na 7 dagen bemalen. De rode lijn geeft de 0,05 m verlaginglijn aan. Omdat de verlaging gering is, hoeven er geen andere isohypsen te worden getekend.

3 Tot slot

3.1 Conclusies

De modellering is een sterk versimpelde weergave van de werkelijkheid. De bodemopbouw van het tracé is heel variabel en het is lastig om op voorhand betrouwbare kentallen van bijvoorbeeld de doorlatendheid en de weerstand van het oppervlaktewater te schatten. Het traject bevat een grote heterogeniteit. De resultaten van de berekeningen hebben slechts een indicatieve betekenis en zijn een hulpmiddel bij het nemen van een beslissing over de hoeveelheden te onttrekken grondwater en de maatregelen ter bescherming van bijvoorbeeld houten funderingen.

Ten gevolge van de bemalingswerkzaamheden wordt zowel de grondwaterstand als de stijghoogte in de omgeving van de projectlocatie beïnvloed. De te verwachten beïnvloeding zal het grootst zijn direct naast de projectlocatie en zal afnemen naarmate de afstand tot de onttrekking groter wordt.

Retourbemalingen lijken voor zowel het freatische water als het spanningswater door het kleine debiet en de korte duur van de werkzaamheden per locatie niet doelmatig. Slechts op enkele locaties wordt uitgegaan van een retourbemaling, maar dan om houten funderingen te beschermen tegen droogval.

Voor de sleuven is uitgegaan van een open ontgraving, eventueel met een bekisting. Wanneer er met damwanden wordt gewerkt zal er minder water toestromen en wordt het debiet kleiner. Op enkele locaties is uitgegaan van de inzet van damwanden.

Tabel 80 toont een overzicht van alle bemalingen, inclusief enkele extrapolaties van representatieve modellen, bijvoorbeeld voor het hele tracé onder het fietspad naast de N200. Het totale debiet van de bemalingen bedraagt iets minder dan 200.000 m³.

De verlagingscontour van 0,05 m van zowel de grondwaterstand als de stijghoogte heeft een reikwijdte van maximaal x m. Figuur 155 toont de kaartjes met de geëxtrapoleerde verlagingslijnen van alle bemalingen. Wanneer twee bemalingen dichterbij elkaar komen, bestaat de mogelijkheid dat deze bemalingen elkaar beïnvloeden en de totale verlaging groter wordt.

Tabel 80 Overzicht van alle bemaling, inclusief het totaal berekend te bemalen debiet voor het gehele project, langs het hele tracé.

§	locatie	maximaal debiet [m3/uur] [m3/dag]	debiet totale duur [m3]	aantal keer	debiet totale tracé [m3]	T3-spot	damwand	bouwkundig onderzoek afwachten	opmerkingen
2.1	Joris van den Berghweg	15.7 376	1692	3	5076				
2.2	Aansluitingen Joris van den Berghweg kruising Tom Schreursweg	4.2 100	1680	1	1680				
2.3	Kruising ruwwaterleiding Joris van den Berghweg kruising Tom Schreursweg	11.3 270	2020	1	2020				
2.4	Riool Joris van den Berghweg	9.0 216	1438	1	1438				
2.5	Aansluiting Joris van den Berghweg op N200	10.3 248	3639	1	3639			ja	eerst de slootjes van de hoogwatervoorziening baggeren
2.6	Witte huis ten oosten van bij opgang Joris van den Berghweg	26.3 632	2449	1	2449			ja	eerst de slootjes van de hoogwatervoorziening baggeren
2.7	Boerderijen ten westen van het volkstuinpark de Oase	15.3 368	1656	1	1656			ja	
2.8	Representatief model N200 tussen de Joris vd Berghweg en de Kimpoweg	15.3 368	1656	38	62928				
2.9	Ten westen van de Australiëhavenweg	16.7 400	5480	1	5480	ja			
2.10	Molen de 1200 Roe								
2.10.1	Zonder sleufbekisting	38.3 920	3680						
2.10.2	Met sleufbekisting	30.7 736	3312						
2.10.3	Sleufbekisting en 50 cm peilopzet in de sloot	30.7 736	3312					ja	
2.10.4	Sleufbekisting en retourbemaling	30.0 720	3256						
2.10.5	Met infiltratie onder de molen	36.5 876	3553				ja		
2.10.6	Damwand in freatische laag	30.7 736	3312				ja		
2.10.7	Met damwand en retourbemaling	37.3 896	3052	1	3052		ja		
2.11	Burgemeester de Vlughtaan: N-Z kruising met de N200	24.0 576	3460	1	3460				
2.12	Burgemeester de Vlughtaan: W-O kruising fietspad	18.7 448	2432	1	2432				
2.13	Burgemeester de Vlughtaan: W-O parallel aan N200	8.2 196	1064	1	1064				
2.14	Ten westen van de Radarweg	13.4 322	4232	1	4232	ja			
2.15	Tussen de Kimpoweg en de A10	46.4 1114	8307	3	24921				
2.16	Westelijke oprit A10	13.3 320	2624	1	2624				
2.17	Oostelijke afrit A10	7.2 172	1082	1	1082	ja			
2.18	Middenberm tussen de A10 en de Admiraal de Ruijterweg	14.2 340	1968	1	1968	ja			
2.19	Fietspad tussen de A10 en de Admiraal de Ruijterweg	24.0 576	7776	1	7776	ja			
2.20	Plantsoen tussen de A10 en de Admiraal de Ruijterweg	10.8 259	1186	1	1186	ja			
2.21	Van plantsoen bij Admiraal de Ruijterweg naar vaart, zuid	13.0 312	6081	1	6081	ja	ja		
2.22	Van plantsoen bij Admiraal de Ruijterweg naar vaart, noord	11.0 264	6811	1	6811	ja	ja		
2.23	Ten oosten van de Admiraal de Ruijterweg					ja			
2.23.1	Zonder retourbemaling	48.2 1156	7480						
2.23.2	Met retourbemaling	50.4 1210	5384	3	16152				verlaging tot onder houten palen
2.24	Dichtschuimen oude leiding onder N200	3.2 76	432	60	25920				
TOTAAL					195127				

Uit de resultaten van de berekeningen worden voor de omgeving géén negatieve effecten van de bemaling verwacht. Waar dat wel het geval is worden maatregelen genomen. Per mogelijk risico volgt hieronder een overzicht:

Droogstand houten palen

Aan de westkant van het tracé bij de Joris van den Berghweg bevinden zich houten palen bij het terrein 1800 Roede. De bovenkant van de houten palen bevindt zich volgens de archieven van Waternet, zie bijlage 6, op een diepte van circa NAP -5,25 m. Hierbij moet rekening worden gehouden met de mogelijkheid dat de funderingen in de loop der jaren zijn verzakt of mogelijk zelfs vervangen.

Bij de woningen aan de oostkant van de Joris van den Berghweg is de houthoogte bij Waternet niet bekend. Aan deze woningen wordt bouwkundig onderzoek gedaan. Op basis van de resultaten van dit onderzoek worden wel of geen aanvullende maatregelen genomen, bijvoorbeeld de inzet van damwanden. Hetzelfde geldt voor de fundering van molen de 1200 Roe.

Aan de oostkant van de A10 langs de Admiraal de Ruijterweg bevinden zich in de omgeving van de sleufbemaling houten palen. De bovenkant van de houten palen bevindt zich volgens de archieven van Waternet op een diepte van circa NAP -2,15 m. Hierbij moet rekening worden gehouden met de mogelijkheid dat de funderingen in de loop der jaren zijn verzakt of mogelijk zelfs vervangen.

Overige grondwateronttrekkingen en KWO-systemen

In de nabije omgeving van de sleufbemaling bevinden zich voor zover bekend geen overige grondwateronttrekkingen. KWO-systemen in Amsterdam en omgeving hebben filters in het Pleistoceen. Van de ondiepe sleufbemalingen wordt daarop geen beïnvloeding verwacht.

Verdroging, natuurwaarden en groenvoorziening

Vanwege de relatief korte duur per locatie worden er tijdens de bemalingen geen negatieve effecten op natuurwaarden en groenvoorzieningen verwacht.

Omhoog trekken van brak en/of zout grondwater

Het meeste water dat wordt aangetrokken door deze bemalingen is afkomstig uit de Haarlemmer trekvaart. Er wordt niet verwacht dat brak en/of zout grondwater omhoog wordt getrokken.

Archeologie

Archeologische vondsten in de omgeving zijn niet bekend (Archief Waternet). Ook loopt het traject volgens de website www.atlasleefomgeving.nl/kaarten niet door archeologisch waardevolle locaties.

Waterkering

De bemaling vindt plaats in de binnenbeschermingszone van de waterkering. In principe mag er dan geen zetting optreden door de grondwaterstandsverlaging, maar als de kering overhoogte heeft wordt dit soms gedoogd. Onderdeel van het project N200 is het ophogen van de dijk met circa 50 cm. Hierdoor zijn mogelijke zettingen als gevolg van de bemaling niet relevant. Het is dus ook niet nodig om meetspijkers te gebruiken.

3.2 Aanbevelingen

Er wordt aanbevolen om de eerste bemaling uit te voeren op een representatieve locatie voor wat betreft bodemopbouw, welke zich niet in de buurt van kwetsbare objecten bevindt. Bijvoorbeeld op de locatie van de bemaling in § 2.8. Als het debiet en de verlaging goed worden gemonitord, dan kunnen op basis van deze gegevens de modellen worden verbeterd. Hiermee kan een betere inschatting worden gemaakt voor de rest van het project.

Verder wordt geadviseerd om de bemaling te sturen op verlaging en niet op debiet. Dit kan worden gedaan door met regelmaat de grondwaterstand in speciaal voor dit doel aangebrachte peilbuizen te meten. Op deze wijze kan worden voorkomen dat onnodig veel grondwater wordt onttrokken, of dat de werkzaamheden niet in den droge kunnen worden uitgevoerd, of dat er onverwacht opbarsting plaatsvindt. Dit laatste is met name in de polder aan de westkant van het tracé een risico.

Aangeraden wordt voor de monitoringsdoeleinden bestaande peilbuizen te gebruiken, of nieuwe peilbuizen te plaatsen bij kwetsbare objecten in de omgeving, zoals de houten funderingspalen aan de oostzijde van de projectlocatie met een geschatte hoogte van NAP -2,15 m of zelfs NAP -0,50 m. Hiervoor dient een grenswaarde voor de verlaging aangehouden te worden tot één à twee decimeter boven de bekende houthoogte. Wanneer de grondwaterstand hier lager komt, dan dient de bemaling te worden verminderd, bijvoorbeeld door een kortere sleuf te bemalen, er dient gebruik te worden gemaakt van damwanden en/of retourbemalingen.

Aanbevolen wordt om 3 maanden voor de aanvang van de onttrekking van het ondiepe grondwater te starten met het monitoren van de grondwaterstanden met behulp van dataloggers. Deze monitoring dient tot drie maanden na het gereedkomen van de werkzaamheden te worden doorgezet, om een goed beeld te krijgen van de werkelijke effecten van de onttrekking op de grondwaterstand.

Het wordt aanbevolen om het langs de N200 onttrokken water te lozen op oppervlaktewater. Hiervoor dient het onttrokken water wel belucht te worden. Bij twee zogenaamde 3T-spots en bij de bemalingen aan de oostkant van de A10 bevinden zich mogelijk verontreinigingen in de ondergrond. Hieraan is in dit onderzoek verder geen aandacht aan besteed, er wordt verwezen naar eerdere rapporten. Op dergelijke locaties moet het onttrokken water mogelijk eerst uitgebreid gereinigd worden, alvorens het op het oppervlaktewater of het riool te lozen. Dit moet worden afgestemd met de afdeling Vergunningen van Waternet.

4 Referenties

Hamid (2013) Haarlemmerweg, geohydrologisch onderzoek, drinkwatertracé, rapportnummer 13.097862, Waternet, Amsterdam.

In 't Veld (2016a) Tom Schreursweg 2 x 800 GN (H'lemmerweg gec. werken), evenwichtsadvies. Waternet, rapportnummer 16.083644, versie 1.

In 't Veld (2016b) J.v.d. Berghweg - Haarlemmerweg, Kruising 2 x 800 GN met bermsloot, evenwichtsadvies. Waternet, rapportnummer 17.096730, versie 1.

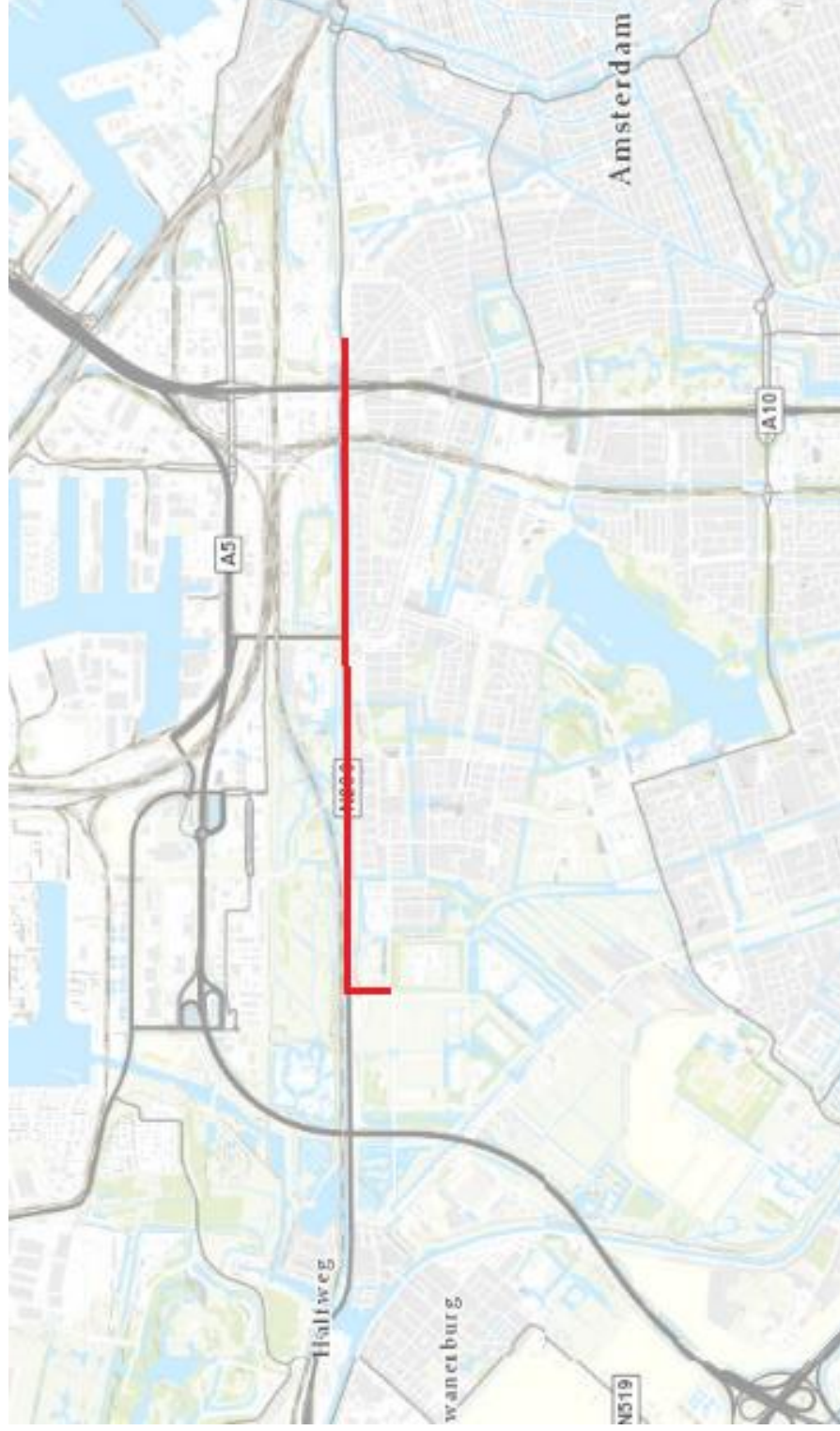
Waternet (2017) Bestek Drinkwater- en Rioleringswerkzaamheden N200 met bijbehorende tekeningen, Kenmerk RAW0197-106384, 01.1104 N200_def_versie 1.pdf, 03-08-2017.

detailtekeningen met de T3-spots:

2017-6-3_N200_2016-67761.05.DW.pdf

2017-6-3_N200_2016-67761.09.DW.pdf

Bijlage 1
Projectlocatie (rood)



Bijlage 2

Bijlage 2



A-B

B-C

LEGENDA Lengteprofiel:

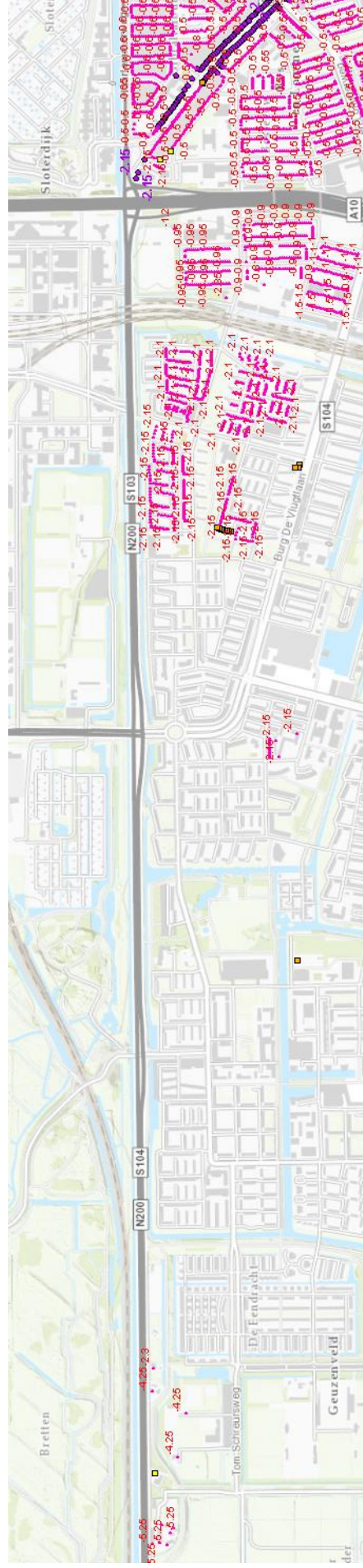
Lithologie	
	Antropogeen materiaal: - asfalt, zandcement, puin - zand, matig fijn, zwak tot matig siltig, plaatselijk matig grindig en zwak tot sterk humeus, met nagenoeg overal puin (weinig tot zeer veel) - (plaatselijk) klei, matig vast, zwak zandig, zwak tot sterk humeus - (heel plaatselijk) veen, matig vast, kleilig, met enkele kleilaagjes en puin
	Veen, matig vast, mineraalarm tot zwak kleilig, met plaatselijk sporen klei en heel plaatselijk een enkel zandlaagje
	Klei, matig slap tot matig vast, zwak tot matig siltig, plaatselijk matig tot sterk humeus, met één of meer van de volgende bestanddelen: sporen veen en veenresten
	Klei, matig vast, matig siltig, zwak tot sterk zandig met schelpresten, plaatselijk weinig tot veel zandlaagjes en heel plaatselijk een enkel veenlaagje (plaatselijk bestaat deze legenda-eenheid uit zand, matig fijn, zwak siltig, met veel kleilaagjes, schelpresten en een enkel veenlaagje)
	Zand, zeer fijn tot matig fijn, plaatselijk uiterst fijn of matig grof, zwak tot sterk siltig, met plaatselijk één of meer van de volgende bestanddelen: kleilaagjes, kleibrokken, (veel) schelpresten
	Klei, matig slap tot vast, zwak tot matig siltig, plaatselijk matig zandig en zwak tot matig humeus, met één of meer van de volgende bestanddelen: sporen veen, resten veen, schelpresten, slijbsporen
	Veen, vast, mineraalarm tot kleilig, met plaatselijk houtresten of enkele kleilaagjes
	Zand, zeer tot matig fijn, matig siltig, zwak tot sterk humeus, met plaatselijk veen- en/of houtresten

Bijlage 3
Oppervlaktewaterpeilen



Bijlage 4

Fundering



**Dwaarsdoorsnede Haarlemmerweg,
verbreding rijksweg in 1957**

