

Bemalingsrapportage

Project: RijnlandRoute Onderdeel: Bemaling Kuip WE

Opdrachtgever:
COMOL5 RijnlandRoute
Fascinatio Boulevard 522
2909 VA Capelle aan den IJssel



Tel. +31 (0)6 83 904652

Contactpersoon opdrachtgever:
Ir. B. Peerdeman

Opdrachtnemer:
LamersWater B.V.
Binderskampweg 28a
6545 CB Nijmegen



Tel. +31 (0)6 81 164181

Contactpersoon opdrachtnemer:
drs. L. Lamers

Projectnummer : A0142017
Kenmerk : Bemaling kuip WE
Datum : 30 mei 2018

Versiebeheer : 3
Status rapport : Definitief

Opgesteld door:
drs. Lars Lamers
Paraaf:

d.d. 30 mei 2018

Controle + vrijgegeven door:
ing. Erik Lamers
Paraaf:

d.d. 30 mei 2018

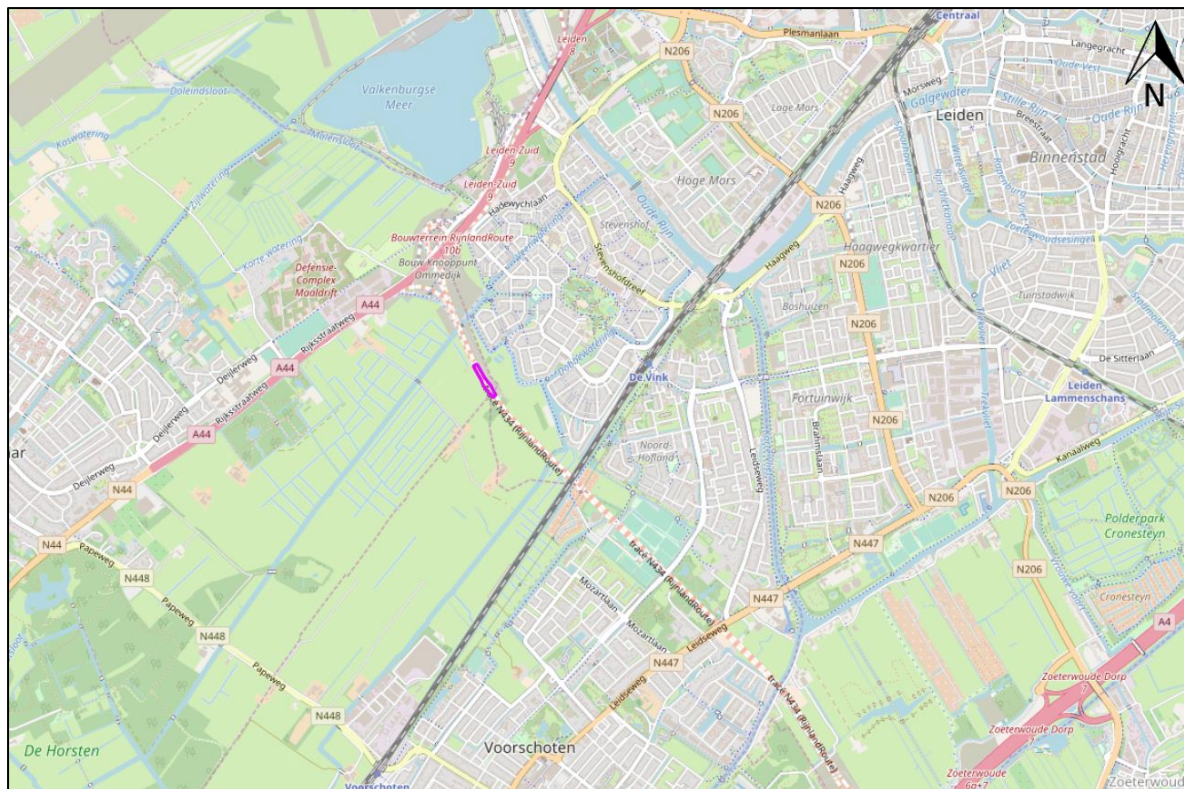
Inhoudsopgave

1.0 Inleiding	4
2.0 Inventarisatie bodemopbouw, geohydrologie en oppervlaktewater	7
2.1 Uitgevoerde onderzoeken	7
2.2 Schematisering bodemopbouw en geohydrologie	11
2.3 Oppervlaktewater	11
2.4 Grondwaterstanden	12
2.5 Grondwaterkwaliteit	13
2.6 Opbarsten putbodem	14
2.7 Opbarsten waterbodem	14
3.0 Debieten, waterbezwaren en grondwater-/stijghoogteverlagingen	16
3.1 Uitgangspunten	16
3.2 Bandbreedteanalyse	16
3.3 Berekeningen debieten en waterbezwaren	17
3.4 Verlagingen	18
4.0 Beschrijving en beoordeling effecten en risico's	23
4.1 Grondwater gerelateerde zetting	23
4.2 Droogstand houten palen	25
4.3 Overige grondwateronttrekkingen	25
4.4 Verdroging, natuurwaarden en landbouwdepressie	25
4.4.1. Freatische verlaging (klei/veen en zandtussenlaag)	25
4.4.2. Spanningsbemaling eerste watervoerende pakket	26
4.5 Kwel of wegzijging	27
4.6 Upconing	27
4.7 Archeologie	28
4.7.1. Freatische bemaling (klei/veen en zandtussenlaag)	28
4.7.2. Spanningsbemaling eerste watervoerende pakket	29
4.8 Aardkundige waarden	29
4.8 Grondwaterverontreinigingen	29
4.9 KWO en veedrenking	30
4.10 Overige	30
5.0 Waterkwaliteit en lozing	31
5.1 Verwachte kwaliteit opgepompt grondwater	31
5.2 Lozingsmogelijkheden opgepompt grondwater	31
5.3 Beschrijving eventuele aanvullende zuiveringstechnische maatregelen	31
6.0 Beschrijving monitoring grondwateronttrekking	32
7.0 Technische principes bronbemaling t.b.v. bemalingsadvies	33
8.0 Voorschriften, vergunningen en belastingen	34
8.1. Onttrekken grondwater	34
8.2. Lozen grondwater	35
8.3. Conclusie	35
9.0 Conclusies	36
10.0 Slot	37

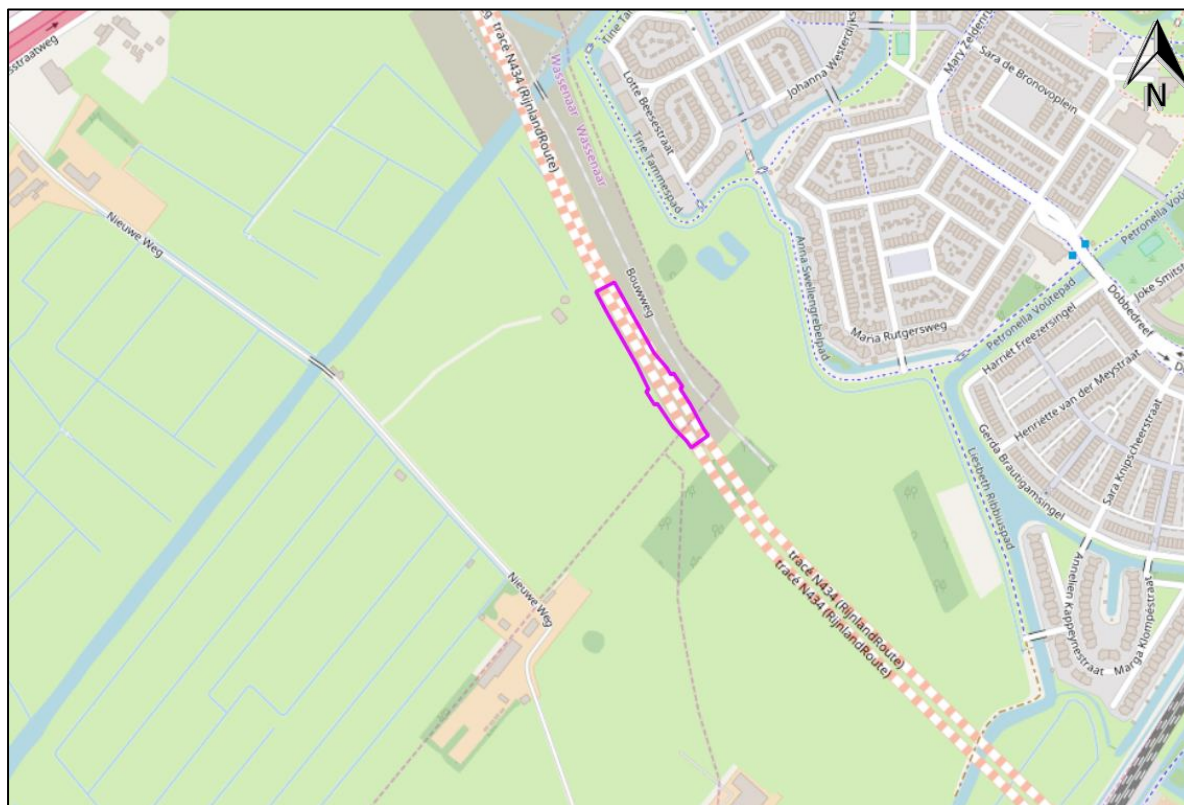
Bijlage I – Ingangscontrole	38
Bijlage II – Risico-check	40
Bijlage III – Tekening Kuip WE	42
Bijlage IV – Isohypsens	43
Bijlage V – Geotechnisch basisrapport	44
Bijlage VI – Rapport opbarsten putbodem	45
Bijlage VII – Upconing	46
Bijlage VIII – Grondonderzoeken	47

1.0 Inleiding

De Rijnlandroute is een nieuw te realiseren wegverbinding van Katwijk, via de A44, naar de A4 bij Leiden. De route moet actuele knelpunten oplossen en de doorstroming in de regio garanderen. De realisatie van de Rijnlandroute vraagt om onder andere het aanleggen van kuip WE van de verdiepte ligging. Zie onderstaand de locatie.

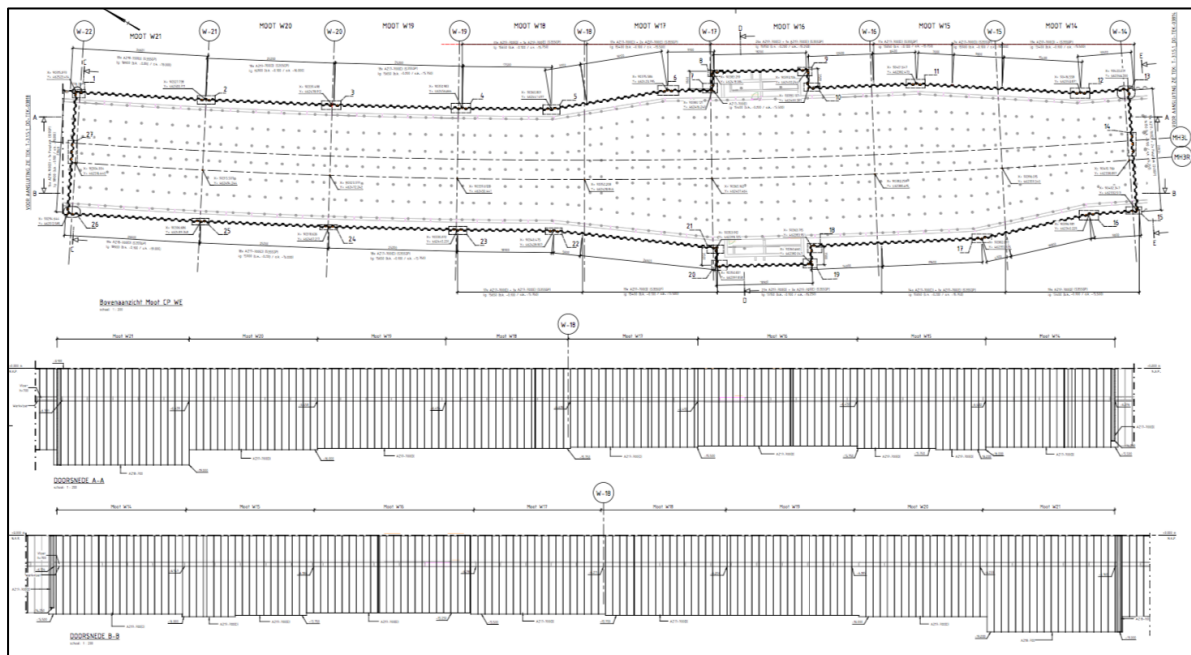


Figuur 1: Projectlocatie (paars) ten opzichte van Voorschoten en Leiden. Bron: OSM. [geraadpleegd op maart 2018]



Figuur 2: Projectlocatie (paars) ingezoomd. Bron: OSM. [geraadpleegd op maart 2018]

Onderstaand wordt het bovenaanzicht kuip WE gepresenteerd. Deze is in diverse moten opgedeeld. Alle moten (14 t/m 21) worden omsloten met damwanden tot minimaal 15 m -NAP en maximaal 19 m -NAP.



Figuur 3 – Bovenkant en langsdoorsnede kuip WE.

In onderstaande tabellen zijn de globale XY-coördinaten van de locatie en de afmetingen, ontgravingsniveaus en damwandlengtes weergegeven.

Tabel 1: Coördinaten projectlocatie.

Onderdeel	X-, Y-coördinaten
Bouwkuip WE	90363, 462415

Tabel 2: Afmetingen, ontgravingsniveau en damwandlengtes.

Onderdeel	Afmetingen [m]	Droog ontgravingsniveau [m NAP]	Damwandlengtes [m NAP]
Moot 14 t/m 21	210 x 25/35	-6,7	-15/-19

Uit de resultaten van indicatieve bemalingsberekeningen volgt dat de voorgenomen bemaling **vergunningsplichtig** is in het kader van de Waterwet. De aanvraag dient te worden ondersteund met een onderbouwend bemalingsrapport. Het voorliggend rapport betreft het onderbouwend bemalingsrapport, hetgeen aan **Hoogheemraadschap van Rijnland** zal worden voorgelegd betreffende de onttrekking en de lozing.

De werkzaamheden hebben een duur van ca. 8 maanden.

De gehanteerde bronnen zijn;

- [1] Geotechnisch Basisrapport, COMOL5, AC17102.000-R001, versie A, 5 april 2017.
- [2] Berekening opbarsten, COMOL5, Documentcode; T_WPK_3.1.5.1_DO_BER_01068, versie 2.0, 12 januari 2018.
- [3] Tekening Kuip WE, COMOL5, T-3.1.5.1_DO_TEK_3816, 19 december 2017.
- [4] Randvoorwaarden zettingen m.b.t. Zettingen Oost, RijnlandRoute, 28 juni 2017.
- [5] Uitwerking proefbemaling Verdiepte ligging, LamersWater, A0142017, 21 augustus 2017.
- [6] Uitwerking proefbemaling Toerit Oost, LamersWater, A0142017, 19 januari 2018.
- [7] DINOLoket / Regis / GeoTop.
- [8] Google Maps / OSM.

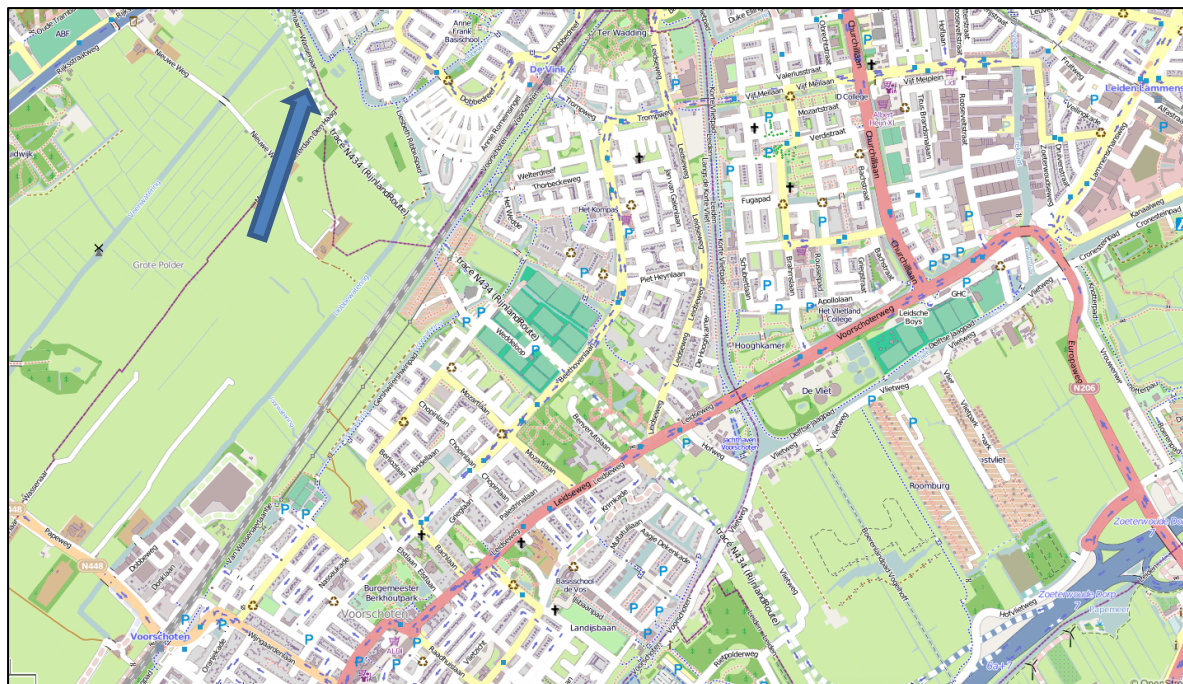
- [9] Bodemloket.
- [10] Provinciale kaarten.
- [11] Geohydrologisch rapport verlegging gasleidingen, Antea Group, I.012920.01, 31 oktober 2017.
- [12] Grondwaterkaart van Nederland, 's-Gravenhage - Utrecht; 30D, 30 oost – 31 west
Dienst Grondwaterverkenning TNO, Delft, januari 1980.
- [14] Gwz 2016, Bram Bot, 2016.
- [15] Overzicht grondwaterstanden Rijnlandroute, COMOL5, documentnaam: GWS-Overzicht
Rijnland 2017-03-20, 20 maart 2017.
- [16] NEN9997-1+C1(nl), Geotechnisch ontwerp van constructies, april 2012.
- [17] Legger HHvR [geraadpleegd in maart 2018].
- [18] Grondonderzoek en geohydrologisch onderzoek RijnlandRoute, Grontmij, GM-0164186 revisie
D1, 2 juli 2015.
- [19] Aanvullende grondonderzoek RijnlandRoute, Grontmij, SWNL0192902 revisie C, 4 oktober
2016.
- [20] Geotechnisch onderzoek project Rijnlandroute te Leiden, VN-65692-1, 29 augustus 2016.

2.0 Inventarisatie bodemopbouw, geohydrologie en oppervlaktewater

In dit hoofdstuk is de inventarisatie van de bodemopbouw, geohydrologie en oppervlaktewater in kaart gebracht.

2.1 Uitgevoerde onderzoeken

Ter hoogte van de projectlocatie is de bodemopbouw bepaald met behulp van sonderingen en boringen [1, 18, 19 en 20] en een proefbemaling [5]. NB. Het uitgebreide grondonderzoek is eveneens toegevoegd als bijlage aan voorliggende rapportage.



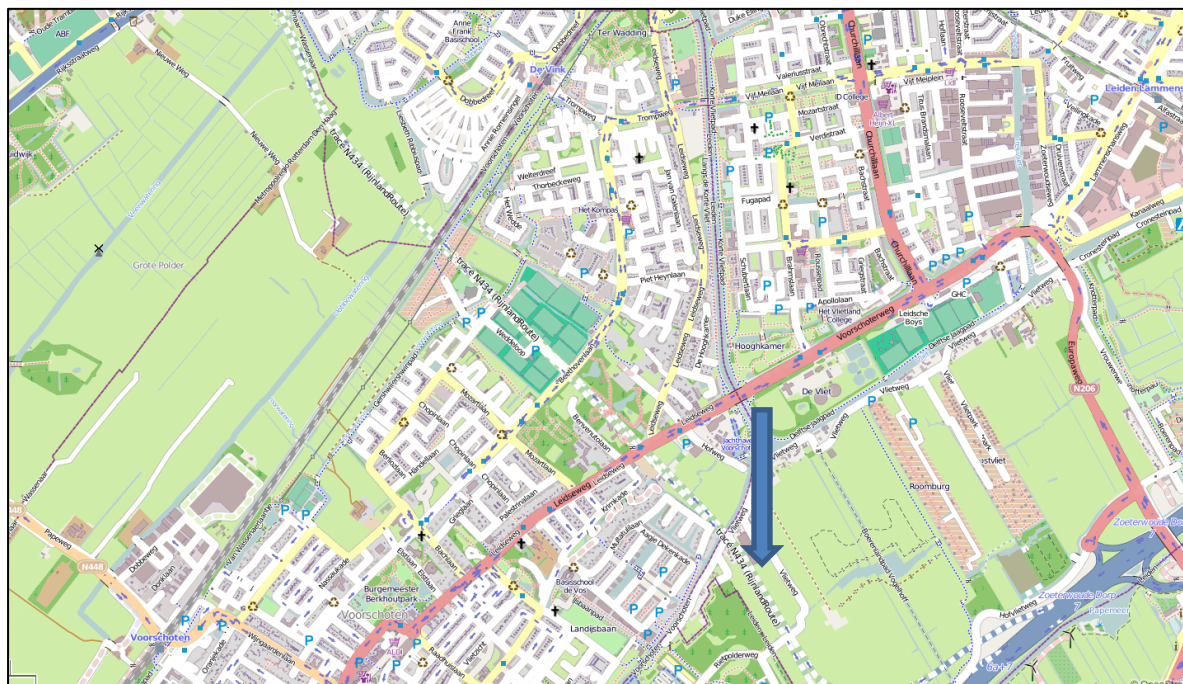
Figuur 4 – Locatie proefbemaling Verdiepte Ligging, wordt met een blauwe pijl weergegeven. Bron: OSM.

Voor de proefbemaling is uitgegaan van een configuratie met twee bronnen en een acht paar peilbuizen. De feitelijke proefbemaling is gestart op 21 juli 2017 9:00 uur en gestopt op 23 juli 2017 9:40 uur. Voorafgaande heeft een nulmeting plaatsgevonden en is het pompdebiet ingeregeld. Na afloop van de proef is het herstel van de grondwaterstanden tot 31 juli geregistreerd.

Het filter van de bronnen bevindt zich tussen 16 en 26 m –maaiveld, in de matig fijn- tot grofzandige afzettingen van het eerste watervoerend pakket. Elk paar peilbuizen bestaat uit een ondiep geplaatst filter. De ondiepe filters reiken van 4 tot 8 m –maaiveld en bevinden zich in de zandige afzettingen van de Holocene deklaag; de diepe filters reiken van 21 tot 25 m –maaiveld, in het bovenste deel van het eerste watervoerend pakket.

De proef en de uitwerking van de proef, wordt in detail beschreven in de betreffende notitie [5].

Tevens is een proefbemaling uitgevoerd ten behoeve van Toerit Oost [6].



Figuur 5 – Locatie proefbemaling Toerit Oost, wordt met een blauwe pijl weergegeven. Bron: OSM.

Voor de proefbemaling ter hoogte van Toerit Oost is uitgegaan van een configuratie met twee strengen van elk zes bronnen en elf paar peilbuizen. De bronnen betreffen; één streng onttrekkingsbronnen en één streng retourbronnen. Het filter van de bronnen bevindt zich tussen 13 en 17 m –maaiveld, in de bovenste, fijnzandige afzettingen van het eerste watervoerend pakket. Elk paar peilbuizen bestaat uit een ondiep geplaatst filter en een diep geplaatst filter.

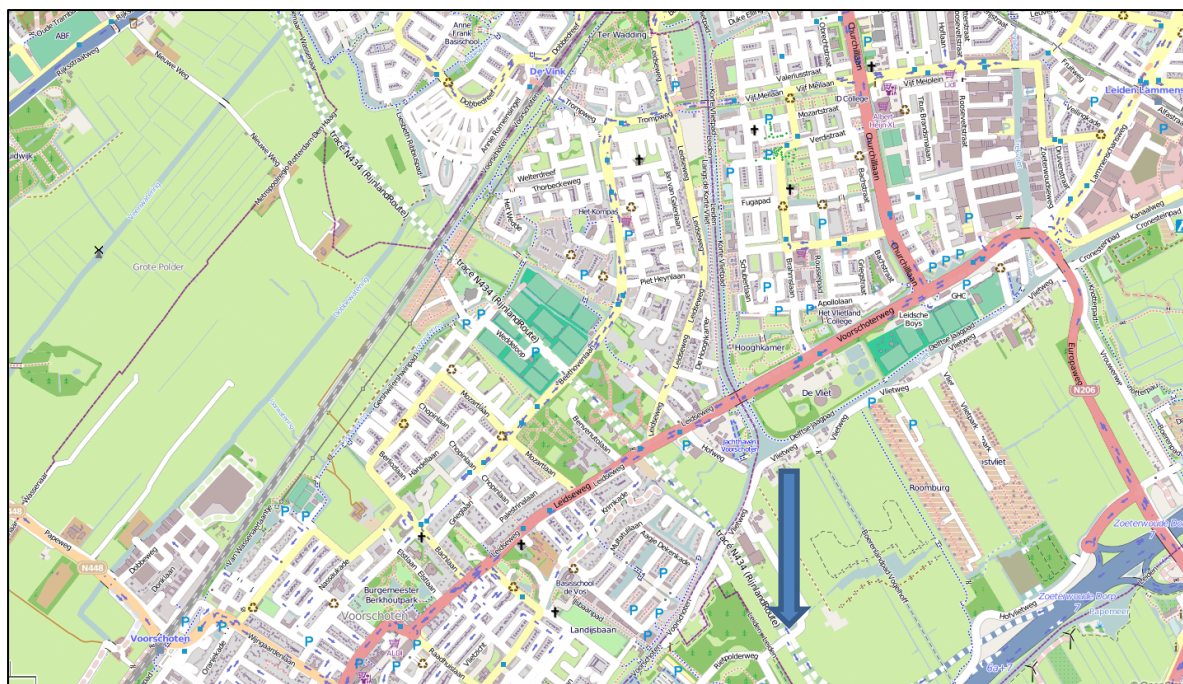
De ondiepe filters reiken van 6 tot 8 m –maaiveld en bevinden zich in de zandige afzettingen van de Holocene deklaag; de diepe filters reiken van 11 tot 13 m –maaiveld, in het bovenste deel van het eerste watervoerend pakket.

De proefbemaling, waar retourbemaling onderdeel van was, is gestart op 19 december 2017 12:00 uur en gestopt op 23 december 2017 10:30 uur. Gedurende deze proef zijn zowel het onttrekkingsdebiet als het retourdebiet enkele keren aangepast.

Tussen 27 december 2017 13:20 uur en 1 januari 2018 17:00 uur is een proef uitgevoerd waarbij uitsluitend is onttrokken met een (vrijwel) constant debiet. Als nulmeting kan de periode tussen 23 en 27 december beschouwd worden. Na afloop van de proef is het herstel van de grondwaterstanden tot 5 januari 2018 geregistreerd.

De proef en de uitwerking van de proef, wordt in detail beschreven in de betreffende notitie [6].

Tevens is ten behoeve van bemaling voor de verlegging van de gasleidingen, in opdracht van de Gasunie, grondonderzoek uitgevoerd, welke onderdeel is van een geohydrologische rapportage [11].



Figuur 6 – Locatie bemaling Gasunie, wordt met een blauwe pijl weergegeven. Bron: OSM

De ondergrond wordt beschreven als een opeenvolging van, min of meer van elkaar gescheiden, watervoerende lagen, afgedekt door een deklaag. De gehanteerde schematisering is samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 3: Schematisering ondergrond [Regis, GeoTop]

Formatie	Top [m NAP]	Basis [m NAP]	Omschrijving
Naaldwijk	-0,5	-5,0	Deklaag - klei
Naaldwijk	-5,0	-10,0	Deklaag – zand (tussenzandlaag)
Naaldwijk	-10,0	-12,0	Deklaag - klei
Kreftenheye, Urk	-12,0	-55,0	Watervoerend pakket
Stramproy, Peize - Waalre	-55,0	-130,0	Hydrologische basis

De gepresenteerde bodemopbouw is afgeleid van de ondergrondgegevens uit Regis en GeoTop [7], zoals opgenomen in de bijlagen van de uitwerking van de proefbemaling [5]. Voor het doorlaatvermogen (kD-waarde) van de lagen die tezamen het eerste watervoerend pakket vormen, wordt in Regis een waarde aangehouden van ca. 900 m²/d. Ook op de grondwaterkaart van Nederland [12] worden vergelijkbare waarden voor het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket gehanteerd (ca. 1.000 m²/d).

Ten behoeve van de aanleg van de Rijnlandroute zijn langs het tracé een groot aantal sonderingen geplaatst. Op basis van de sondeergegevens is een geotechnisch profiel opgesteld [1].

Ter plaatse van de proefbemaling is er geen duidelijke, ononderbroken scheidende laag aanwezig is tussen het fijnzandige deel van het Holocene pakket en het meer grofzandige Pleistocene pakket.

In onderstaande tabel zijn de resultaten na de optimalisatie met behulp van het programma MLU, van de analyse van de proef samengevat.

Tabel 4: Overzicht geoptimaliseerde parameters [5].

Parameter	Omschrijving	Parameterwaarde	Doorlatendheid
C1	Deklaag, klei	27 [d]	kv: 0,15 m/d
T1	Deklaag, zand zeer fijn	3 [m ² /d]	kh: 0,6 m/d
S1	Deklaag, zand zeer fijn	0,0014 [-]	
C2	Deklaag, kleiig zand	97 [d]	kv: 0,077 m/d
T2	WVP, matig fijn zand	113 [m ² /d]	kh: 23 m/d
S2	WVP, matig fijn zand	0,0014 [-]	
C3	WVP, interne weerstand	0,4 [d]	kv: 13 m/d
T3	WVP, grof zand	226 [m ² /d]	kh: 45 m/d
S3	WVP, grof zand	0,0014 [-]	
C4	WVP, interne weerstand	0,3 [d]	kv: 26 m/d
T4	WVP, grof zand	362 [m ² /d]	kh: 45 m/d
S4	WVP, grof zand	0,0014 [-]	
C5	WVP, interne weerstand	0,9 [d]	kv: 13 m/d
T5	WVP, matig grof zand	257 [m ² /d]	kh: 17 m/d
C5	WVP, matig grof zand	0,0014 [-]	
c6	Geohydrologische basis	390 [d]	kv: 0,003 m/d

De doorlatendheid van het Holocene zandpakket is geschat op ca. 0,6 m/d, bij een doorlaatvermogen van ongeveer 3 m²/d.

Tijdens de proefbemaling, is een doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket berekend van ca. 960 m²/d.

Tijdens de proef ter hoogte van Toerit Oost (op ca. 2 kilometer afstand), is een doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket berekend van in totaal ca. 400 m²/d; de totale interne weerstand is bepaald op ca. 5 dagen. Voor het bovenste, fijnzandige deel van het watervoerend pakket wordt een doorlatendheid afgeleid van 1,5 m/d, gelijk aan die van de tussenzandlaag. NB. Het waargenomen, relatief lage, doorlaatvermogen wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de lokale aanwezigheid van storende lagen binnen het watervoerend pakket. Met name het lokaal voorkomen van een weerstand op 25 m -NAP draagt hieraan bij.

Ondanks het berekende lagere doorlaatvermogen ter hoogte van Toerit Oost, wordt geadviseerd om een doorlaatvermogen van ca. 1.000 m²/d aan te houden voor de berekeningen, om onderschatting als gevolg van de lokale variaties te voorkomen.

2.2 Schematisering bodemopbouw en geohydrologie

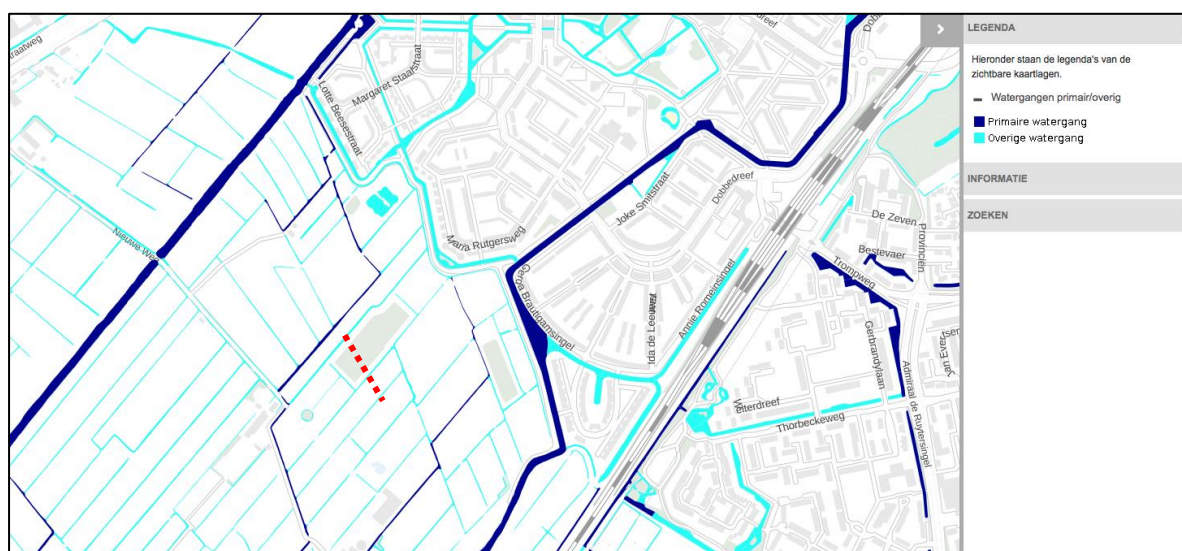
Op basis van het uitgevoerde onderzoek zijn de bodemopbouw en de geohydrologische gesteldheid van de ondergrond geschematiseerd. Deze schematisering, ten behoeve van de berekeningen, wordt gepresenteerd in onderstaande tabel.

Tabel 5: Parameters t.b.v. modelberekeningen.

Parameter	Omschrijving	Parameterwaarde
C1	Deklaag, klei	27 [d]
T1	Deklaag, zand zeer fijn	3 [m ² /d]
S1	Deklaag, zand zeer fijn	0,0014 [-]
C2	Deklaag, kleiig zand	97 [d]
T2	WVP, matig fijn zand	113 [m ² /d]
S2	WVP, matig fijn zand	0,0014 [-]
C3	WVP, interne weerstand	0,4 [d]
T3	WVP, grof zand	226 [m ² /d]
S3	WVP, grof zand	0,0014 [-]
C4	WVP, interne weerstand	0,3 [d]
T4	WVP, grof zand	362 [m ² /d]
S4	WVP, grof zand	0,0014 [-]
C5	WVP, interne weerstand	0,9 [d]
T5	WVP, matig grof zand	257 [m ² /d]
C5	WVP, matig grof zand	0,0014 [-]
c6	Geohydrologische basis	390 [d]

2.3 Oppervlaktewater

Nabij de projectlocatie is oppervlaktewater aanwezig dat mogelijk van invloed is op de werkzaamheden. Zie onderstaand figuur.



Figuur 7 – Oppervlaktewater nabij de projectlocatie. Met een rood gestippelde lijn is de projectlocatie weergegeven. Bron: [17].

Aangenomen wordt dat de primaire watergangen een matig doorlatende waterbodem hebben en de overige watergangen een beperkt doorlatende waterbodem, als gevolg van de beperkte stroomsnelheid. Ten behoeve van de berekeningen wordt dan ook aangehouden dat de waterbodems van de primaire watergangen een weerstand hebben van 10 dagen en de waterbodems van de overige watergangen een weerstand van 40 dagen [15], al wordt deze in de praktijk hoger verwacht.

2.4 Grondwaterstanden

Voor de minimum en maximum grondwaterstanden worden de GLG (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand) en de GHG (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand) aangehouden. Deze zijn afgeleid op basis van de beschikbare gegevens (DINOloket en projectpeilbuizen) [16].

Gemiddeld hoge grondwaterstand (GHG) conform volgende definitie:

Bepaling van 3 hoogste metingen per jaar van 24 metingen (2 per maand). Hiervan wordt gemiddelde bepaald: HG3. GHG is het gemiddelde van de HG3 waarden over minimaal 8 jaren. De overschrijdingsfrequentie bedraagt ca. 25 dagen per jaar (7%, ref. Averink (2013)).

Gemiddeld lage grondwaterstand (GLG) conform de volgende definitie:

Vergelijkbaar met GHG. Echter, wordt ca. 25 dagen per jaar onderschreden (7%).

Gemiddeld hoogste stijghoogte (GHS) en gemiddeld laagste stijghoogte (GLS) in relatie tot de bemalingswerkzaamheden bepaald op vergelijkbare manier als bovenstaande.

Tabel 6: overzicht geoptimaliseerde parameters [16].

Onderdeel	Niveau [m NAP]
Gemiddeld Hoge Grondwaterstand	-0,7
Gemiddeld Lage Grondwaterstand	-1,3
Stijghoogte 1 ^{ste} watervoerend pakket, GHS	-0,5
Stijghoogte 1 ^{ste} watervoerend pakket, GLS	-1,4

2.5 Grondwaterkwaliteit

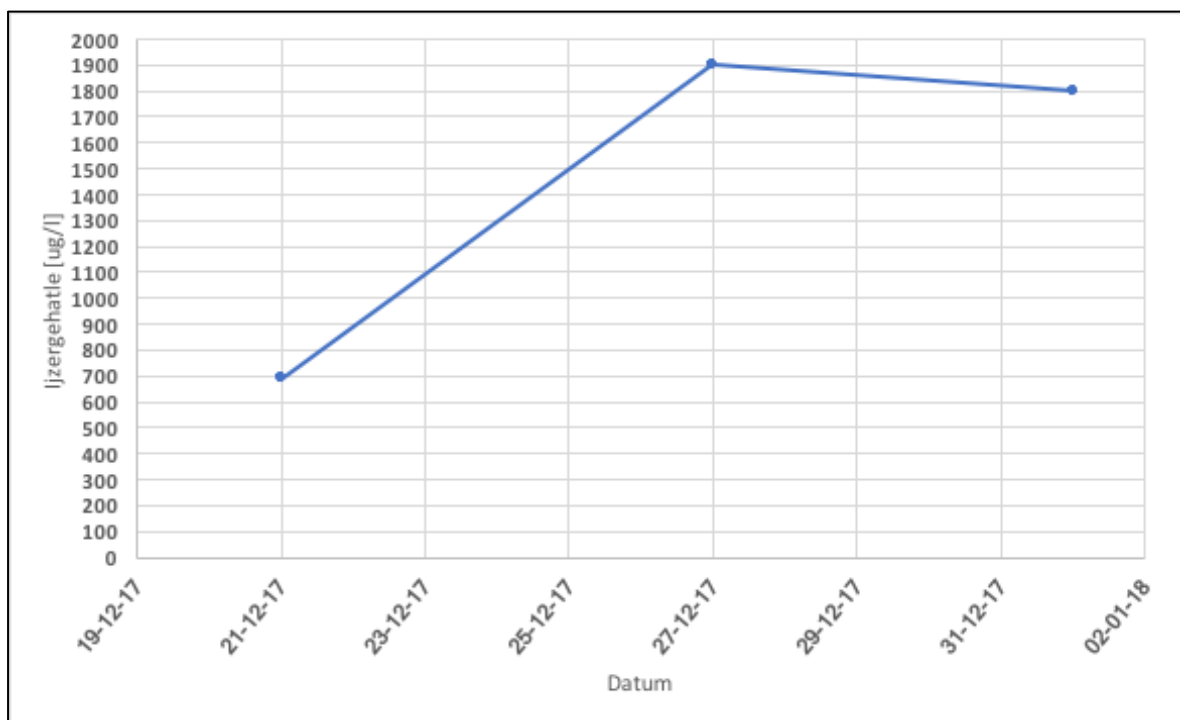
Voorafgaand en gedurende de proefbemaling ter hoogte van Toerit Oost (zelfde watervoerend pakket en overeenkomstige dimensionering uiteindelijke onttrekking als bij kuip WE) zijn grondwatermonsters direct uit het effluent genomen. Deze zijn vervolgens geanalyseerd op het ijzergehalte en het chloridegehalte.

Met het ijzergehalte wordt ingeschat of sprake is van een risico op verstopping van de retourbronnen in de uiteindelijke situatie. Bij een hoog ijzergehalte, is het aannemelijk dat grote hoeveelheden uitgevlokt ijzeroxide in de retourbronnen terechtkomen, dan wel, dat zuurstofrijk bemalingswater, zorgt voor een uitvlokking van ijzeroxide in het materiaal direct buiten de perforatie van de retourbron. Tevens kan een te hoog ijzergehalte (>5 mg/l) zorgen voor een visuele verontreiniging van het ontvangende oppervlaktewater, wat niet is toegestaan.

Gedurende de proefbemaling is geen verstopping, dan wel verslechtering van de retourbronnen waargenomen. Dit is gemonitord door de infiltratiedruk te loggen. Deze is stabiel gebleven gedurende de proef. Er is ook geen visuele verontreiniging van het ontvangende oppervlaktewater waargenomen.

Echter, doordat de proef slechts in een korte periode heeft plaatsgevonden, is het bepalen van het ijzergehalte relevant om een predictie te maken voor de bemalingswerkzaamheden. Een stijging van het ijzergehalte gedurende een bemaling, is niet gebruikelijk. NB. Tijdens de proefbemaling ter hoogte van kuip WE is het ijzergehalte eenmalig gemeten gedurende de proef. Deze lag op 270 ug/l.

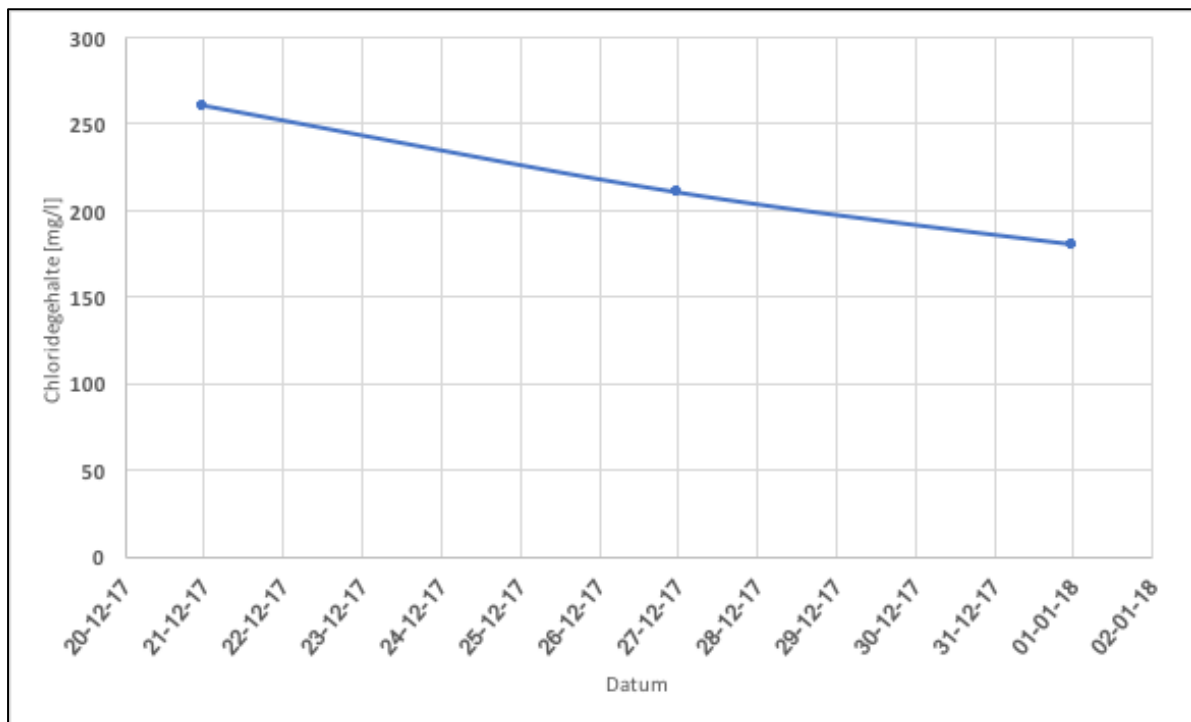
De volgende ijzergehaltenes zijn aangetroffen tijdens de proefbemaling ter hoogte van Toerit Oost.



Figuur 8: Verloop ijzergehalte [ug/l] in lozingswater gedurende de proef.

Met het chloridegehalte wordt ingeschat of noemenswaardige upconing te verwachten is, gedurende de bemalingswerkzaamheden. Te hoge chloridegehaltenes resulteren in een beperking van de lozing, wanneer aan het ontvangende oppervlaktewater restricties zijn opgelegd.

De volgende chloridegehaltenes zijn aangetroffen tijdens de proefbemaling ter hoogte van Toerit Oost.



Figuur 9: Verloop chloridegehalte [mg/l] in effluent gedurende de proef.

NB. Tijdens de proefbemaling ter hoogte van kuip WE is chloridegehalte met behulp van EC-metingen vastgesteld in zowel de sloot (voor lozing) en het effluent. Het chloridegehalte was gemiddeld 200-250 mg/l in zowel het effluent als de sloot.

Wanneer geloosd zal worden, zal aan het Besluit Lozen Buiten Inrichtingen voldaan dienen te worden. Het effluent wordt dan ook bemonsterd op de eisen uit het Besluit Lozen Buiten Inrichtingen (H.3) en de eventueel extra gestelde eisen door het bevoegd gezag.

2.6 Opbarsten putbodem

Doordat lagen T1 en C2 ter hoogte van de werkzaamheden deels worden afgegraven, is sprake van een risico op opbarsten van de putbodem vanuit T2. Zie onderstaande tabel voor de resultaten van de evenwichtsberekeningen [2]. De benodigde verlagingen worden dan ook beheerst met behulp van spanningsbemaling i.c.m. monitoring middels peilbuizen. Graafwerkzaamheden worden pas verricht, wanneer in de peilbuizen voldoende verlagingen worden waargenomen.

Tabel 7: Stijghoogtes o.b.v. resultaten opbarstberekeningen [2].

Onderdeel	Benodigde stijghoogte [m NAP]	Benodigde verlaging bij GHS [m]	Benodigde verlaging bij GLS [m]
Moot 14	-3,40	2,9	2
Moot 15	-3,50	3	2,1
Moot 16	-3,50	3	2,1
Moot 17	-3,40	2,9	2
Moot 18	-3,30	2,8	1,9
Moot 19	-3,10	2,6	1,7
Moot 20	-2,90	2,4	1,5
Moot 21	-2,90	2,4	1,5

2.7 Opbarsten waterbodem

Bij het toepassen van retourbemaling, dient het risico op opbarsten van nabijgelegen waterbodems beschouwd te worden. Tenslotte is de neerwaarts gerichte druk hier lokaal lager, dan ten opzichte van het omringende maaiveld.

Bij een GHS is de berekende verhoging van de stijghoogte ter plaatse van de nabijgelegen watergang maximaal 0,5 meter. Bij een GHS van 0,5 m -NAP betekent dit, dat de stijghoogte wordt verhoogd tot maximaal 0 m NAP. Bij deze stijghoogte is een aanvullende opbarstberekening uitgevoerd ter plaatse van de watergang.

De stijghoogte van het eerste watervoerend pakket bedraagt ter plaatse van de watergang in combinatie met retourbemaling 0 m NAP (B). Deze stijghoogte is gebaseerd op een verhoging van de GHS met 0,5 meter als gevolg van de retourbemaling.

De bovenzijde van het eerste watervoerend pakket bevindt zich op 12,0 m -NAP (A). De opwaartse waterdruk tegen de onderzijde van de aangetroffen organische klei- en/of veenlagen bedraagt:

$$\sigma_{\text{opwaarts}} = 10 * (A - B) = 120 \text{ kN/m}^2.$$

Voor de bepaling van de neerwaartse gronddruk zijn de volumegewichten opgeteld vanaf het waterpeil in de watergang tot aan het begin van het watervoerende pakket (pleistoceen).

Uit de legger van het Hoogheemraadschap van Rijnland blijkt dat de diepte van de watergang maximaal 0,5 meter bedraagt. Uit de hoogtekkaart van Nederland (AHN) blijkt dat het waterpeil in de watergangen zich op ca. 1,4 m -NAP bevindt.

1,4 m -NAP tot 1,9 m -NAP:	0,5 meter water ($\gamma = 10 \text{ kN/m}^3$)	5,0 kN/m²
1,9 m -NAP tot 5,0 m -NAP:	3,1 meter veen/klei ($\gamma = 14,0 \text{ kN/m}^3$)	43,4 kN/m²
5,0 m -NAP tot 10 m -NAP:	5,0 meter zand ($\gamma = 20,0 \text{ kN/m}^3$)	100,0 kN/m²
10 m -NAP tot 12,0 m -NAP:	2,0 meter veen/klei ($\gamma = 14,0 \text{ kN/m}^3$)	28,0 kN/m²
Totale neerwaartse gronddruk:		176,4 kN/m²

Ter bepaling van de uiteindelijke rekenwaarde van neerwaarts gewicht dient een partiële belastingfactor van 0,9 te worden geïntroduceerd, geldend voor een openliggende ontgraving. Taludwerking is niet van toepassing, door het gebruik van damwanden.

De rekenwaarde voor neerwaartse gronddruk bedraagt 158,76 kN/m².

Geconcludeerd kan worden dat er geen sprake is van een risico op opbarsten van de waterbodem van de nabijgelegen watergang, wanneer eerdergenoemde stijghoogtes niet worden overschreden.

3.0 Debieten, waterbezwaren en grondwater-/stijghoogteverlagingen

In dit hoofdstuk worden de uitgangspunten - op basis van de beschikbaar gestelde gegevens - en berekeningsmethodes beschreven en de resultaten hiervan gepresenteerd en toegelicht.

3.1 Uitgangspunten

Tabel 8: Aangehouden uitgangspunten.

Eigenschap	Uitgangspunt
Omtrek totale werkzaamheden	ca. 210 x 25 a 35 meter.
Grondwaterkerende wanden	Ja. Inverse slotweerstand aangehouden van 10^{-7} m/s.
Bemalingsduur totaal	8 maanden
Maaiveldhoogte	0,5 m -NAP
Verlaging GWS	Max. 7,0 m -NAP
Verlaging stijghoogte	Max. 3,5 m -NAP
Laagopbouw	Zie tabel 3.
Parameters	Zie tabel 5.
Berekeningen	Stationair i.v.m. bemalingsduur.
Grondwater-/stijghoogteregime	Zie tabel 6.
Drainageweerstand	400 dagen in totaal (hiermee wordt de bijdrage van o.a. neerslag verdisconteerd).
Oppervlaktewater	Zie paragraaf 2.3. Aan de waterbodems is een weerstand van max. 40 dagen toegekend.
Bemalingsmethode	Verticale filterbemaling i.v.m. maximaal gebruik beperkt doorlaatvermogen direct onder de deklaag en remming horizontale toestroom door damwanden.

3.2 Bandbreedteanalyse

De BRL 12000 schrijft voor dat in de berekeningen duidelijk een bandbreedte zichtbaar is. Dit houdt in dat voor het berekenen van de benodigde debieten en waterbezwaren, de GLG/GLS, GG/GS en GHG/GHS worden gehanteerd. Echter, doordat de GLG/GLS en de GHG/GHS de bandbreedte bepalen zijn alleen voor deze twee situaties bemalingsberekeningen uitgevoerd. Op deze wijze wordt getracht het worst-case scenario te benaderen.

De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van het eindige elementenprogramma MicroFEM (versie 4.10.72).

3.3 Berekeningen debieten en waterbezwaren

Onderstaande tabellen geven de debieten en waterbezwaren weer, op basis van de eerder gepresenteerde uitgangspunten.

Tabel 9: Debieten zonder retourbemaling.

Situatie	Maximale Ontwateringsdiepte [m NAP]	Maximale verlaging [m]	Debiet (opstart) [m³/u]	Debiet (stationair) [m³/u]
GHG*	-7,0	6,3	40	5
GLG*	-7,0	5,7	35	5
GHS**	-3,5	2,9	360	290
GLS**	-3,5	2,0	290	230

* Freatische bemaling

** Spanningsbemaling

Tabel 10: Debieten inclusief het rondpompeffect a.g.v. 100% retourbemaling.

Situatie	Maximale Ontwateringsdiepte [m NAP]	Maximale verlaging [m]	Debiet (opstart) [m³/u]	Debiet (stationair) [m³/u]
GHG*	-7,0	6,3	40	5
GLG*	-7,0	5,7	35	5
GHS**	-3,5	2,9	610	520
GLS**	-3,5	2,0	430	350

* Freatische bemaling

** Spanningsbemaling

Tabel 11: Maximale waterbezwaren.

Situatie	Tijdsduur [maanden]	Hoeveelheid [m³]
Moten 14 t/m 21	8	2.500.000

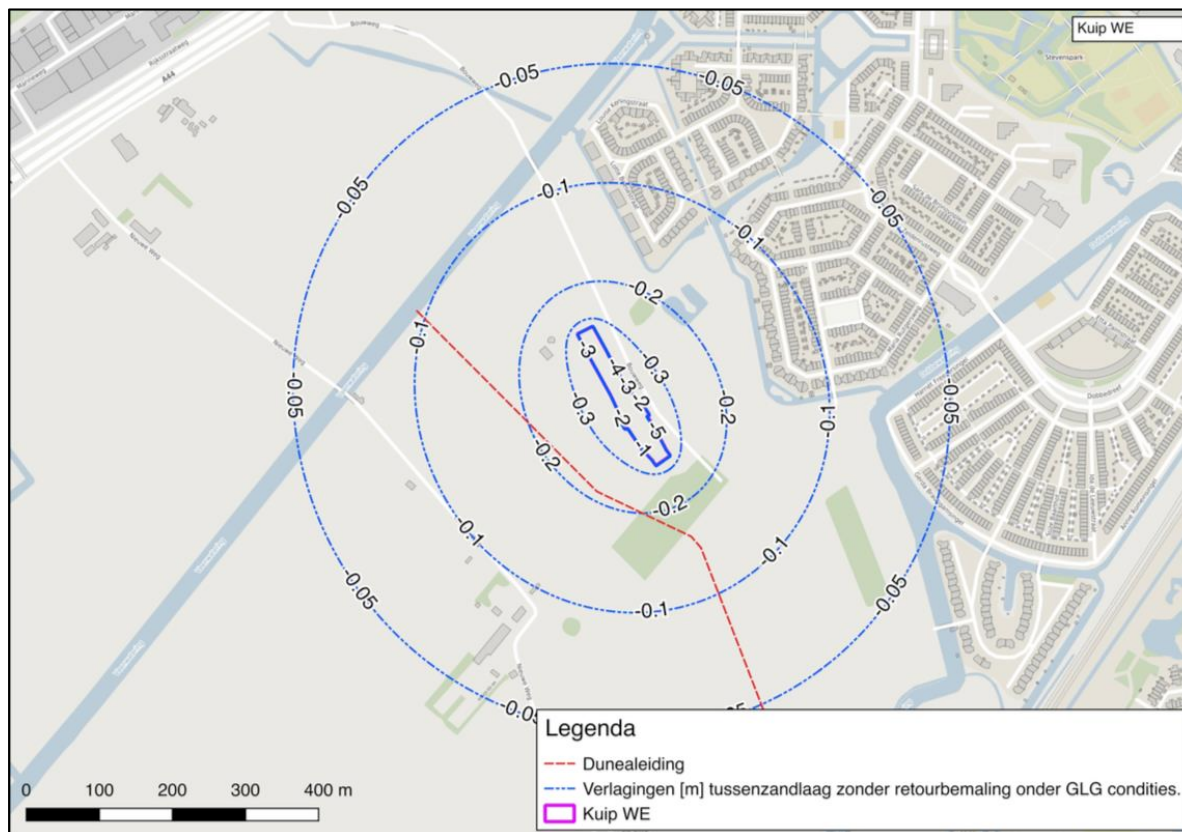
Berekend is, dat stationair maximaal 520 m³/u wordt onttrokken om de werkzaamheden te realiseren, wanneer 100% retourbemaling wordt toegepast ter hoogte van de systeemgrenzen. Echter, op basis van de grondwateranalyses tijdens de proefbemalingen, blijkt vooralsnog geen noodzaak om 100% te retourneren. Slechts 20 tot 30%. Desondanks, wordt voor de aanvraag de maximale lozing en de maximale retourbemaling meegenomen. Hiermee wordt het voorkomen van negatieve omgevingseffecten gewaarborgd in zowel de vergunning als in de uitvoering.

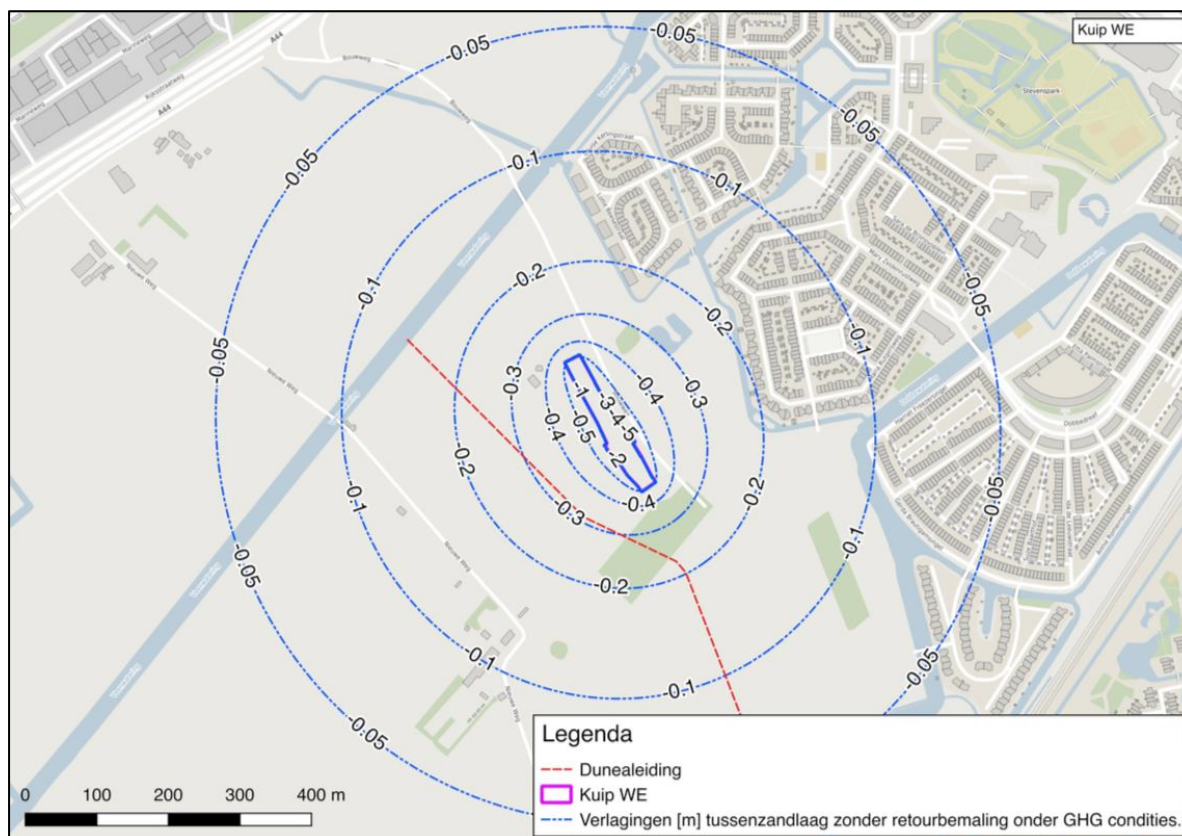
Doordat niet gedurende de volledige bemalingsperiode de verlaging tot maximale droogleggingsdiepte benodigd is, bedraagt de som voor het totale waterbezwaar niet "bemalingsduur x maximaal debiet". Vanzelfsprekend is het totale waterbezwaar lager.

Het opstartdebiet kan eventueel verlaagd worden, wanneer gefaseerd opgestart wordt.

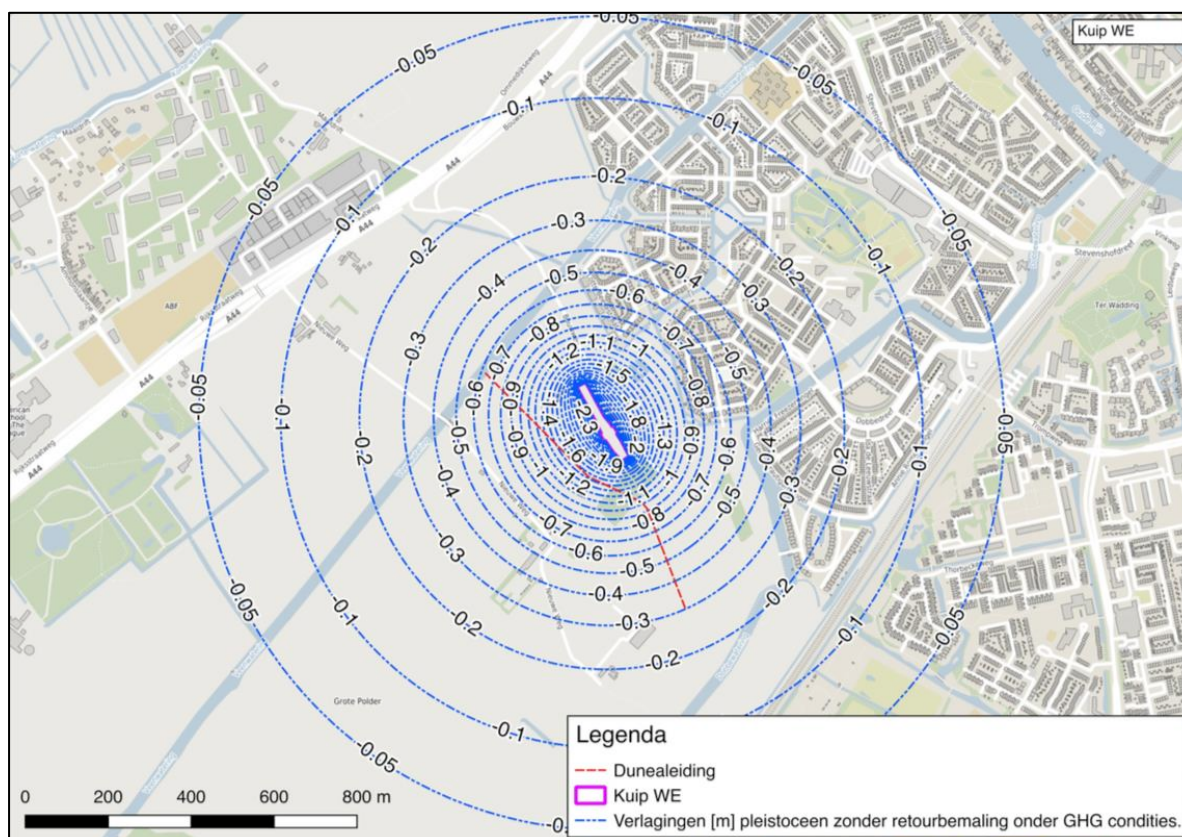
3.4 Verlageningen

De verlagingen van de grondwaterstanden en stijghoogten in de omgeving, worden gepresenteerd in onderstaande figuren op basis van de worst-case situaties (GHG/GHS en GLG/GLS).

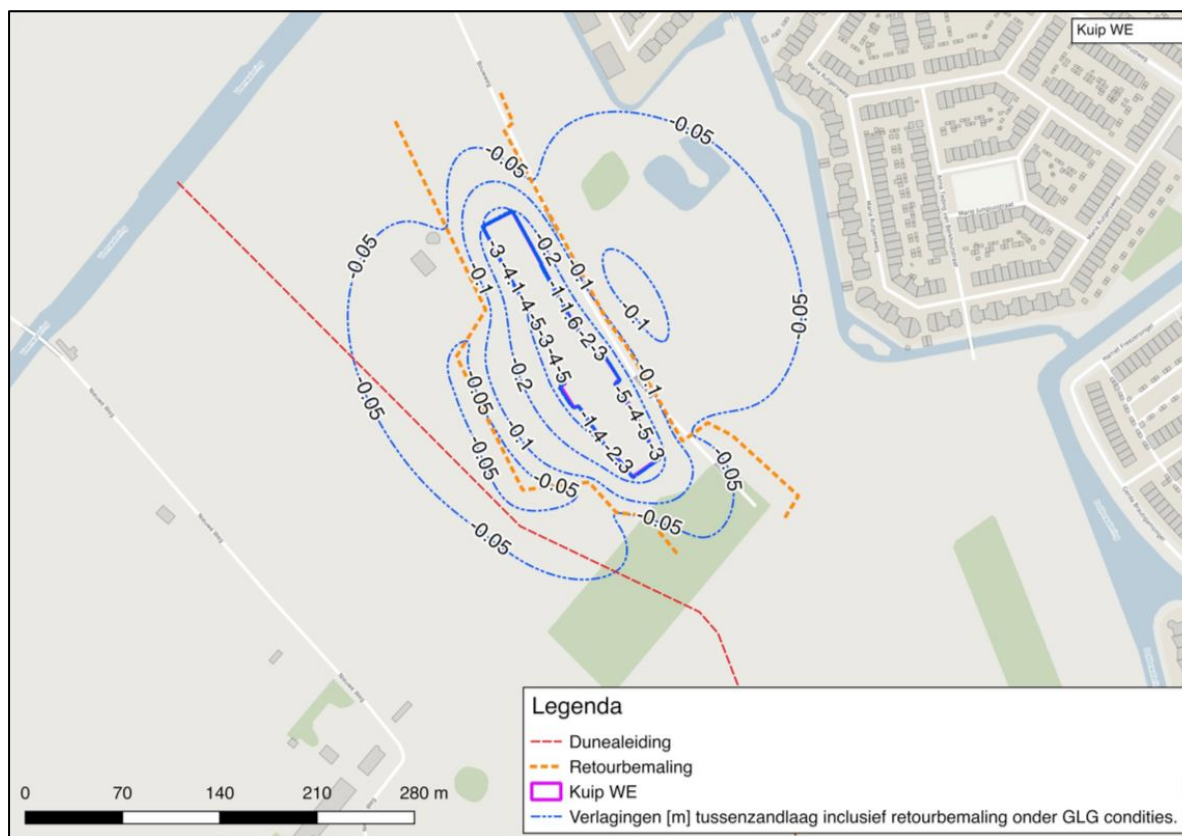




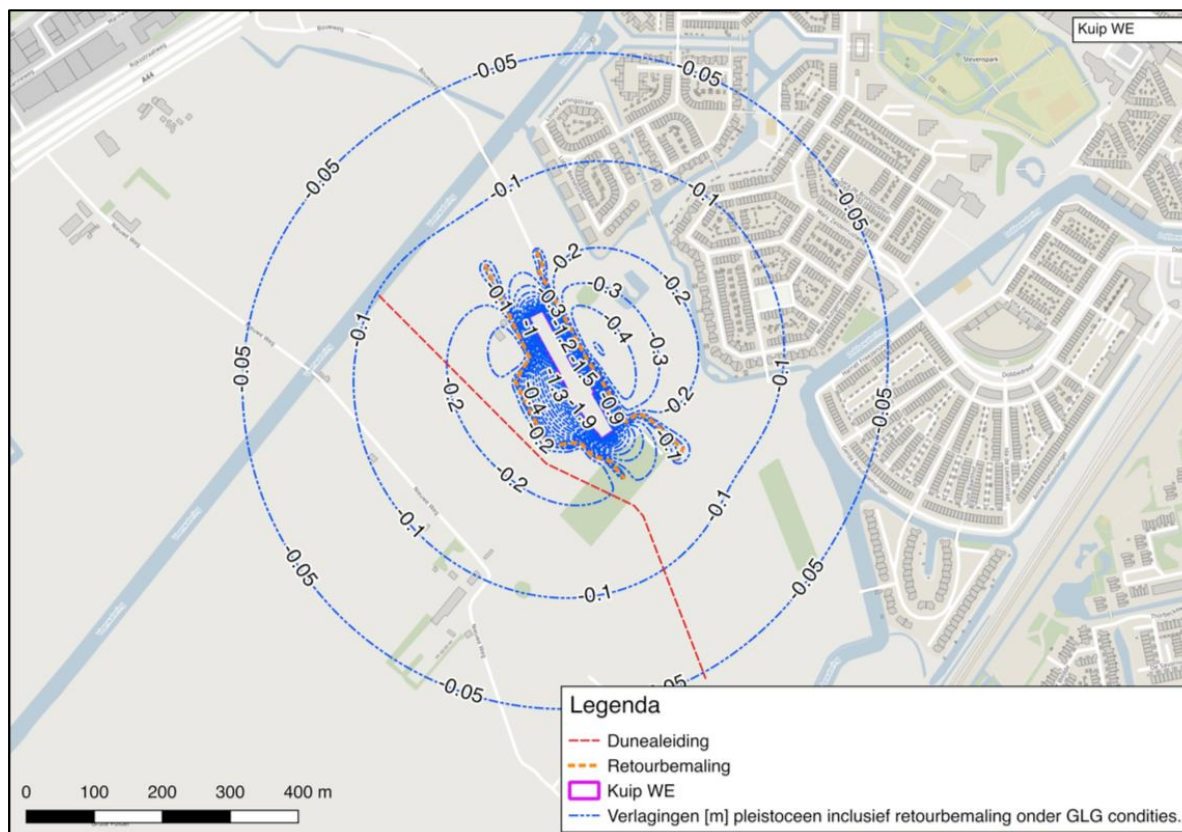
Figuur 12: Verlagingscontouren [m] deklaag a.g.v. spanningsbemaling, zonder retourbemaling, onder GHS-condities.



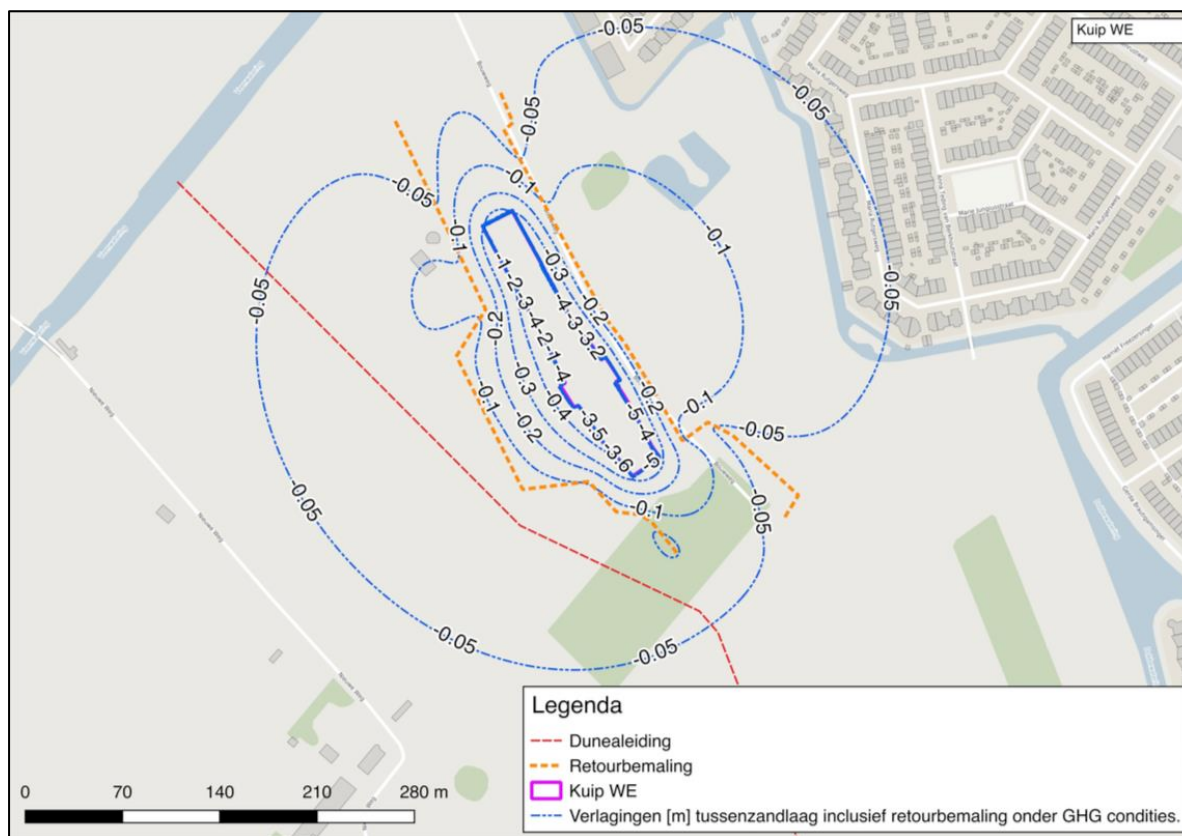
Figuur 13: Verlagingscontouren [m] eerste watervoerend pakket a.g.v. spanningsbemaling, zonder retourbemaling, onder GHS-condities.



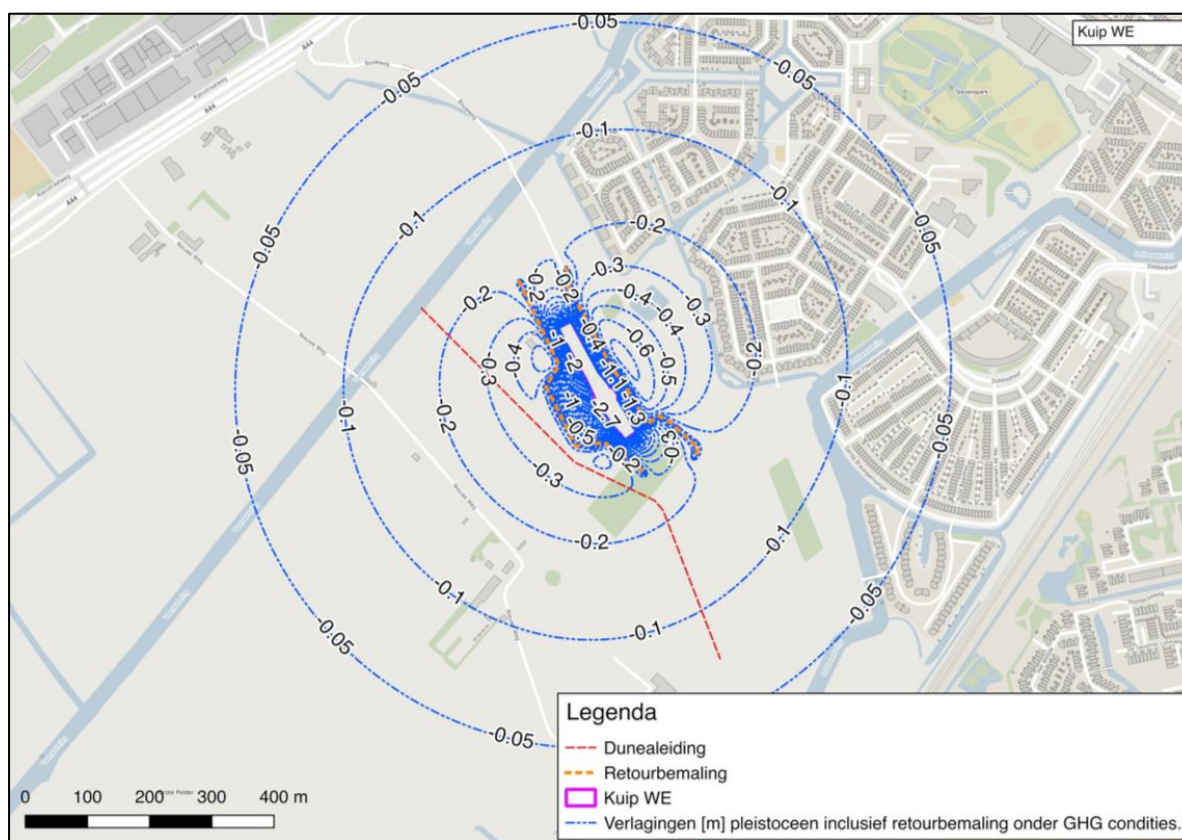
Figuur 14: Verlagsingscontouren [m] deklaag a.g.v. spanningsbemaling, met retourbemaling op de systeemgrenzen, onder GLG-condities.



Figuur 15: Verlagsingscontouren [m] eerste watervoerend pakket a.g.v. spanningsbemaling, met retourbemaling op de systeemgrenzen, onder GLS-condities.



Figuur 16: Verlagingcontouren [m] deklaag a.g.v. spanningsbemaling, met retourbemaling op de systeemgrenzen, onder GHG-condities.



Figuur 17: Verlagingcontouren [m] eerste watervoerend pakket a.g.v. spanningsbemaling, met retourbemaling op de systeemgrenzen, onder GHS-condities.

Het bepalen van bovenstaande verlagingscontouren is relevant voor het achterhalen van mogelijke risico's op de omgeving als gevolg van de bemalingswerkzaamheden. De -0,05 meter verlagingscontour is voornamelijk belangrijk voor het bepalen van effecten op o.a. mobiele grondwaterverontreinigingen, drinkwaterwinning, houten paalfunderingen en wanneer sprake is van veen in de deklaag.

In opvolgend hoofdstuk worden bemaling gerelateerde risico's in separate paragrafen behandeld.

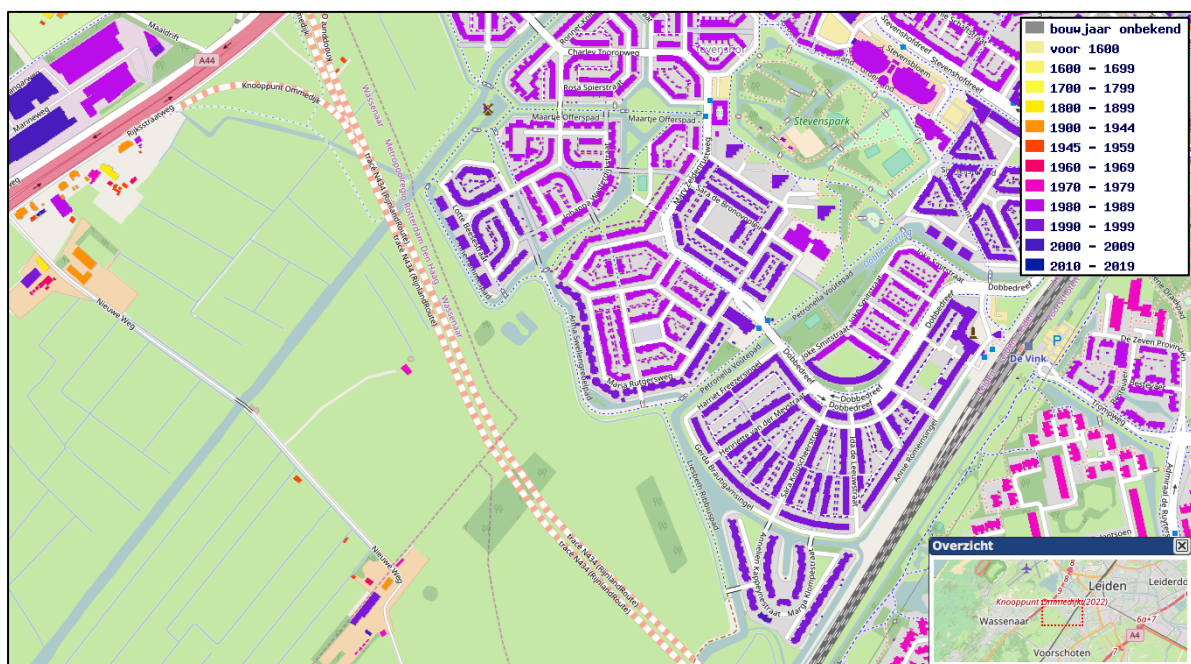
4.0 Beschrijving en beoordeling effecten en risico's

Het verlagen van de grondwaterstand en/of stijghoogte kan ongewenste gevolgen hebben voor o.a. zakkingsgevoelige objecten, archeologie en/of kwetsbare begroeiing binnen het invloedsgebied van de bemaling. Voorliggende beschouwt deze risico's.

4.1 Grondwater gerelateerde zetting

Als gevolg van de bemaling zal de stijghoogte in de omgeving tijdelijk worden verlaagd. Ten gevolge van deze verlaging kunnen (maaiveld)zettingen optreden in samendrukbare lagen. Wat betreft maaiveldzettingen wordt ervan uitgegaan dat alle zettingen tot aan de laagst geregistreerde grondwaterstand/stijghoogte (GLS) in het verleden reeds hebben plaatsgevonden.

Door middel van onderstaande kaart is het bouwjaar van omliggende panden geraadpleegd. Uit voorzorg wordt aangenomen dat alle panden gevoelig zijn voor zetting. Hiernaast is sprake van andere omgevingsobjecten (wegen, keringen en leidingen), welke gevoelig kunnen zijn voor zetting.



Figuur 18: Bouwjaar panden [11]

De met betrekking tot bemaling maximaal toelaatbare zettingen in relatie tot omgevingsobjecten (panden, leidingen, etc.) wordt gesteld op 5 millimeter. Dit betreft de absolute zetting. De maximale verschilzetting wordt gesteld op 1:800. Dit komt overeen met een verschilzetting van 5 millimeter over twee punten met een onderlinge afstand van 4 meter (bijvoorbeeld een gevel). Deze waarden zijn afkomstig uit eerder verleende vergunningen door het Hoogheemraadschap van Rijnland en worden als relatief streng beschouwd in relatie tot vigerende richtlijnen [16].

Qua fundatietypes wordt geen onderscheid gemaakt en wordt aangenomen dat alle objecten op staal zijn gefundeerd. Hierdoor wordt onderschatting als gevolg van bijvoorbeeld verschilzetting tussen anders gefundeerde aanbouwen of niet geregistreerde verbouwingen, voorkomen.

Om in te schatten, welke stijghoogteverlagingen leiden tot deze zettingen, is een zettingsberekening uitgevoerd voor de 0,2 meter verlagingcontour in het Pleistoceen en de 0,05 meter verlagingcontour in de tussenzandlaag. Voor deze bepaling is de situatie, zoals gepresenteerd in figuren 14 en 15, maatgevend. In relatie tot de berekeningen als gevolg van de bemaling, worden de samendrukkingsconstanten voor de grensspanning aangehouden (C_p en C_s), doordat de verlagingen beperkt tot onder de GLG reiken, maar boven de laagst gemeten/opgetreden waterstanden ooit.

Tabel 12: Samendrukkingsconstanten [1 & 16]

	C'_p	C_p	C'_s	C_s
Veen	7,5	37,5	30	150
Klei	12	60	100	500
Zand, tussenzand	450	2250	∞	∞
Zand, 1^{ste} wvp	1350	6750	∞	∞

Tabel 13: Zettingsberekening m.b.v. Koppejan (tijdsafhankelijk).

Laag-nummer [-]	Grond-soort [-]	Diepte [m -mv]	D [m]	H [m]	ΔH [m]	C_p [-]	C_s [-]	C [-]	γ_{grond} [kN/m ³]	γ_{water} [kN/m ³]	σ_{grond} [kN/m ²]	σ_{water} [kN/m ²]	σ_{korrel} [kN/m ²]	$\Delta\sigma_{korrel}$ [kN/m ²]	t [d]	Z (Koppejan) [mm]
		0,00														
C1a	Toplaag		0,65	0,15	0,00	60	500	60	11,0	10,0	3,575	0,8	2,8	0,0	240	0,0
		0,65														
C1b	Holland-veen		2,85	2,85	0,00	37,5	150	19	11,0	10,0	22,825	15,750	7,1	0,0	240	0,0
		3,50														
C1c	Klei		3,00	3,00	0,04	60	500	41	16,0	10,0	62,500	45,0	17,5	0,4	240	1,5
		6,50														
T1	Zand		1,00	1,00	0,05	2250	1,00E+10	2250	20,0	10,0	96,500	65,0	31,5	0,5	240	0,0
		7,50														
C2a	Klei		3,50	3,50	0,07	60	500	41	16,0	10,0	134,500	87,5	47,0	0,7	240	1,1
		11,00														
C2b	Basis-veen		1,00	1,00	0,18	37,5	150	19	11,0	10,0	168,000	110,0	58,0	1,8	240	1,3
		12,00														
T2	Zand		21,50	21,50	0,20	1350	1,00E+10	1350	20,0	10,0	388,500	222,5	206,0	2,0	240	0,2
		33,50														
															Totaal-zetting	4,0

Op basis van de uitgevoerde zettingsberekening (Koppejan) kan geconcludeerd worden dat maximaal 4,0 millimeter optreedt bij de objecten in de omgeving. Hierbij is rekening gehouden met de indringingslengte in de zettingsgevoelige lagen in combinatie met de maximale bemalingsduur van 240 dagen (8 maanden). In de praktijk bedraagt de totale bemalingsduur 8 maanden, maar wordt niet gedurende de volledige periode, maximaal verlaagd. Dit resulteert in een kleinere zetting dan berekend, waardoor het risicoprofiel verder afneemt.

Op basis van de berekende zetting, wordt geen zettingsschade verwacht. Desondanks wordt hierop gemonitord. Dit wordt in een separaat monitoringsplan beschreven.

Aan de zuidwestzijde van de kuip is een waterleiding (Dunea) aanwezig. Als gevolg van de toepassing van de retourbemaling, wordt de zetting berekend op minder dan 5 millimeter ter hoogte van de leiding. NB. Er wordt er vanuit gegaan dat deze leiding in het verleden reeds voorzien is van bemaling. Monitoring van de leiding wordt opgenomen in het monitoringsplan.

De voorwaarden van Rijkswaterstaat met betrekking tot de wegen gaan uit van een maximaal toelaatbare zetting van 10 mm. Indien uit metingen blijkt dat deze zetting wordt overschreden dient contact opgenomen te worden met Rijkswaterstaat over te nemen maatregelen.

De berekende zettingen nabij de dichtstbij gelegen waterkeringen blijken allemaal beperkt te zijn (zetting <5 millimeter), als gevolg van de toepassing van retourbemaling.



Figuur 19: Keringen [17]

Het uitgangspunt is dat er geen zettingen plaatsvinden als gevolg van de bemaling. Controle vindt plaats middels monitoring van de stijghoogte en meetbouden.

Na afloop van de werkzaamheden wordt beoordeeld of door de bemalingen zettingen zijn opgetreden bij waterkeringen. Indien dit het geval blijkt te zijn moeten de zettingen na afloop van het project opgeheven worden.

4.2 Droogstand houten palen

Er wordt geen droogstand van eventueel aanwezige houten palen verwacht, doordat geen noemenswaardige grondwaterstandsverlagingen (laag T1) tot onder de GLG nabij bebouwing wordt berekend.

4.3 Overige grondwateronttrekkingen

Door de zeer beperkte invloedssfeer wordt geen invloed op overige onttrekkingen verwacht. NB. Opvolgende bemalingswerkzaamheden hebben het vertrekpunt de berekende effecten als gevolg van de bemaling van kuip WE niet te wijzigen dan wel te versterken. Beschouwing van de effecten van cumulatie zijn dan ook een verplicht onderdeel van opvolgende bemalingswerkzaamheden dan wel bemalingen van en voor derden.

4.4 Verdroging, natuurwaarden en landbouwdepressie

4.4.1. Freatische verlaging (klei/veen en zandtussenlaag)

Binnen 0,05 meter verlagingcontour binnen de deklaag zijn geen natuurgebieden (EHS, Natura2000 of Nationale Parken) gelegen. Het gebied direct ten zuidoosten van onttrekking, bestaande uit bomen en deels in gelegen in het tracé, wordt niet negatief beïnvloed, doordat hier het vochtpercentage niet zal afnemen.

De ecologie buiten de natuurgebieden zal geen effecten van de bemaling ondervinden.

Binnen het invloedsgebied van de freatische verlagingen zijn landbouwgebieden gelegen. Direct onder het maaiveld is een laag van klei en veen gelegen. Als gevolg van de slechte doorlatendheid van deze afzettingen en het gebruik van damwanden, is het invloedsgebied van de open bemaling in de toplaag zeer beperkt. Buiten het projectgebied zijn er geen noemenswaardige grondwaterstandsverlagingen te verwachten.

4.4.2. Spanningsbemaling eerste watervoerende pakket

Binnen 0,05 meter verlagingcontour van de spanningsbemaling zijn geen natuurgebieden (EHS, Natura2000 of Nationale Parken) gelegen.

4.5 Kwel of wegzijging

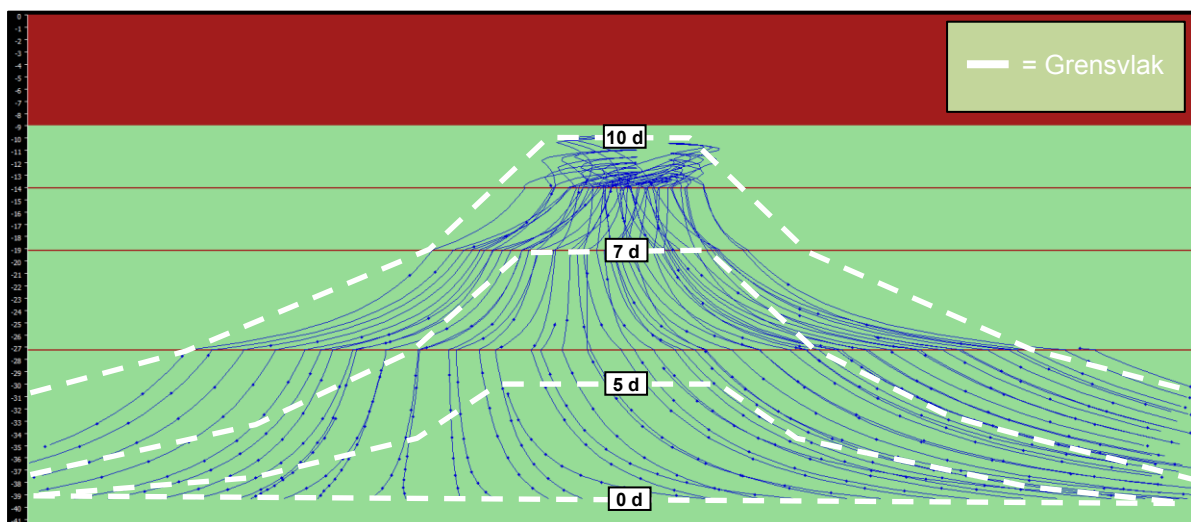
Als gevolg van de bemaling zal, afhankelijk van de periode, de wegzijging tijdelijk beperkt wijzigen.

4.6 Upconing

Er bestaat een risico dat chloridegehaltes tot 2.000 mg/l door de bemaling in het eerste watervoerende pakket worden opgepompt als gevolg van upconing. Het bemalingswater zal periodiek bemonsterd worden om inzicht te krijgen in het verloop van het chloridegehalte. Indien het chloridegehalte de lozingseis van 1.000 mg/l dreigt te gaan overschrijden, moet een deel van het bemalingswater worden geretourneerd, zodanig dat het chloridegehalte in het bemalingswater dat wordt geloosd, terug is op het niveau van de lozingsnorm. Ten behoeve van het retourneren van chloridehoudend bemalingswater, is binnen de systeemgrenzen ruimte gereserveerd t.b.v. de aanleg van retourbemaling. De exacte locatie, aanpak en uitvoering van deze retourbemaling wordt door de aannemer worden uitgewerkt in het technisch bemalingsplan.

UPDATE: Mogelijk dat de lozingseis wordt aangescherpt door het Hoogheemraadschap.

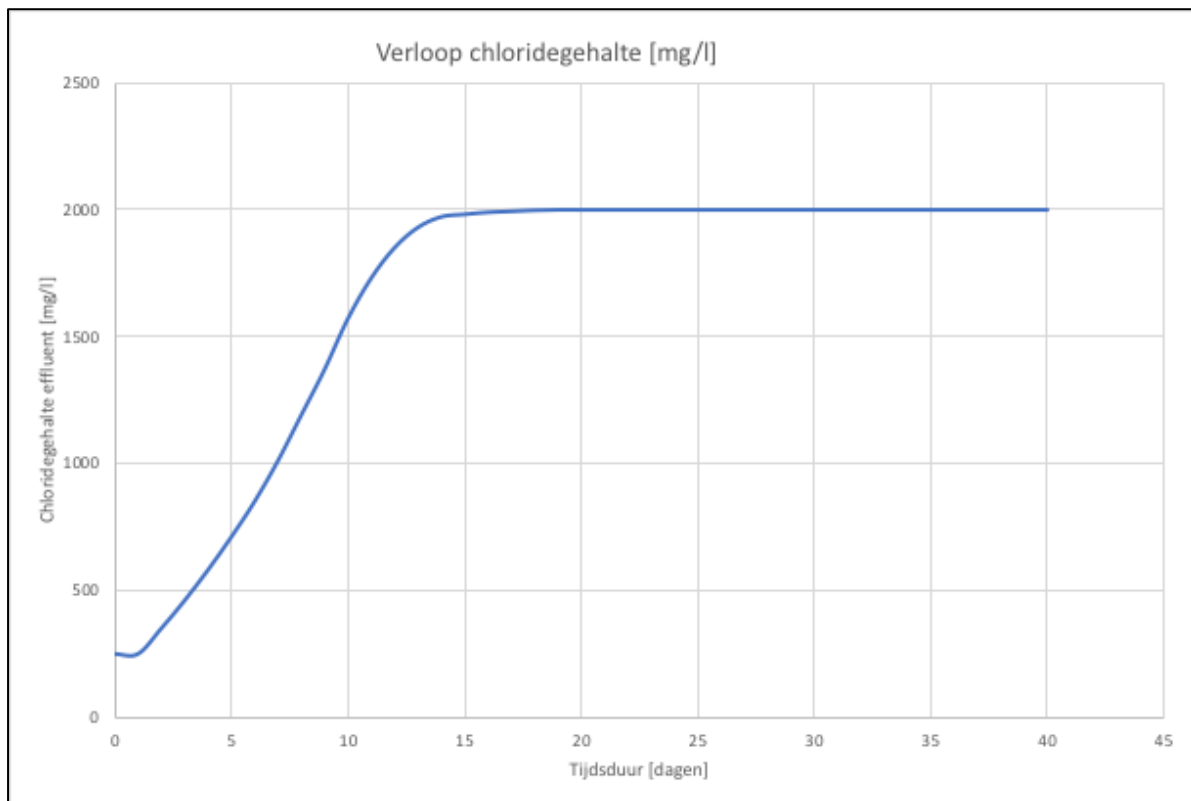
Om het verplaatsen van het zoet-zoutgrensvlak inzichtelijk te maken, zijn berekeningen uitgevoerd met behulp van MicroFEM. Doordat diverse variabelen een remmende invloed hebben op de verplaatsing, maar beperkt zijn in te schatten, zijn deze buiten beschouwing gelaten. Bijvoorbeeld de gradiënt over het watervoerend pakket in soortelijk gewicht van het grondwater. Door deze variabelen buiten beschouwing te laten, wordt een worst-case situatie gesimuleerd.



Figuur 20: Upconing zoet-zoutgrensvlak berekend met MicroFEM. Strooming opwaarts. NB. De afstand tussen twee punten op de betreffende flowline staat voor een afgelegde afstand richting de onttrekking in 1 dag. Na ca. 10 dagen bereikt het zoute grondwater de onttrekking, waar het vermengd wordt met het ondiepere zoetwater.

In bovenstaande figuur wordt het resultaat van de modelberekeningen (MicroFEM) gepresenteerd. Met de witte lijnen wordt het grensvlak gepresenteerd. Deze witte lijnen presenteren een vereenvoudigde weergave van de flowlines (blauwe lijnen), waarin met punten wordt weergegeven, welke afstand wordt afgelegd per opvolgende dag. Des te groter de afstand, des te sneller het grondwater omhoog stroomt, des te sneller het grensvlak richting de onttrekking beweegt. Na ca. 10 dagen bereikt het zoute grondwater de onttrekking, waar het vermengd wordt met het ondiepere zoetwater. In opvolgende grafiek wordt gepresenteerd, dat het grondwater binnen ca. 6 a 7 dagen de lozingsnorm van 1.000 mg/l overschrijdt. UPDATE: Mogelijk dat de lozingseis wordt aangescherpt door het Hoogheemraadschap.

NB. De upconing vindt alleen plaats binnen de systeemgrenzen. Er is dan ook geen risico van een omgevingseffect.



Figuur 21: Worst-case verloop chloridegehalte in het effluent a.g.v. onttrekken van dieper chloridehoudend grondwater.

NB. De kans is aanwezig, blijkend uit de resultaten van de proefbemaling, dat de stijging van het chloridegehalte in mindere mate plaatsvindt. Hierdoor wordt naast retourbemaling, om de stijghoogte/grondwaterstand in de omgeving te beheersen, een lozingspunt gerealiseerd op de Veenwatering. Wanneer daadwerkelijk een trend zichtbaar wordt in de analyseresultaten van het effluent, welke een toekomstige overschrijding van de lozingsnorm weergeven, worden extra retourbronnen gerealiseerd t.b.v. de lozing in de bodem.

Na een periode van ca. twee maanden na het beëindigen van de bemaling is de hoogte van de grensvlak gezakt naar ca. 30 m -NAP. Na een periode van een jaar is het grensvlak weer op oorspronkelijke diepte.

4.7 Archeologie

4.7.1. Freatische bemaling (klei/veen en zandtussenlaag)

Vergroting van de onverzadigde zone vindt alleen plaats direct rondom de bouwkuip. Als gevolg van de slechte doorlatendheid van de bovenste klei- en veenlagen beperkt de toename van de onverzadigde zone zich vrijwel tot de bouwkuip. Het overige deel van de bodem blijft verzadigd. In de tussenzandlaag wordt alleen de grondwaterspanning verlaagd. Deze laag blijft echter ook volledig verzadigd.

Door de geringe toename van de onverzadigde zone en de tijdelijke bemalingsduur (zeker in verhouding tot de snelheid van oxidatie bij de zuurstofconcentraties in de atmosfeer) is het risico op oxidatie van eventueel aanwezige archeologische resten uit te sluiten.

4.7.2. Spanningsbemaling eerste watervoerende pakket

De spanningsbemaling leidt tot verlaging van de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket. Door de slechte doorlatendheid van de holocene deklaag en de tijdelijke bemalingsduur zal de spanningsbemaling de grondwaterstand en de dikte van de onverzadigde zone niet noemenswaardig beïnvloeden. Omdat de onverzadigde zone niet toeneemt wordt er geen extra bodemvolume, en eventueel hierin aanwezige archeologische resten, aan lucht blootgesteld en is oxidatie van archeologische resten uitgesloten. De spanningsbemaling heeft met andere woorden geen negatief effect op de archeologie.

4.8 Aardkundige waarden

Geomorfologische verschijnselen worden niet beïnvloed door de bemaling. De zettingen als gevolg van de bemaling zijn namelijk gering. Zoals hierboven bij de behandeling van het effect van de bemaling op archeologie is aangegeven, is er ook geen noemenswaardig risico op aantasting van bijvoorbeeld veenlagen door oxidatie.

4.8 Grondwaterverontreinigingen

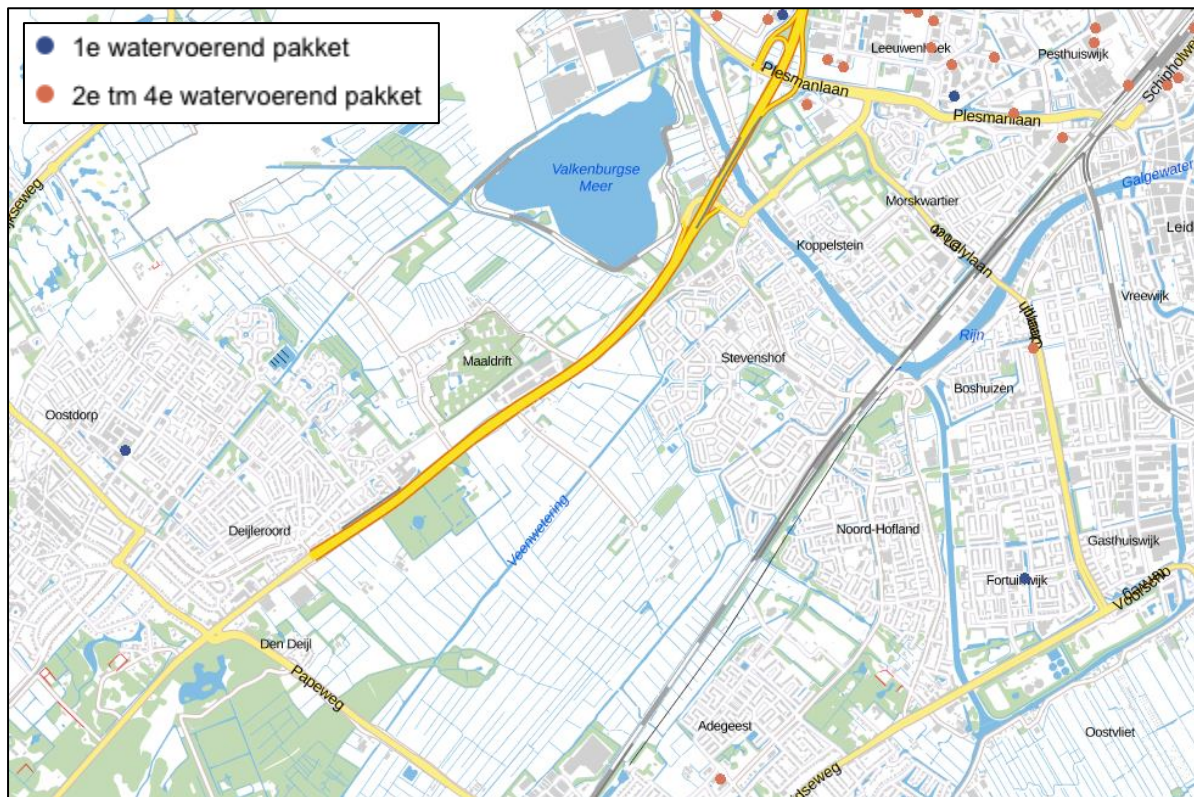
Uit de gegevens op Bodemloket blijkt dat er binnen het invloedsgebied verkennende onderzoeken zijn uitgevoerd. De resultaten van deze onderzoeken gaven geen aanleiding tot vervolgacties, zodat geconcludeerd kan worden dat geen verplaatsing van mobiele grondwaterverontreinigingen a.g.v. de bemalingswerkzaamheden wordt verwacht.

Uit de informatie van Provincie Zuid-Holland volgt dat er binnen het invloedsgebied van de spanningsbemaling in het eerste watervoerende pakket geen voormalige stortplaatsen gelegen zijn.

NB. Het effluent wordt bemonsterd op de eisen uit het Besluit Lozen Buiten Inrichtingen (H.3) en de eventueel extra gestelde eisen van het bevoegd gezag.

4.9 KWO en veedrenking

Gezien de omvang (debieten i.r.t. de betrokken watervoerende lagen) van de bemaling, wordt geen invloed op eventuele KWO-systemen verwacht. Van veedrenking is mogelijk sprake binnen de berekende freatische contouren, echter deze wordt niet beïnvloed.



Figuur 22: Onttrekkingen. Waaronder KWO-systemen. [10].

4.10 Overige

Overige niet bemaling gerelateerde omgevingsinvloeden als trillingen en zettingen als gevolg van transportbewegingen, vormen geen onderdeel van deze rapportage.

5.0 Waterkwaliteit en lozing

5.1 Verwachte kwaliteit opgepompt grondwater

Beoogd wordt om te lozen op de Veenwatering. Het effluent wordt dan ook bemonsterd op de eisen uit het Besluit Lozen Buiten Inrichtingen (H.3) en de eventueel extra gestelde eisen van het bevoegd gezag.

Zoals beschreven in paragraaf 4.6:

“Er bestaat een risico dat chloridegehaltes tot 2.000 mg/l door de bemaling in het eerste watervoerende pakket worden opgepompt als gevolg van upconing. Het bemalingswater zal periodiek bemonsterd worden om inzicht te krijgen in het verloop van het chloridegehalte. Indien het chloridegehalte de lozingseis van 1.000 mg/l dreigt te gaan overschrijden, moet een deel van het bemalingswater worden geretourneerd, zodanig dat het chloridegehalte in het bemalingswater dat wordt geloosd, terug is op het niveau van de lozingsnorm. Ten behoeve van het retourneren van chloridehoudend bemalingswater, is binnen de systeemgrenzen ruimte gereserveerd t.b.v. de aanleg van retourbemaling. De exacte locatie, aanpak en uitvoering van deze retourbemaling wordt door de aannemer worden uitgewerkt in het technisch bemalingsplan.”

UPDATE: Mogelijk dat de lozingseis wordt aangescherpt door het Hoogheemraadschap.

5.2 Lozingsmogelijkheden opgepompt grondwater

Op hoofdlijnen zijn er drie lozingstypen; retourbemaling, lozen op oppervlaktewater en lozen op gemeentelijk riool. Retourbemaling wordt in beginsel alleen toegepast om ongewenste stijghoogteverlagingen in de omgeving te voorkomen. Uit de monitoring zal blijken in welke mate retourbemaling toegepast dient te worden als lozingsmaatregel. NB. De retourbemaling wordt niet gestuurd op debiet, maar op beheersing van grondwaterstanden. Het extra lozen van grondwater zal niet plaatsvinden in eerdergenoemde retourbemaling, om achterloopsheid te voorkomen. Hiervoor worden, wanneer nodig, extra retourbronnen geboord (zie H.7.).

5.3 Beschrijving eventuele aanvullende zuiveringstechnische maatregelen

Op basis van hetgeen eerder beschreven, wordt vooralsnog aangenomen dat geen zuiveringstechnische maatregelen getroffen dienen te worden, voorafgaand aan de lozing. Op basis van de bemonstering van het effluent kunnen mogelijke zuiveringstechnische maatregelen afgestemd worden. E.e.a. in overleg met het bevoegd gezag.

6.0 Beschrijving monitoring grondwateronttrekking

Wordt in een separaat monitoringsplan beschreven.

7.0 Technische principes bronbemaling t.b.v. bemalingsadvies

In verband met de heersende grondwaterstanden en stijghoogtes ter hoogte van de projectlocatie, is bemaling noodzakelijk.

Voor de verschillende bodemlagen wordt de volgende bemalingswijze toegepast:

- Open bemaling in combinatie met verticale filterbemaling tot maximaal 10 m -NAP in de tussenzandlaag (wadzand) binnen de deklaag.
- Verticale filterbemaling tot maximaal 16 m -NAP ten behoeve van de spanningsbemaling in het eerste watervoerende pakket. Deze wordt met name aan de binnenzijde van de damwanden geplaatst, om optimaal van de remmende werking van de damwanden, dan wel anisotrope eigenschappen van de bodem te benutten.
- Retourbemaling tot maximaal 25 m -NAP in het eerste watervoerende pakket. Deze wordt binnen de systeemgrenzen geplaatst, om optimaal de remmende werking van de damwanden, dan wel anisotrope eigenschappen van de bodem te benutten.
- Retourbemaling tot maximaal 55 m -NAP in het eerste watervoerende pakket. Deze wordt eveneens binnen de systeemgrenzen geplaatst en dient ter vergroting van de retourcapaciteit.

NB. Mocht uit de resultaten van de effluentbemonstering blijken dat een overschrijding van de lozingsnorm (1.000 mg/l) lijkt op te gaan treden, dan worden zogenaamde “diepe bronnen” geïnstalleerd. Dit zijn bronnen (max. 55 m -NAP, rond 250/315 mm, 10 meter perforatie en voorzien van een zwelkleistop), welke in het diepere en grovere deel van het eerste watervoerend pakket het zoutere water retourneren. Door te kiezen voor diepere bronnen, is sprake van een minder groot risico op achterloopsheid. De perforatie bevindt zich dan ook slechts in het diepere deel van het watervoerend pakket. Een dergelijke bron kan tussen de 20 m³/u en 50 m³/u (Sichardt) opnemen en wordt binnen de systeemgrenzen geplaatst. De invloed (opstuwing) van deze bronnen aan het maaiveld is zeer beperkt, door de anisotropie van de bodem, waardoor spreiding van de waterdruk/-spanning met name in een dieper deel van het watervoerend pakket plaatsvindt.

UPDATE: Mogelijk dat de lozingseis wordt aangescherpt door het Hoogheemraadschap.

8.0 Voorschriften, vergunningen en belastingen

Het Hoogheemraadschap van Rijnland is vergunningverlener voor grondwateronttrekkingen en lozingen in het kader van de Waterwet en is beheerder van de waterkwantiteit en waterkwaliteit.

8.1. Onttrekken grondwater

Het Hoogheemraadschap van Rijnland is bevoegd gezag voor grondwateronttrekkingen en lozingen in het kader van de Waterwet en is beheerder van de waterkwantiteit en waterkwaliteit. In de Keur van het Hoogheemraadschap staat omschreven dat voor het onttrekken van grondwater met een melding kan worden volstaan wanneer er wordt voldaan aan de volgende regels:

1. De freatische grondwaterstand binnen een kern- of beschermingszone van een waterkering niet wordt beïnvloed;
2. De onttrekking geschiedt in het kader van kabel- of leidingsleuven en:
 - a. de onttrekking plaatsvindt in een provinciaal milieubeschermingsgebied en:
 - i. het debiet groter is dan 5 m³/uur, 2.500 m³/maand of 5.000 m³/jaar en;
 - ii. het debiet kleiner is dan 10 m³/uur, 5.000 m³/maand of 20.000 m³/jaar
 - b. De onttrekking plaatsvindt in een kwetsbaar gebied en:
 - i. het debiet groter is dan 5 m³/uur, 2.500 m³/maand of 5.000 m³/jaar en;
 - ii. het debiet kleiner is dan 35 m³/uur, 10.000 m³/maand of 30.000 m³/jaar
 - c. De onttrekking in overige gebieden plaatsvindt en:
 - i. het debiet groter is dan 10 m³/uur, 5.000 m³/maand of 12.000 m³/jaar en;
 - ii. het debiet kleiner is dan 100 m³/uur, 40.000 m³/maand of 100.000 m³/jaar
3. De onttrekking plaatsvindt in het kader van overige werkzaamheden (m.u.v. brandblusvoorzieningen en grondwatersaneringen) en:
 - a. de onttrekking plaatsvindt in een provinciaal milieubeschermingsgebied en:
 - i. het debiet groter is dan 5 m³/uur, 2.500 m³/maand of 5.000 m³/jaar en;
 - ii. het debiet kleiner is dan 10 m³/uur, 5.000 m³/maand of 20.000 m³/jaar;
 - iii. de onttrekking lager duurt dan drie maanden en korter dan zes maanden.
 - b. De onttrekking plaatsvindt in een kwetsbaar gebied en:
 - i. het debiet groter is dan 5 m³/uur, 2.500 m³/maand of 5.000 m³/jaar;
 - ii. het debiet kleiner is dan 35 m³/uur, 10.000 m³/maand of 30.000 m³/jaar
 - iii. de onttrekking lager duurt dan drie maanden en korter dan zes maanden.
 - c. De onttrekking in overige gebieden plaatsvindt en:
 - i. het debiet groter is dan 10 m³/uur, 5.000 m³/maand of 12.000 m³/jaar en;
 - ii. het debiet kleiner is dan 100 m³/uur, 40.000 m³/maand of 100.000 m³/jaar
 - iii. de onttrekking korter duurt dan zes maanden.

Indien niet aan deze eisen kan worden voldaan dient een vergunning te worden aangevraagd. Niet vergunningsplichtige onttrekkingen worden in het kader van de Keur en de Waterwet gemeld bij het Hoogheemraadschap.

Als aanvullende eis wordt gesteld dat indien grondwater wordt onttrokken vanuit een strategische reserve, 100% van het aan de strategische reserve onttrokken zoete grondwater geretourneerd dient te worden.

8.2. Lozen grondwater

Met betrekking tot het lozen van het grondwater dient te worden voldaan aan het Besluit lozen buiten inrichtingen (Blbi) of het activiteitenbesluit (BARIM).

8.3. Conclusie

Op basis van de berekende debieten en waterbezwaren is de onttrekking **vergunningplichtig**. Daarnaast reiken de invloedsgebieden tot in de kern- en beschermingszones van de regionale waterkeringen waardoor een vergunning noodzakelijk is.

Geadviseerd wordt de volgende kengetallen bij de vergunningaanvraag aan te houden.

Tabel 14: Waterbezwaren gepresenteerd voor de GHG/GHS-situatie.

Situatie	Tijdsduur [maanden]	Hoeveelheid onttrekking [m ³]	Hoeveelheid lozing oppervlaktewater [m ³]	Hoeveelheid retourbemaling [m ³]
Moten 14 t/m 21	8	2.500.000	2.000.000	2.500.000

In verband met mogelijk uitloop van de werkzaamheden of incidenten kan meer grondwater worden onttrokken dan berekend. Geadviseerd wordt bij de vergunningaanvraag het berekende waterbezwaar te verhogen door middel van de extra bemalingsduur en uit te gaan van:

Tabel 15: Aan te houden waterbezwaren t.b.v. aanvraag.

Situatie	Tijdsduur [maanden]	Hoeveelheid onttrekking [m ³]	Hoeveelheid lozing oppervlaktewater [m ³]	Hoeveelheid retourbemaling [m ³]
Moten 14 t/m 21	10	3.125.000	2.500.000	3.125.000

9.0 Conclusies

Ten aanzien van de bemaling in het kader van de werkzaamheden kuip WE van het project Rijnlandroute wordt het volgende geconcludeerd:

- Er vindt bemaling plaats in de deklaag van klei en veen, een plaatselijk aanwezige tussenzandlaag en het eerste watervoerende pakket.
- De bemalingen hebben in totaal een waterbezwaar van ca. 2.500.000 m³ (GHG/GHS situatie).
- In verband met mogelijk uitloop van de werkzaamheden, incidenten of lokale afwijkingen in de bodemopbouw kan meer grondwater worden onttrokken dan berekend. Geadviseerd wordt bij de vergunningaanvraag het waterbezwaar te verhogen door middel van extra bemalingsduur als gevolg van mogelijke uitloop en uit te gaan van 3.125.000 m³.
- Om negatieve effecten te voorkomen wordt preventief retourbemaling in het eerste watervoerend pakket toegepast. Hiermee wordt ca. 625.000 m³ door de retourbemaling in de bodem teruggebracht. Het overige bemalingswater (2.500.000 m³) wordt geloosd op oppervlaktewater. Mocht het chloridegehalte tot boven de lozingsnormen stijgen, dan bestaat de kans dat 100% moeten worden teruggebracht in de bodem. Dit zou betekenen dat maximaal 3.125.000 m³ geretourneerd wordt.
- Voorliggende rapportage is berust op een worstcasebenadering om effecten op de omgeving niet te onderschatten. In de praktijk worden dan ook lagere debieten verwacht dan berekend. Namelijk een maximaal onttrekkingsdebiet van 400 m³/u en een maximaal te onttrekken totale hoeveelheid van 1.700.000 m³. Echter, voor de dimensionering van de bemaling, bijbehorende maatregelen en monitoring, blijft worstcase maatgevend.
- Er worden ten gevolge van de freatische bemaling geen onacceptabele negatieve effecten berekend.
- Er worden ten gevolge van de spanningsbemaling geen onacceptabele negatieve effecten berekend.
- De retourbemaling heeft als doel de stijghoogteverlagingen buiten de systeemgrenzen te beheersen.
- Bij dreigende overschrijding van de lozingsnorm, worden los van de retourbemaling m.b.t. de verlagingen van de grondwaterstanden en stijghoogten in de omgeving, extra diepe retourbronnen geïnstalleerd. Dit zijn grote en met name diepe infiltratiebronnen.
- Ten gevolge van de grondwateronttrekking worden geringe zettingen verwacht ter plaatse van waterkeringen (<5 mm) en ter plaatse van opstallen (<5 mm). De zettingen ter plaatse van de opstallen leiden niet tot onacceptabele negatieve effecten. De zettingen ter plaatse van de waterkeringen zijn beperkt. Na afloop van de werkzaamheden dient beoordeeld te worden of er door de bemalingen zettingen zijn opgetreden. Indien dit het geval blijkt te zijn dienen de zettingen bij de keringen na afloop opgeheven te worden.
- Ten gevolge van de bemalingen in het eerste watervoerende pakket is berekend dat het chloridegehalte binnen 10 dagen de 1.000 mg/l zal overschrijden. Echter, tijdens de proefbemaling is geen stijging (ca. 250 mg/l) waargenomen, waardoor de kans aanwezig is dat geen overschrijding zal plaatsvinden. Het bemalingswater zal dan ook periodiek bemonsterd worden op de chloridegehalte. NB. Afhankelijk van de lozingseisen van het Hoogheemraadschap moet een deel van het bemalingswater worden geretourneerd, zodanig dat de chlorideconcentratie in het bemalingswater dat wordt geloosd terug is op het niveau van de lozingsnorm.

10.0 Slot

Deze voorliggende rapportage dient als onderbouwing voor de aanvraag van de watervergunning in het kader van de Waterwet. Indien er vragen zijn betreffende de inhoud van deze rapportage gelieve contact met ons op te nemen.

Bijlage I – Ingangscontrolle

Om te bepalen of de basisgegevens in voldoende mate aanwezig zijn om een gedegen bemalingsadvies conform de BRL 12000 op te kunnen stellen, is een ingangscontrolle gehouden. De uitkomsten worden in onderstaande tabel gepresenteerd.

Tabel 16: Ingangscontrolle

Onderdeel	Geschiktheid beschikbare gegevens	Aanvullende gegevens nodig?
<u>1. Overzicht realisatieplan</u>		
Meest recente realisatieplan, inclusief bouwputbegrenzing en funderingsplan	recent / niet recent	Ja / Nee
Diepte en omvang benodigde grondwaterstandsverlaging	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
De meest waarschijnlijke uitvoeringsmethode(n), incl. planning	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
De meest kritische uitvoeringsmethode(n), incl. planning	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
<u>2. Karakterisering/schematisering van de ondergrond</u>		
Geologie	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
Geohydrologie	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
Grondmechanische aspecten	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
Bodemkundige aspecten	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
<u>3. Freatische grondwaterstanden en stijghoogten</u>		
Grondwaterstanden	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
Stijghoogten	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
<u>4. Oppervlaktewatersysteem</u>		
Ligging, diepte en peil oppervlaktewater	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
<u>5. Kwaliteit opgepompt, te lozen en/of te infiltreren water</u>		
Parameters i.r.t. milieu verontreinigingen (PAK's, min. olie, metalen, enz.)	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
Parameters i.r.t. lozingsseisen waterschap/RWS (Fe-totaal, onopgeloste best. delen, chlorideconcentratie, enz.)	acceptabel / beperkt	Ja / Nee (worden direct bemonsterd vanuit het effluent)
Parameters i.r.t. problemenstoffen bij infiltratie	acceptabel / beperkt	Ja / Nee (worden direct bemonsterd vanuit het effluent)
<u>6. Lozingsmogelijkheden opgepompt water</u>		
Lozingsseisen (kwaliteit, kwantiteit, temperatuur)	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
Lozingsmogelijkheden, inclusief wenselijkheid, verplichting of noodzaak toepassen retourbemaling	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
<u>7. Aanwezige verontreinigingen en explosieven</u>		
Aanwezigheid, ligging en aard bodem- en grondwaterverontreinigingen	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
Aanwezigheid explosieven	acceptabel / beperkt	Ja / Nee

Onderdeel	Geschiktheid beschikbare gegevens	Aanvullende gegevens nodig?
8. Aanwezigheid en ligging (kwetsbare) (bodem)gebruiksfuncties		
Landbouw, natuur, groenvoorzieningen, kwetsbare bomen, kwetsbare beplantingen, e.d.	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
Grondwaterbeschermingsgebieden	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
Oppervlaktewater (KRW, Natura 2000 doelen, etc.)	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
Wegen, spoor, tunnels, kabels en leidingen, drainage, waterkeringen, e.d.	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
Zettingsgevoelige bebouwing en fundering	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
Opbarsten (water)bodems	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
Houten palen	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
Kelders en overige verdiepte bebouwing	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
Zoet/brak en brak/zout grensvlak	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
Andere onttrekkingen / retourneringen	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
Archeologie en aardkundige waarden	acceptabel / beperkt	Ja / Nee
Strategisch zoet grondwatergebied	acceptabel / beperkt	Ja / Nee

De minimaal benodigde gegevens zijn getoetst aan de in het landelijk aanvraagformulier voor de Watervergunning (Versie 2.2., oktober 2012, Ministerie van Verkeer en Waterstaat) beschreven eisen. De eisen van bijlage A4 (onttrekking) en A5 (lozen) zijn op de bemalingswerkzaamheden van toepassing en worden ingevuld in voorliggende rapportage.

Bijlage II – Risico-check

De risico-check houdt in dat systematisch alle (potentiële) risico's (kans x effect) die samenhangen met de uitvoering van de bemaling worden nagelopen en beoordeeld op effect en kans van voorkomen. Dit levert een overzicht op van reële risico's. Deze risico's dienen nader beschreven te worden in de onderbouwende rapportage. Van deze risico's dient nagegaan en beschreven te worden, welke maatregelen mogelijk zijn om deze risico's zoveel mogelijk weg te nemen. Bepaalde risico's kunnen mogelijk nog niet goed worden ingeschat, wanneer gegevens hiervoor nog zouden ontbreken. Ook die onzekerheden dienen in beeld te worden gebracht en te worden beschreven. De uitkomsten worden in onderstaande tabel gepresenteerd.

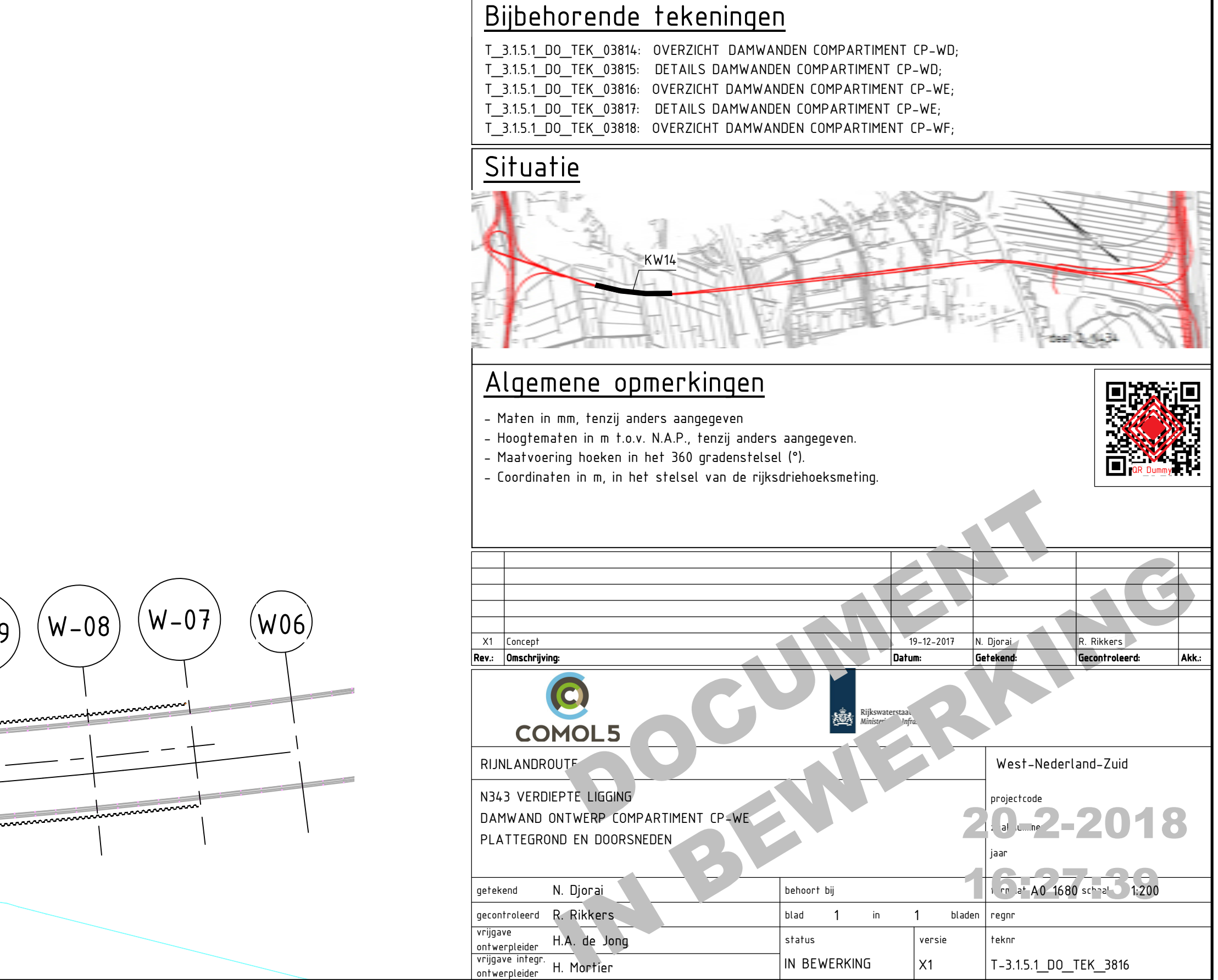
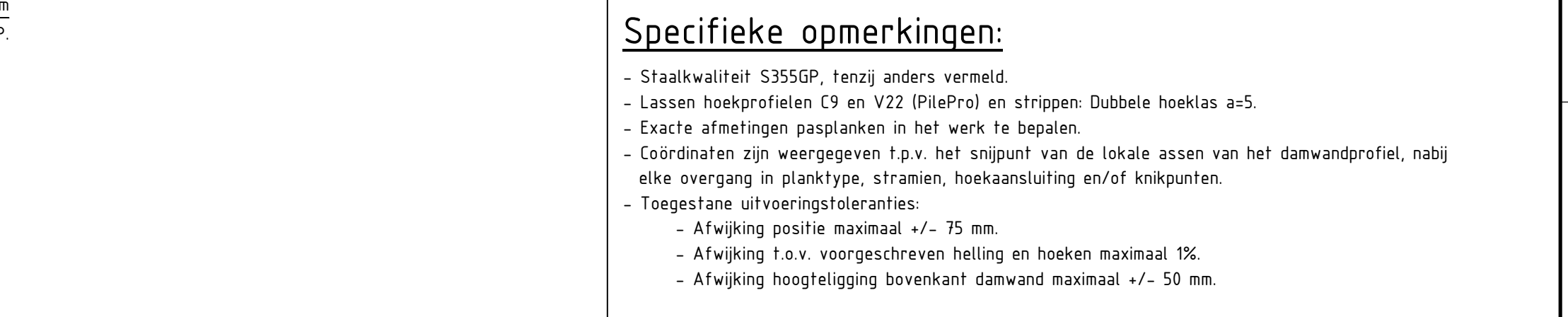
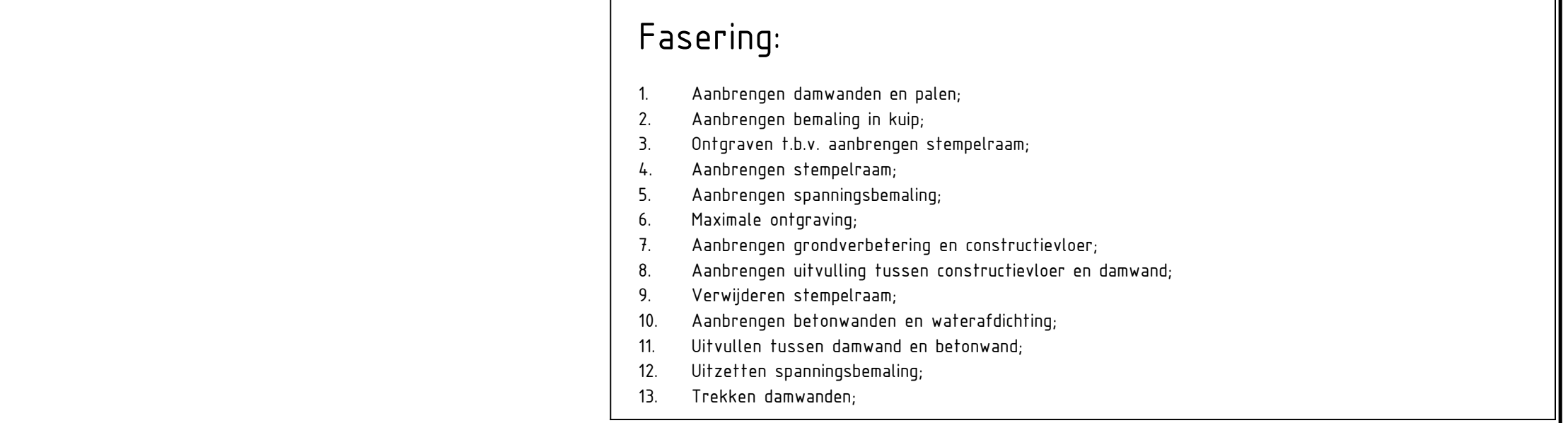
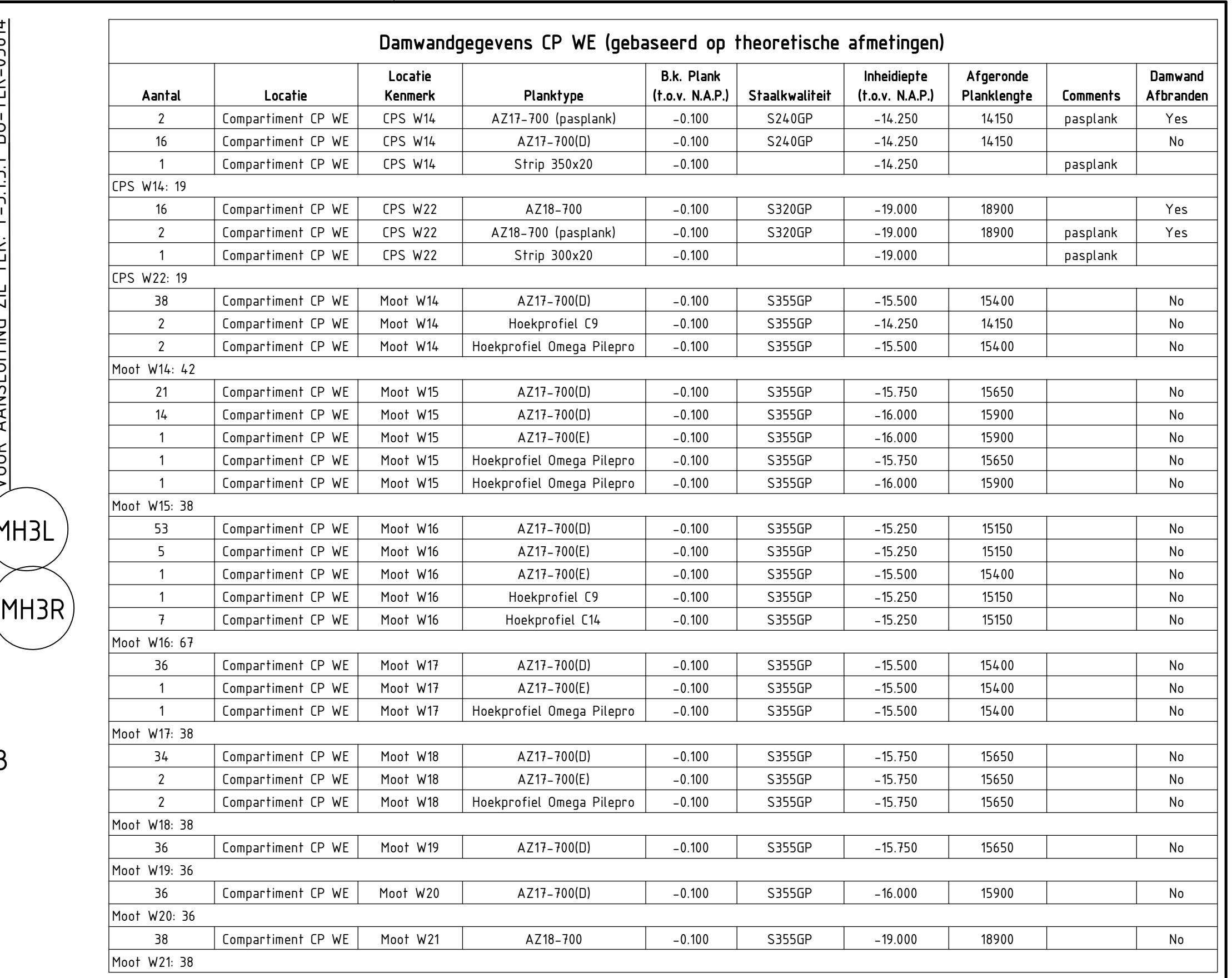
Tabel 17 - Risico-check

Potentieel gevaar	Risico	Toelichting
<u>Effecten in bouwput of sleufbemaling</u>		
Onvoldoende verlaging en/of neerslagoverlast	Geen / Laag / Hoog	
Hogere debieten dan aangevraagd via melding/vergunning	Geen / Laag / Hoog	
Langere tijdsduur door uitloop bouwwerkzaamheden	Geen / Laag / Hoog	
Opbarsten putbodern	Geen / Laag / Hoog	
Instabiliteit damwanden en/of taluds	Geen / Laag / Hoog	
Horizontale of verticale grondverplaatsingen	Geen / Laag / Hoog	
<u>Effecten in de omgeving</u>		
Zettingen en zakkingen	Geen / Laag / Hoog	<i>Laag als gevolg van de beoogde werkmethode en monitoring.</i>
Droogstand en aantasting houten palen	Geen / Laag / Hoog	<i>Laag als gevolg van de beoogde werkmethode en monitoring.</i>
Verplaatsen en/of onttrekken verontreinigd grondwater	Geen / Laag / Hoog	
Beïnvloeding grond- of grondwatersaneringen en nazorg	Geen / Laag / Hoog	
Beïnvloeding drinkwaterpompstations en milieubeschermingsgebieden	Geen / Laag / Hoog	
Beïnvloeding andere bemalingen/ permanente onttrekkingen/KWO systemen	Geen / Laag / Hoog	
Schade aan landbouw	Geen / Laag / Hoog	
Aantasting natuurwaarden en groenvoorzieningen (zoals kwetsbare, monumentale bomen)	Geen / Laag / Hoog	
Aantasting archeologisch en aardkundige waarden	Geen / Laag / Hoog	
Upconing van brak en/of zout grondwater	Geen / Laag / Hoog	<i>Slechts van tijdelijke aard.</i>
Opbarsten (water)boderns	Geen / Laag / Hoog	<i>Laag als gevolg van de beoogde werkmethode en monitoring.</i>
Overschrijden lozingsnormen onttrokken grondwater	Geen / Laag / Hoog	<i>Laag als gevolg van de beoogde werkmethode en monitoring.</i>

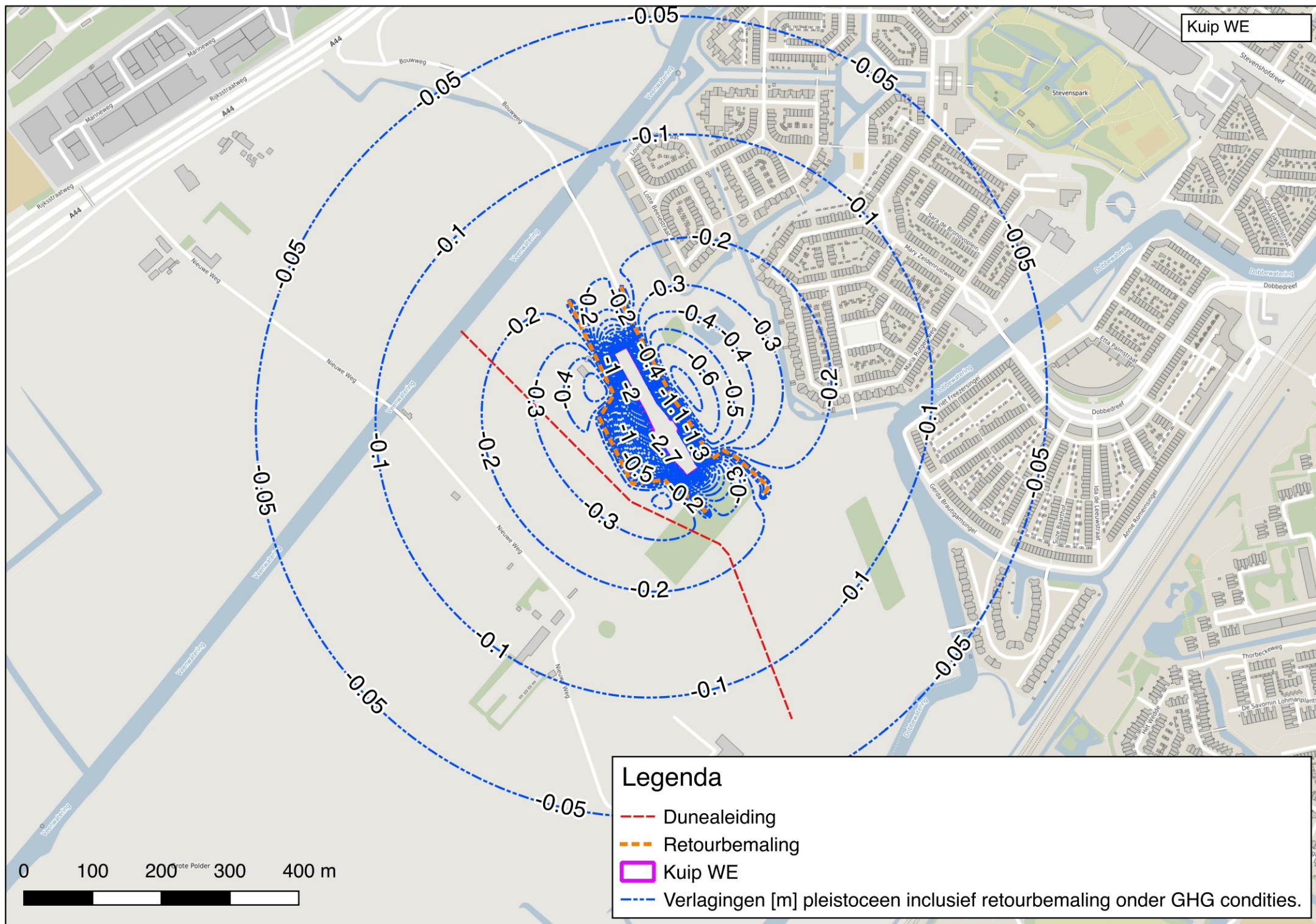
Potentieel gevaar	Risico	Toelichting
<u>Geaccumuleerde effecten</u>		
Combinatie met heiwerkzaamheden	Geen / Laag / Hoog	
Combinatie met damwanden heien/trillen	Geen / Laag / Hoog	
Combinatie met sloopwerkzaamheden	Geen / Laag / Hoog	
Combinatie met (zwaar) transport materiaal/materieel	Geen / Laag / Hoog	
Combinatie met werken van derden in de directe omgeving	Geen / Laag / Hoog	
Andere mogelijke geaccumuleerde effecten	Geen / Laag / Hoog	

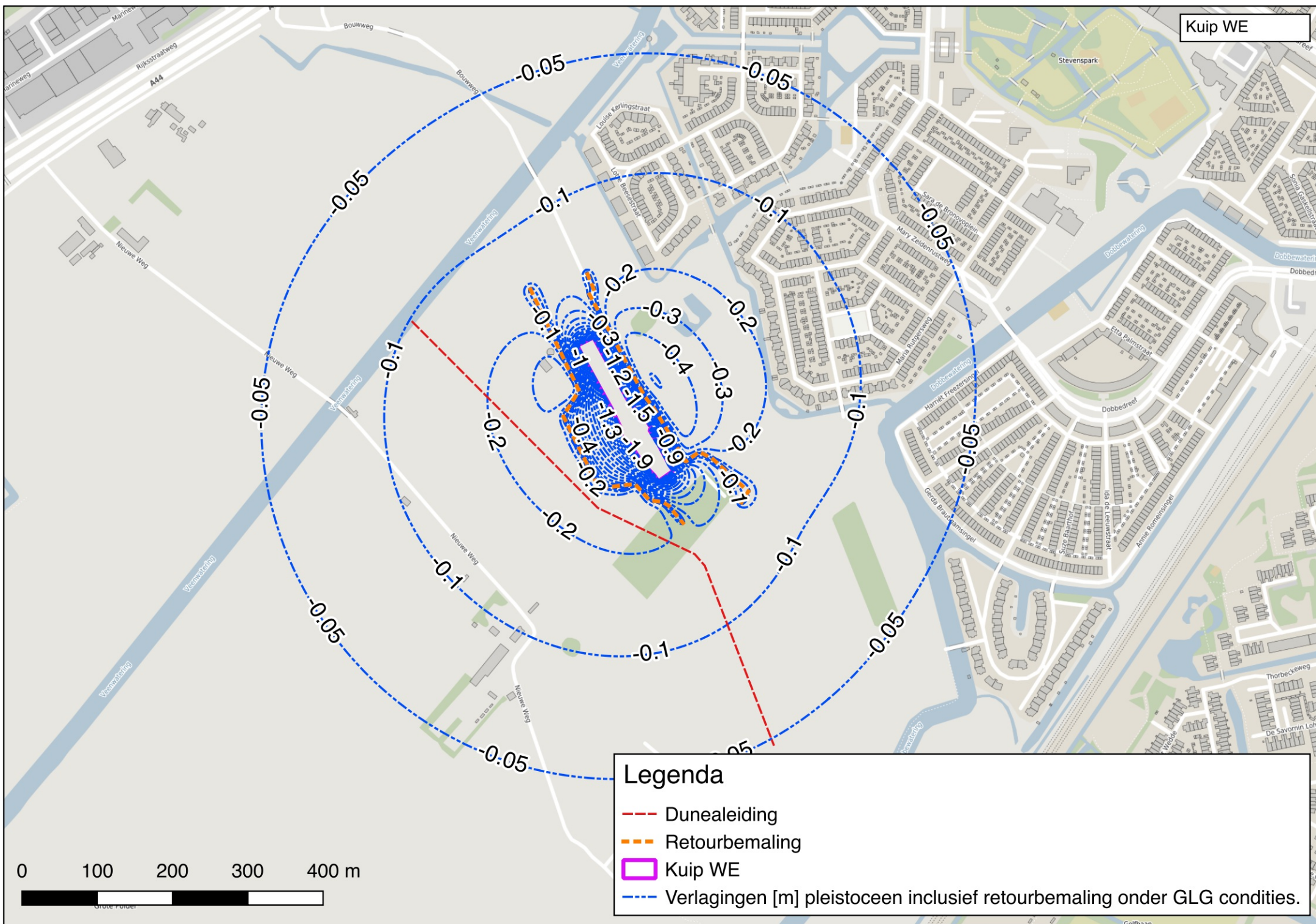
In bovenstaande tabel staat overzichtelijk weergegeven welke risico's aanwezig zijn met betrekking tot de bemalingswerkzaamheden. De risico's kunnen onderdeel zijn van een monitoringsplan voor specifiek de bemaling of onder worden gebracht in monitoringsplannen voor andere werkzaamheden. Wanneer opgemerkt wordt, dat een bepaald risico onterecht als aanwezig is beschouwd, dient men dit kenbaar te maken aan de adviseur, zodat dit voorafgaand aan de werkzaamheden gecorrigeerd kan worden in deze rapportage.

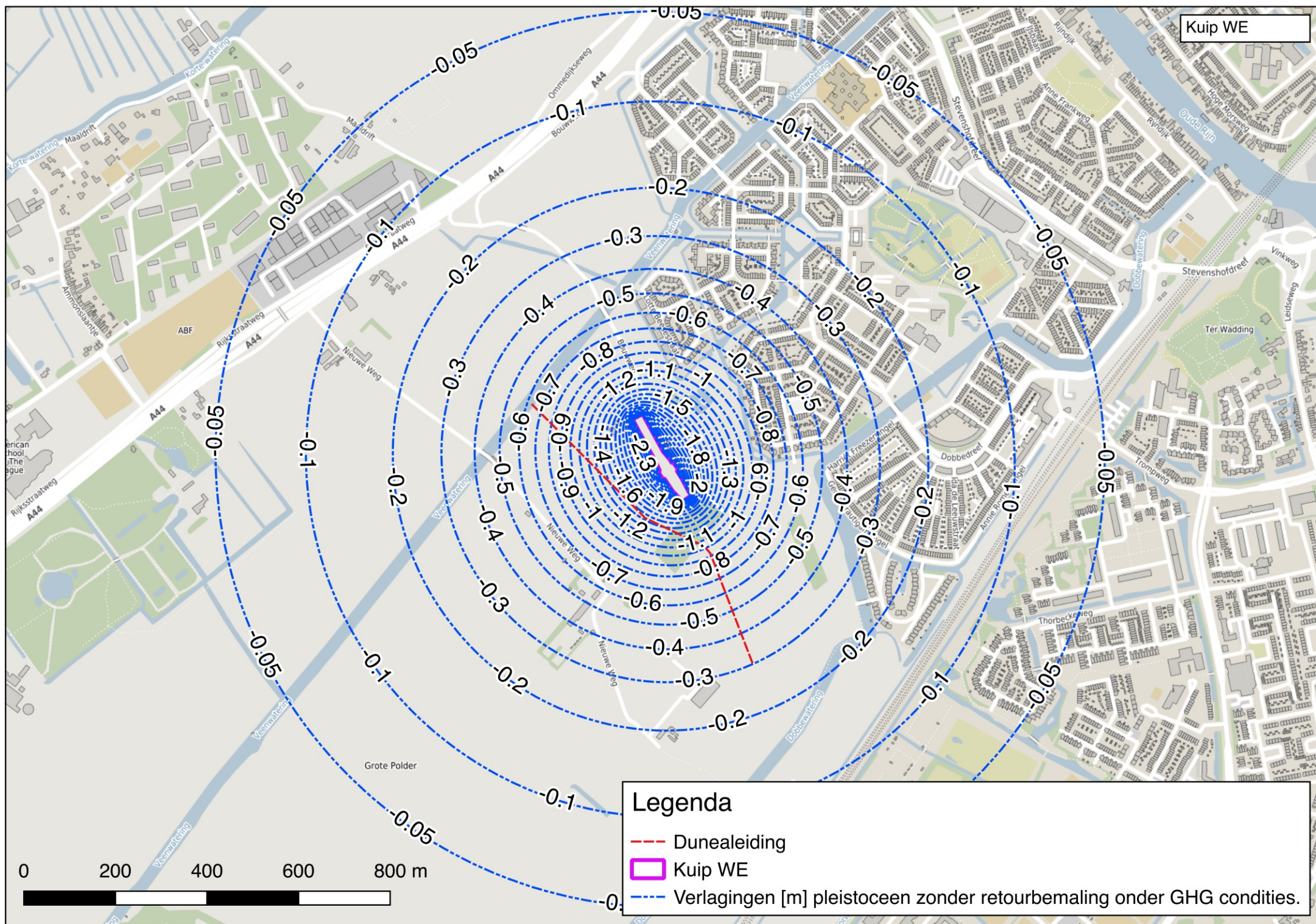
Bijlage III – Tekening Kuip WE

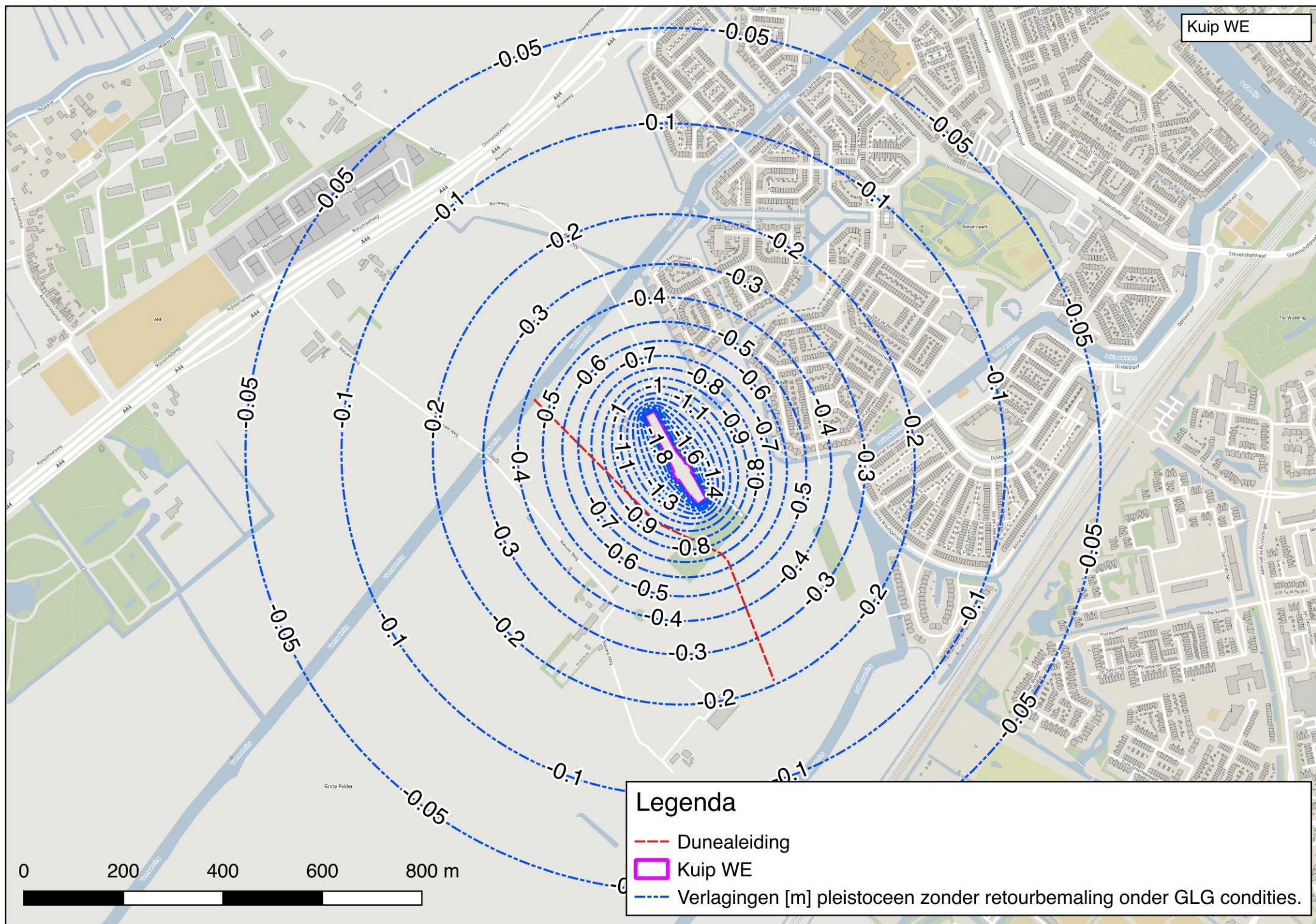


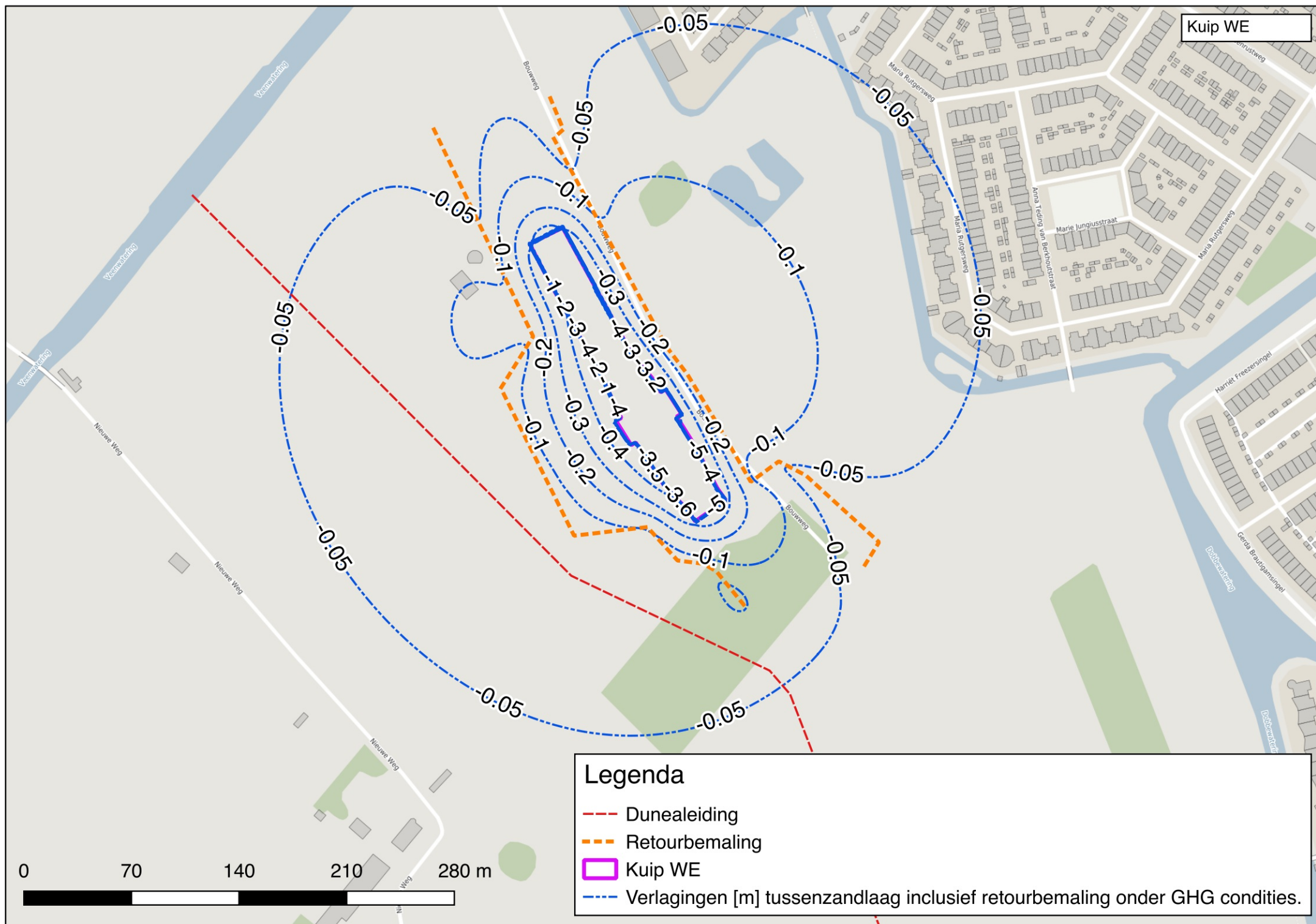
Bijlage IV – Isohypsens











Kuip WE

