

datum

25 februari

2020

Bemalingsadvies

DPO Leidingtracé Bokhoven - Vlijmen

status : concept

versie : 1

opdrachtgever

IDDS

's-Gravendijkseweg 37
2201CZ Noordwijk

Adviseur

Loots Grondwatertechniek

kenmerk

52210120B.1



Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	2
1 Inleiding.....	3
2 Situatieanalyse project	4
2.1 Project: afmetingen en fasering	4
2.2 Project: bodemopbouw	7
2.3 Project: grondwater.....	7
2.4 Project: omgeving	9
3 Maatregelen stabiliteit grondwater.....	12
3.1 Maatregelen: verticaal evenwicht	12
3.2 Maatregelen: hydraulische grondbreuk.....	12
3.3 Maatregelen: piping	12
4 Grondwaterbeheersing implementatie.....	13
4.1 Grondwaterbeheersing: methode	13
4.2 Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding	15
4.3 Grondwaterbeheersing: wetgeving, onttrekking en lozing	19
5 Aanbevelingen, actieprogramma	20
5.1 Risicocheck	20
5.2 Onderzoeks- en monitoringsplan.....	20
5.3 Aanbevelingen: uitvoering	21
5.4 Aanbevelingen: overige raakvlakken.....	21
5.5 Actieprogramma	22
Gebruikte literatuur en bronnen.....	23
Bijlage 1 – Algemene voorwaarden rapport	24
Bijlage 2 – Methode van bepalen van benodigde data	25
Bijlage 3 – (input) Grondwaterberekeningen/-model	26
Bijlage 4 – Tekeningen project en omgeving	31
Bijlage 5 – Grondonderzoeken	40
Bijlage 6 – Grondwater eigenschappen.....	41

1 Inleiding

Een ontwerp voor het project “DPO Leidingtracé Bokhoven - Vlijmen” is gemaakt door Lieveense. Door het toepassen van een tijdelijke grondwaterstandsverlaging wordt het mogelijk een nieuwe DPO-leiding met een goede fundering en levensduur aan te leggen.

Bij het toepassen van een bemaling wenst de opdrachtgever duidelijkheid op het gebied van geotechniek en grondwater: namelijk hoe de grondwaterstand verlaagd zou worden, welke consequenties dat zou hebben voor de omgeving en welke overheidsnormen van toepassing zijn bij deze werkwijze. Helderheid op deze punten is van belang, de opdrachtgever wenst in maart dit jaar een verantwoorde beslissing over de aanleg van de DPO-leiding te kunnen nemen.

Doel van rapport

Het doel van dit rapport is het presenteren van de benodigde maatregelen om de grondwaterstand op de locatie te beheersen tijdens de bouw. Hierbij wordt rekening gehouden met de belangen van derden met oog op belendingen en schades in de nabije omgeving. Op basis van de uitgangspunten ontvangen van de opdrachtgever, algemeen gehanteerde normen zoals Eurocode (1) en SBR-richtlijnen (2) (3) en lokaal grondonderzoek zijn de mogelijkheden om de grondwater te beheersen onderzocht.

Leeswijzer

Algemene lezer: Om de hoofdvraag van dit rapport te beantwoorden, wordt eerst in hoofdstuk 2 beschreven welke projectdimensies zijn gebruikt en welke bodemopbouw, grondwaterstanden en objecten in de omgeving zijn gevonden. Het derde hoofdstuk beschrijft de benodigde grondwatermaatregelen voor een stabiele projectlocatie. Conclusies over de methode die het meest geschikt is om het grondwater te beheersen tijdens de bouw zijn opgenomen in hoofdstuk 4. Tot slot zijn in hoofdstuk 5 de aanbevelingen opgenomen om de risico's te beheersen tijdens de bouw.

Technische data voor specialisten: Voor uitgebreide details met betrekking tot rekenparameters wordt verwezen naar bijlage 2, 3, 4, 5 en 6. In bijlage 2 kunt u vinden hoe de parameters zijn gevonden of bepaald. In bijlage 3 staan de rekenparameters samengevat. In bijlage 4 kunt u tekeningen vinden van het project en omgeving. In bijlage 5 zijn de grondonderzoeken bijgevoegd en tot slot in bijlage 6 is de grondwaterstand data bijgevoegd.

De algemene voorwaarden van dit rapport zijn bijgevoegd in bijlage 1.

2 Situatieanalyse project

Voor een optimale beoordeling van grondwaterbeheersingsmaatregelen is het criterium een zo goed mogelijk begrip van de volgende parameters: de projectafmetingen, de fasering, de bodemopbouw, de grondwatereigenschappen en tot slot de aanwezige objecten en belendingen in de omgeving. Dit hoofdstuk geeft inzicht welke uitgangspunten zijn gebruikt. Door deze vast te stellen kunnen berekeningen worden uitgevoerd.

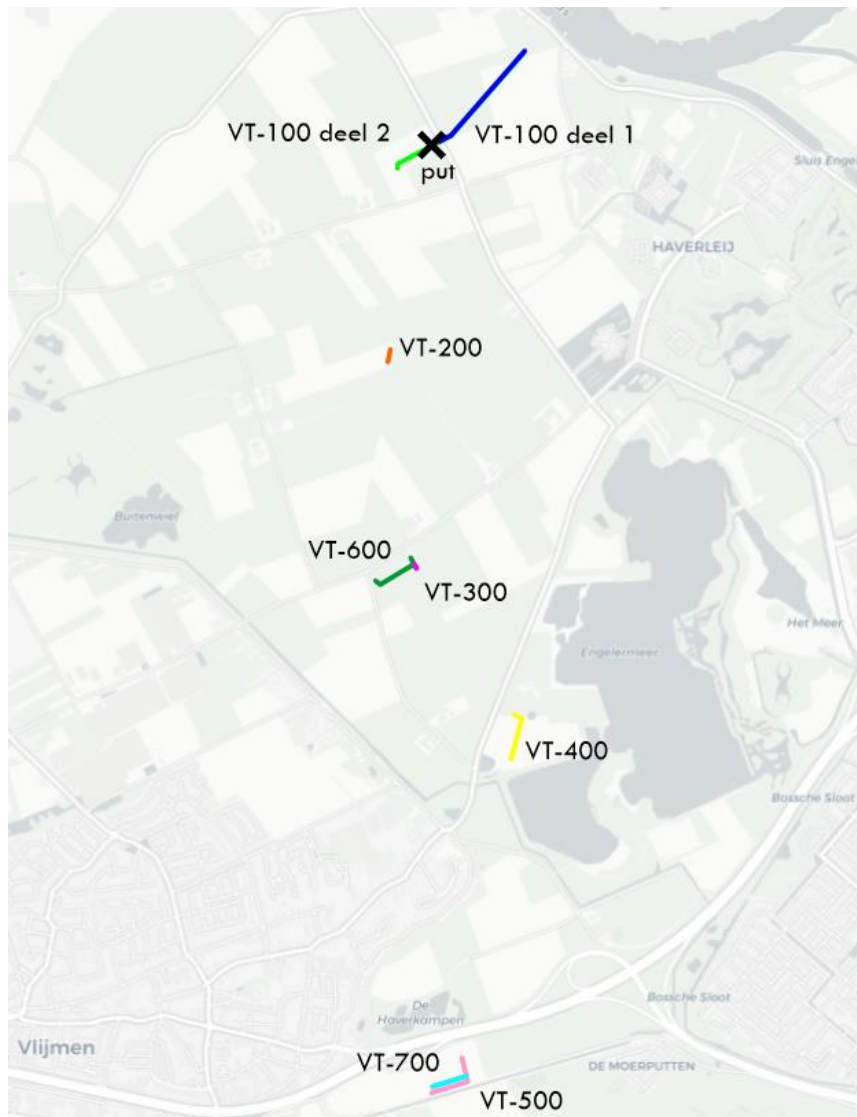
In bijlage 2 is samengevat waar de data is afgeleid.

2.1 Project: afmetingen en fasering

Voor het gebruik van het bemalingsadvies dient worden gecontroleerd of deze uitgangspunten nog overeenkomen met de laatste uitgangspunten.

2.1.1 Afmeting onderdelen

Het project is opgedeeld in onderdelen met een verschillende bouwtijd en/of afmeting. De afmetingen van de onderdelen zijn weergegeven in tabel 2.1A en de onderdelen zijn weergegeven in onderstaande figuur 1.



Figuur 1 – bovenaanzicht onderdelen

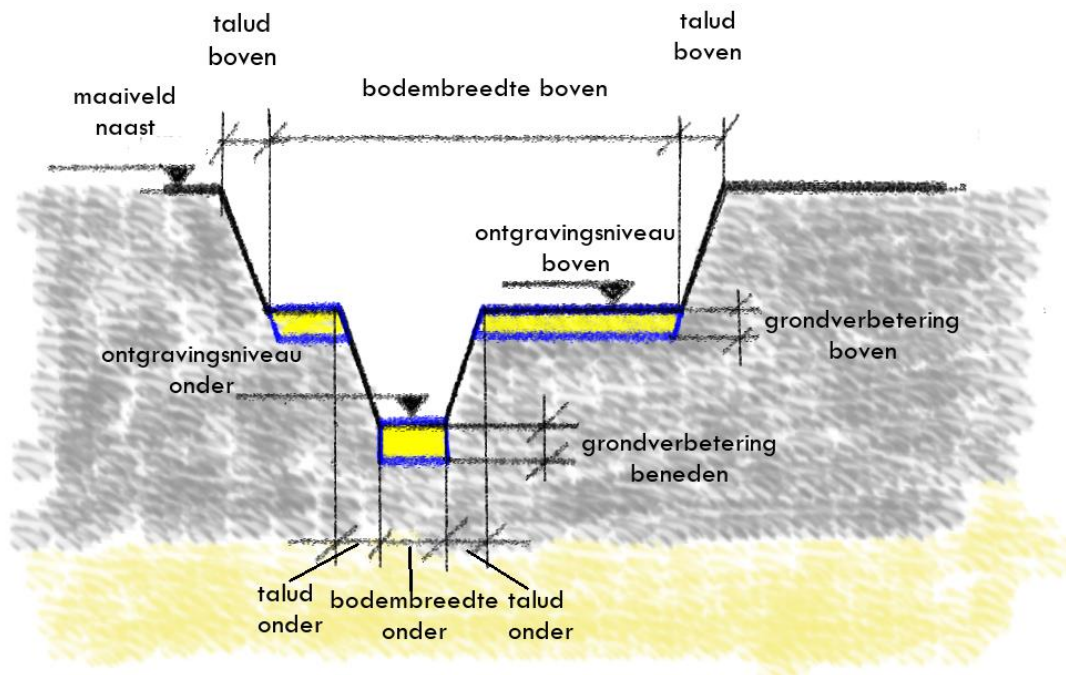
Tabel 2.1A

onderdeel	lengte ¹ [m]	breedte [m]	ontgravings- diepte [m+NAP]	wand ² [m+NAP]	bemalings- duur ¹ [dagen]	ontwaterings- diepte ³ [m]	kleur in figuur 1
VT-100 deel 1	5 x 110	0,5	1,4~1,1	geen	5 x 4~7	0,3	donkerblauw
VT-100 deel 2	2 x 110	0,5	0,3	geen	2 x 4~7	0,3	lichtgroen
put	1	1	-0,6	geen	4~7	0,3	zwart kruis
VT-200	40	0,5	0,4~0,2	geen	4~7	0,3	oranje
VT-300	50	0,5	0,9~0,7	geen	4~7	0,3	paars
VT-400	2 x 105	0,5	0,95~0,75	geen	2 x 4~7	0,3	geel
VT-500	3 x 115	0,5	0,95~0,75	geen	3 x 4~7	0,3	roze
VT-600	2 x 95	0,5	0,9~0,7	geen	2 x 4~7	0,3	donkergroen
VT-700	2 x 75	0,5	0,95~0,75	geen	2 x 4~7	0,3	lichtblauw

In bijlage 4 is de tekening op origineel formaat bijgevoegd.

2.1.2 Uitgangspunt ontgravingswijze

De wijze van ontgraven heeft invloed op de noodzakelijke grondwatermaatregelen. Dit geldt met name bij ontgravingen in slecht doorlatende lagen (klei, veen, etc.), hier zal een smallere ontgravingsbreedte, steiler talud of het toepassen van grondverbetering resulteren in een reductie van bemaling maatregelen. In tabel 2.1B zijn per onderdeel de uitgangspunten weergegeven, met deze uitgangspunten is gerekend.



Figuur 2 – schets doorsnede ontgraving met begrippen tabel 2.1B

Tabel 2.1B

¹ bij een aantal onderdelen is de totale lengte verdeeld in een aantal segmenten, bijvoorbeeld 6 x 75 m (450 m totaal lang), of 6 x 3 à 4 dagen bemaling (18 à 24 dagen totaal)

² indien een grond(water)kerende constructie wordt toegepast dan is dat in deze kolom weergegeven.

Indien er een getal staat, dan is er een waterremmende wand van maaiveld tot en met deze diepte

³ ontwateringsdiepte is de afstand tussen ontgravingsdiepte [m+NAP] en de gewenste grondwaterstand [m+NAP]

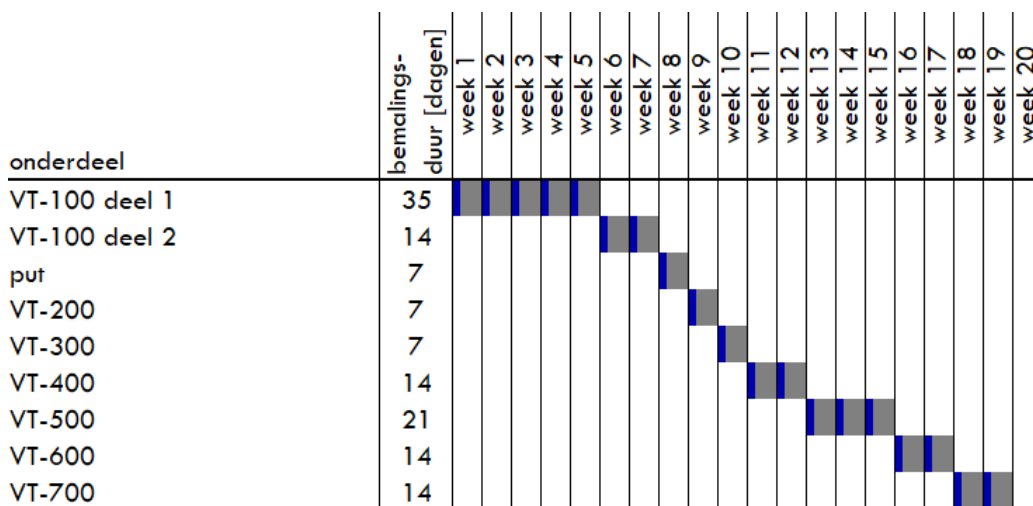
uitgangspunt afmetingen ontgraving	maaiveld naast ontgraving [m+NAP]	talud boven	bodembreedte boven [m]	ontgravingniveau boven [m+NAP]	grondverbetering boven [m]	talud onder	bodembreedte onder [m]	ontgravingniveau onder [m+NAP]	grondverbetering onder [m]
VT-100 deel 1	3,36	1:1	0,5	1,1	0				
VT-100 deel 2	1,99	1:1	0,5	0,3	0				
put	1,99	1:1	1*	-0,6	0				
VT-200	2,08	1:1	0,5	0,2	0				
VT-300	2,35	1:1	0,5	0,7	0				
VT-400	2,4	1:1	0,5	0,75	0				
VT-500	2,39	1:1	0,5	0,75	0				
VT-600	2,35	1:1	0,5	0,7	0				
VT-700	2,39	1:1	0,5	0,75	0				

*bij deze onderdelen is er sprake van een vierkante ontgraving, de bodembreedte van de ontgraving is gelijk aan de bodemlengte

2.1.3 Gelijktijdigheid onderdelen

In tabel 2.1c is de ingeschatte duur en eventuele gelijktijdigheid van de bemalingen weergegeven. De blauwe vlakken vormen de opstartperiode van de bemaling (voor start werkzaamheden) en de grijze periode vormt de uitvoeringsperiode van de werkzaamheden met bemaling. Het aantal vermelde weken in de onderstaande figuur is het aantal weken na de start van de werkzaamheden (dus geen weeknummers).

Tabel 2.1c



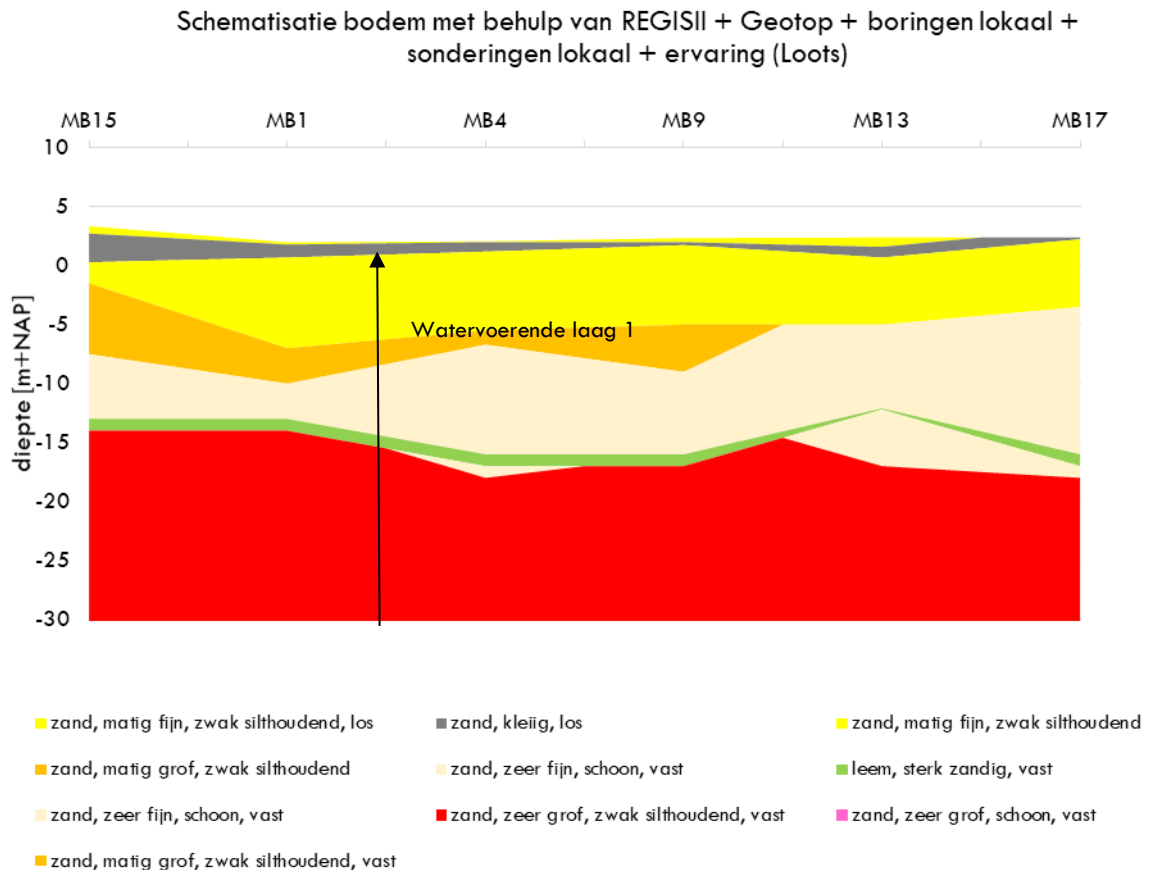
Controle



Op het moment dat de bemaling uitgeschakeld wordt, moeten de onderdelen binnen de ontgraving stabiel blijven (niet opdrijven door waterdruk). Gecontroleerd moet worden of er voldoende tijd is om de onderdelen te realiseren. Van de volgorde mag worden afgeweken, echter indien sprake is van een langere bemalingsperiode, of wel/niet gelijktijdig uitvoeren van bepaalde onderdelen (in tegenstelling tot uitgangspunt bemalingsadvies) dan moeten de berekeningen worden herzien door de adviseur.

2.2 Project: bodemopbouw

De bodemopbouw is een parameter welke is ingeschat op basis van diverse onderzoeken. Zie de gebruikte literatuur en bronnen, welke bodemonderzoeken gebruikt zijn voor deze analyse. De bodemopbouw betreft een schematisatie, ofwel een interpretatie van de data. In de onderstaande figuur is de schematische bodemopbouw weergegeven.



In bijlage 5 zijn (enkele) bodemonderzoeken toegevoegd.

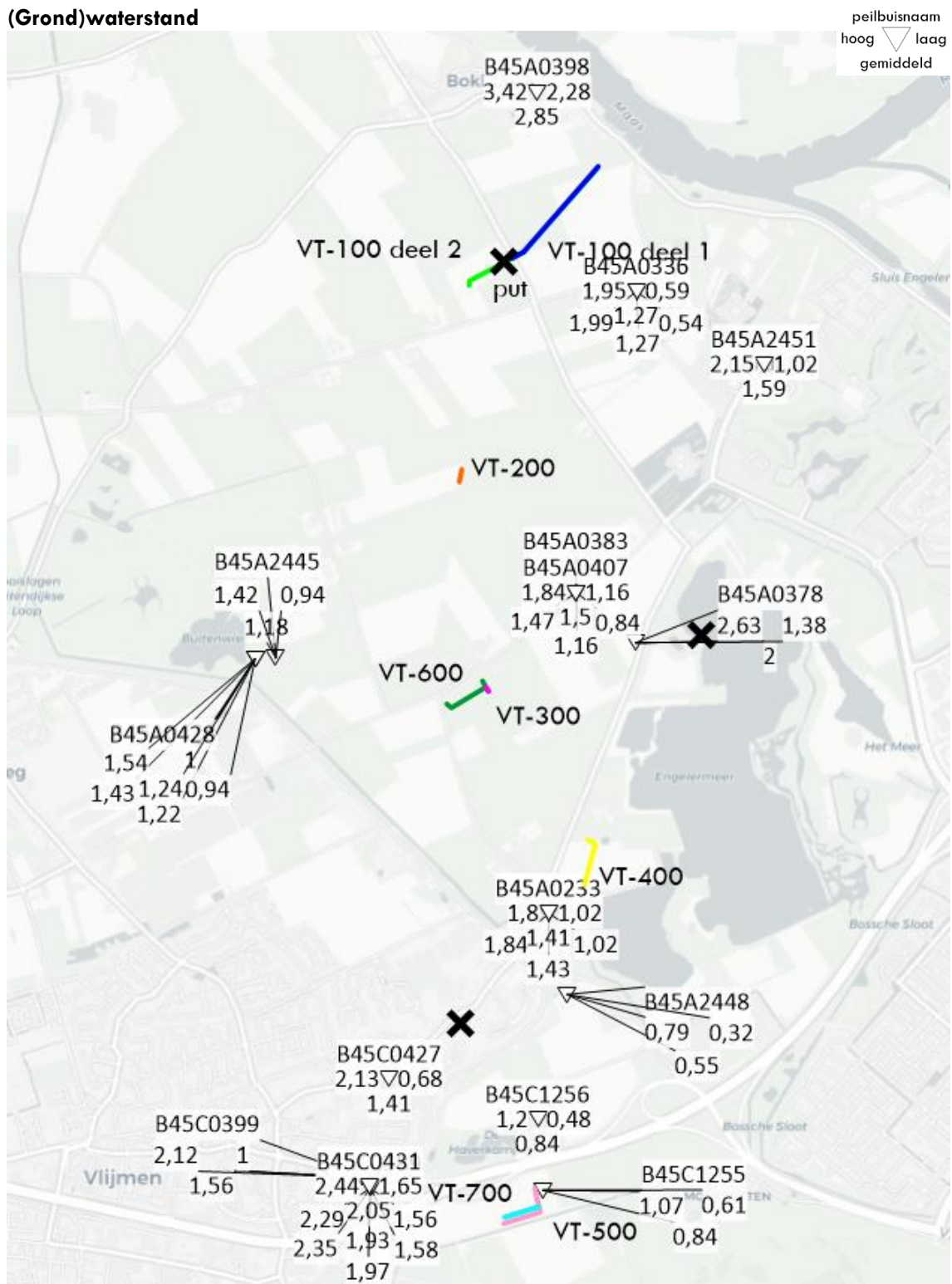
2.3 Project: grondwater

De grondwatereigenschappen bestaan uit grondwaterstanden en grondwaterkwaliteit. De grondwaterstanden zijn bepaald per watervoerende laag, de grondwaterstand kan namelijk verschillend zijn afhankelijk van de diepte op een locatie.

Kwaliteit

De grondwaterkwaliteit bepaalt voor een deel de bemalingskosten. Zo is grondwater met een hoge verontreinigingsgraad goed voor hoge verontreinigingsheffing en/of zuiveringsheffing. Het zoet-brak grensvlak is gelegen op meer dan 200 m minus maaiveld. Het ijzergehalte is in de omgeving bepaald (archief dinoloket), op 1 km ten oosten van VT-300 is dit 40 mg/l en in het midden van VT-400 en VT-700 is dit 10 mg/l. Verwacht wordt dat er een redelijke kans is dat het oppervlaktewater bruin zal kleuren, ontijzing is waarschijnlijk noodzakelijk. Het wordt aanbevolen ontijzeren als optie op te nemen in het bestek.

(Grond)waterstand



In figuur 2 zijn de resultaten van meetreeksanalyse van de peilbuizen in de omgeving weergegeven. Met deze meetreeksen is vervolgens per locatie de maatgevend hoge, gemiddelde en lage grondwaterstand ingeschat. De maatgevende grondwaterstand per locatie is weergegeven in tabel 2.3.

Tabel 2.3

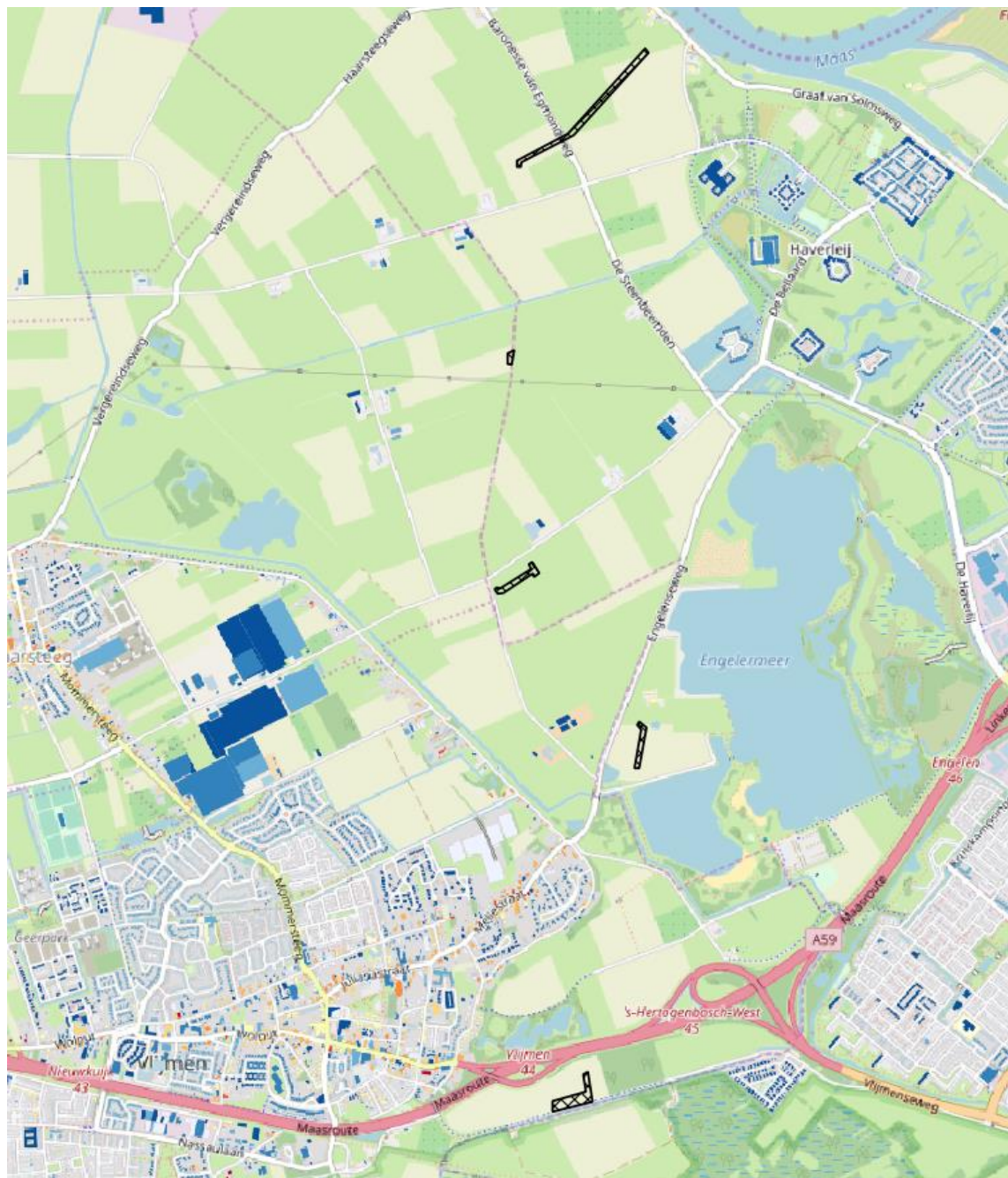
Grondwaterstand [m+NAP] per onderdeel	hoog WVL 1	gemiddeld WVL 1	laag WVL 1
VT-100 deel 1	2,62	2,05	1,2
VT-100 deel 2	1,95	1,27	0,59
put	1,95	1,27	0,59
VT-200	1,84	1,5	1,16
VT-300	1,47	1,16	0,84
VT-400	1,84	1,43	1,02
VT-500	1,57	0,84	0,61
VT-600	1,47	1,16	0,84
VT-700	1,57	0,84	0,61

In bijlage 6 zijn de grondwater eigenschappen bijgevoegd.

2.4 Project: omgeving

Tot slot is de omgeving samengevat, met de omgeving wordt bedoeld de objecten en activiteiten welke beïnvloed kunnen worden door de bemaling maatregelen op de projectlocatie. Iedere watervoerende laag heeft een maatgevende reikwijdte, deze maat is de maximale theoretische afstand waar grondwater beïnvloed kan worden door een onttrekking.

De onderstaande figuur 3 geeft een overzicht van de omgevingsfactoren in de theoretische reikwijdte van 50 à 250 m (per onderdeel verschillend).



Kadaster - Basisregistraties Adressen en Gebouwen legenda

 Pand voor 1800	 Pand 1945 - 1960	 Pand 2005 - heden
 Pand 1800 - 1850	 Pand 1960 - 1975	
 Pand 1850 - 1900	 Pand 1975 - 1985	
 Pand 1900 - 1930	 Pand 1985 - 1995	
 Pand 1930 - 1945	 Pand 1995 - 2005	

Open Street Map

 Snelweg	 Fietspad	 Water
 Hoofdweg	 Promenade	 Grasland
 Regionale weg	 Spoorbaan	 Akkerland
 Lokale weg	 Bomen	

Figuur 4 – Alle objecten in de omgeving

In bijlage 4 zijn zeven tekeningen van de objecten in de omgeving bijgevoegd. Hieronder een korte samenvatting per onderdeel:

- Tekening 1 “Belendingen”: Bij VT-100 en VT-400 is op circa 90 m afstand een oudere belending (gebouwd voor 1960) met mogelijk een fundering op staal. Bij VT-300 is een recente belending (bouwjaar 1980) op 90 m afstand, mogelijk een fundering op staal (naar verwachting op korte palen gefundeerd);

- Tekening 2 “Grondwatergebruikers”: op 80 à 100 m afstand van VT-100 en VT-300 een grondwatergebruiker;
- Tekening 3 “Natuur (natura-2000)”: op 30 m ten zuiden van VT-500 is een natura-2000 gebied;
- Tekening 4 “(Archeologische) monumenten”: geen rijks-/archeologische monumenten aanwezig binnen de reikwijdte van de bemaling;
- Tekening 5 “Algemene kaart (open street map)”: projectlocatie is gelegen buiten de bebouwde kom. Oppervlaktewater is op 80 m afstand van VT-400 en 8 m afstand van VT-500;
- Tekening 6 “Landbouw in omgeving”: landbouwgewassen aanwezig binnen de reikwijdte van VT-100, VT-400 en VT-600;
- Tekening 7 “Bodemloket (verontreinigingen bodem)”: geen mobiele verontreinigingen gevonden binnen de reikwijdte van de bemalingen.

Waterschap

- Er is een waterkering aanwezig op 150 m afstand van VT-100 en 150 m afstand van VT-500;
- De projectlocatie is niet gelegen in (de beschermingszone van) een waterkering.

3 Maatregelen stabiliteit grondwater

Bij werkzaamheden beneden de grondwaterstand kunnen verschillende soorten faalmechanismen optreden. Er zijn drie faalmechanismen uitgewerkt in dit hoofdstuk, geconcludeerd wordt welke maatregelen in aanmerking komen. Op basis daarvan vindt een keuze van grondwaterbeheersingsmethode plaats in hoofdstuk 4.

Voor de gedetailleerde berekeningen wordt gewezen naar bijlage 3.

3.1 Maatregelen: verticaal evenwicht

De bovenste kleilagen worden verwijderd tijdens de aanleg van de DPO-leiding, hierdoor is sprake van een freatische bemaling in watervoerende laag 1. Bij VT-100 is er wel sprake van deels een dikkere kleilaag, echter wegens de variatie van de dikte van de kleilaag is gekozen dit onderdeel als freatische bemaling te beschouwen (grondwaterstand onder de kleilaag wordt dus verlaagd tot en met ontgravingsniveau).

Dieper is geen sprake van een scheidende of remmende laag (klei/veen) vlakbij het ontgravingsniveau. De eerste opbarstniveau is op meer dan 10 meter minus maaiveld, het ontgravingsniveau is maximaal 1,5 meter minus maaiveld. Bij een factor 6 of groter en minimaal 10 m verschil tussen diepte ontgravingsniveau en diepte opbarstniveau wordt geconcludeerd dat het verticaal evenwicht niet verstoord kan worden.

3.2 Maatregelen: hydraulische grondbreuk

Hydraulische grondbreuk is vergelijkbaar met het verticaal evenwicht faalmechanisme, het verschil is dat hydraulische grondbreuk optreedt in een watervoerende laag. Hydraulische grondbreuk treedt op wanneer de grondwaterdruk hoger is dan de korrelspanning, in dit geval gaan korrels drijven (drijfzand) en in het geval van een bemaling en ontgraving stromen de korrels (drijfzand) de projectlocatie in met als gevolg gevaarlijke situaties en (lokaal) forse maaiveldddaling.

Conclusie

Omdat geen verticale (dam)wanden worden toegepast is een controle op hydraulische grondbreuk niet van toepassing.

Het is belangrijk de grondwaterstand beneden het ontgravingsniveau te houden. In geval van calamiteiten (wanneer de grondwaterstand hoger is dan het ontgravingsniveau) kan gekozen worden de sleuf stabiel te houden door water in de sleuf te laten lopen tot en met het grondwaterniveau

3.3 Maatregelen: piping

Tot slot is het faalmechanisme piping beschouwd, dit faalmechanisme ontstaat door de aanwezigheid van oppervlaktewater. Wanneer piping optreedt ontstaat een kanaal in de bodem "pijp" tussen de ontgraving en het oppervlaktewater. In dit geval zal het oppervlaktewater zeer snel de projectlocatie in stromen met vaak transport van gronddeeltjes (maaiveldddaling mogelijk in de omgeving).

Conclusie

Instabiliteit van de ontgraving kan optreden door de aanwezigheid van oppervlaktewater bij VT-500. Instabiliteit treedt alleen op bij oppervlaktewater welke in verbinding staat met de watervoerende laag. Indien de waterbodem van oppervlaktewater goed doorlatend is kan gekozen worden aanvullende bemaling te plaatsen (tegen oppervlaktewater) of het oppervlaktewater tijdelijk te dempen (eventueel met duiker voor doorstroming).

4 Grondwaterbeheersing implementatie

In dit hoofdstuk wordt de methode van uitvoering grondwaterbeheersing besproken. De risico's met betrekking tot de omgeving (faalkosten en -kans) zijn beschouwd in de tweede paragraaf. Tot slot wordt geconcludeerd of de grondwaterbeheersing vergunningsplichtig is en in welk termijn een formeel toestemming van de overheid verwacht kan worden.

Voor de gedetailleerde berekeningen en modelinput wordt gewezen naar bijlage 3.

4.1 Grondwaterbeheersing: methode

Bij bemaling is minimalisatie van de grondwateronttrekking door het toepassen van aangepaste bouwtechnieken en zorgvuldige planning van de uitvoering van werkzaamheden een absolute noodzaak. Iedere aanvraag voor bemaling wordt hierop getoetst door het Waterschap, deze paragraaf onderbouwd de gekozen methodes.

4.1.1 Conclusie algemeen

In tabel 4.1A zijn de gehanteerde uitgangspunten voor de grondwaterbeheersing samengevat. De uitgangspunten ten aanzien van waterremmende wand¹, zijwaartse druk² en bescherming slecht doorlatende lagen³ (sdl).

Tabel 4.1A

uitgangspunten algemeen	waterremmende wand ¹ diepte [m+NAP]	sleufbekisting	zijwaartse druk ²	bescherming sdl ³ boven wvl 1
VT-100 deel 1	geen	nee	nee	nee
VT-100 deel 2	geen	nee	nee	nee
put	geen	nee	nee	nee
VT-200	geen	nee	nee	nee
VT-300	geen	nee	nee	nee
VT-400	geen	nee	nee	nee
VT-500	geen	nee	nee	nee
VT-600	geen	nee	nee	nee
VT-700	geen	nee	nee	nee
VT-100 deel 1	geen	nee	nee	nee

4.1.2 Conclusie bemaling



In tabel 4.1B is het geadviseerde bemalingssysteem weergegeven. Geadviseerd wordt (ruim) voordat de bemaling wordt geplaatst te controleren of dit bemalingssysteem geplaatst kan worden. Indien een afwijkend bemalingssysteem noodzakelijk of gewenst is, dan moet worden gecontroleerd door de adviseur of er additionele maatregelen noodzakelijk zijn om de wijziging mogelijk te maken.

¹ Waterremmende wand: indien hier "geen" staat dan betekent dit dat er gerekend wordt zonder een waterremmende wand. Indien er hier een getal staat wordt gerekend met een waterremmende wand van maaiveld tot de aangegeven diepte in de kolom.

² Zijwaartse druk, indien hier "ja" staat betekent dit dat er negatieve consequenties zijn bij een toename bodembreedte, minder steil talud dan aangegeven in tabel 2.1B. Indien hier "nee" staat dan geldt dat er geen negatieve consequenties zijn bij een minder steil talud of toename bodembreedte.

³ Bescherming van slecht doorlatende lagen (klei, veen, etc.) boven desbetreffende watervoerende laag tijdens en na de bouwfase. Indien bescherming het uitgangspunt is, dan mogen bouwprocessen zoals bijvoorbeeld het aanbrengen/verwijderen van de paalfundering, bronnen de slecht doorlatende lagen niet lek maken.

Tabel 4.1B

bemalingssysteem watervoerende laag 1	type ¹	gewenste grondwaterstand ² [m+NAP]	plaatsing elementen ³	onderzijde elementen ⁴ [m+REF]	h.o.h. afstand [m] elementen ⁵	diameter elementen + omstorting ⁶ [m]	open bemaling ⁷
VT-100 deel 1	freatisch (0,7)	0,8	verticaal 1-zijde	-2,5	2	0,1	1 streng
VT-100 deel 2	freatisch (0,4)	0	verticaal 1-zijde	-3,5	2	0,1	1 streng
put	freatisch (<0,1)	-0,9	verticaal rondom	-4	1	0,1	1 streng
VT-200	freatisch (0,2)	-0,1	verticaal 1-zijde	-3,5	2	0,1	1 streng
VT-300	freatisch (0,4)	0,4	verticaal 1-zijde	-2,5	2	0,1	1 streng
VT-400	freatisch (0,7)	0,45	verticaal 1-zijde	-2	2	0,1	1 streng
VT-500	freatisch (0,8)	0,45	verticaal 1-zijde	-2	2	0,1	1 streng
VT-600	freatisch (0,7)	0,4	verticaal 1-zijde	-2	2	0,1	1 streng
VT-700	freatisch (0,5)	0,45	verticaal 1-zijde	-2	2	0,1	1 streng

4.1.3 Conclusie lozing

Het onttrokken grondwater zal worden geloosd op het oppervlaktewater of het riool. Een zandvanger wordt toegepast voor het lozingspunt. Uitgangspunt is dat een ontijzeringsinstallatie mogelijk noodzakelijk is.

4.1.4 Prognose debiet per onderdeel

Per onderdeel zijn er meerdere debietberekeningen uitgevoerd ter bepaling van de bandbreedte. De bandbreedte van het debiet is het bereik tussen het minimaal en maximaal berekende debiet. De bandbreedte wordt bepaald door meerdere debietsberekeningen voor elk onderdeel uit te voeren (met variabele doorlatendheid van de bodem en variabele grondwaterstanden).

In de onderstaande grafieken is per onderdeel en per watervoerende laag de bandbreedte van het stationaire debiet weergegeven, groen in de grafieken is de prognose (verwachting), rood kan optreden (hiermee dient rekening gehouden te worden). In lichtblauw (met druppels) is het effect van extreme neerslag op het debiet weergegeven in de grafiek "watervoerende laag 1". Tot slot is er een kleine kans (<5% dat het debiet hoger is dan de bovengrens). Zie bijlage 3 voor de berekening details.

¹ Zie voetnoot 3, hoofdstuk 3.1 voor de toelichting

² De gewenste grondwaterstand is de grondwaterstand (of stijghoogte) welke noodzakelijk is in de desbetreffende watervoerende laag tijdens de uitvoering van de werkzaamheden

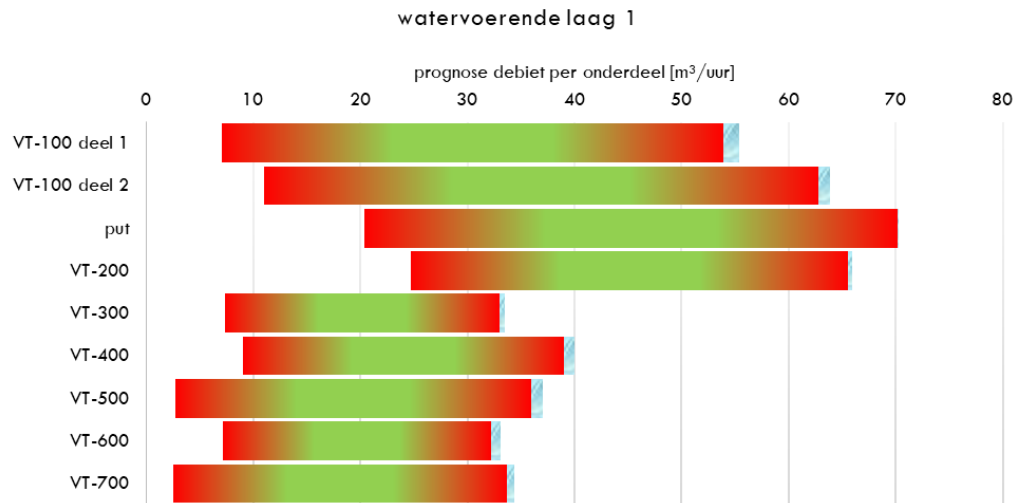
³ Verticaal zijn bijvoorbeeld verticale bronnen, horizontaal zijn bijvoorbeeld horizontale drains. Bij elementen 1-zijde de bemaling aan één zijde van de projectlocatie, 2-zijde is bemaling twee zijden van de projectlocatie en rondom is bemaling rondom de projectlocatie

⁴ Dit is de maximale diepte van de elementen, bij een diepere plaatsing van elementen zal het debiet en omgevingsbeïnvloeding toenemen (ten opzichte van dit advies) en zullen berekeningen herzien moeten worden.

⁵ Bij het toepassen van verticale elementen wordt hier de hart op hart (h.o.h.) afstand tussen de verticale elementen weergegeven.

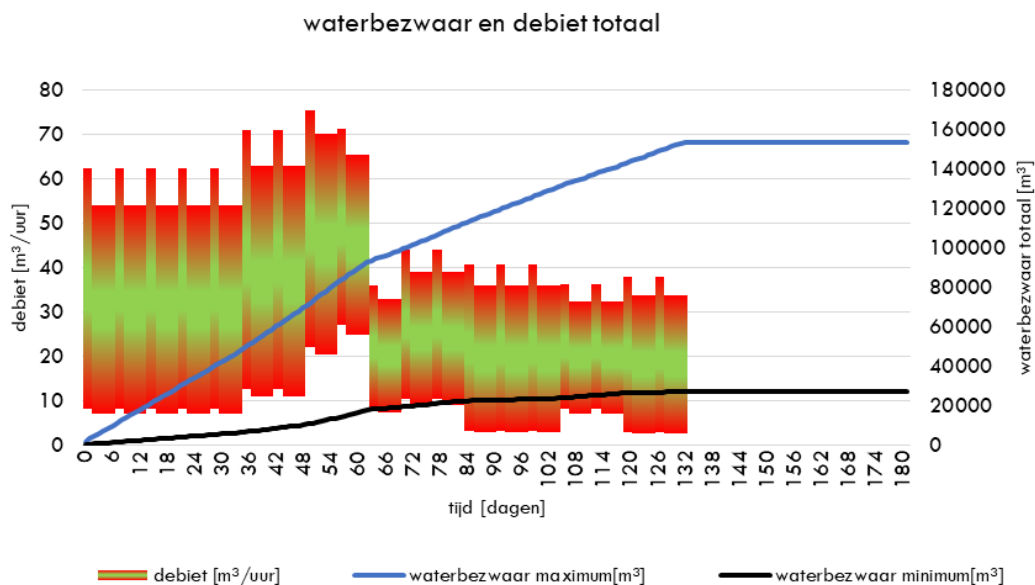
⁶ Dit is de diameter van de buitenkant van de omstorting. De omstorting van de elementen bestaat uit filterzand of –grind. Het uitgangspunt is dat de omstorting start in de watervoerende laag en wordt doorgezet tot en met de onderzijde van de elementen.

⁷ Indien open bemaling gewenst is wordt aangegeven hoeveel horizontale drain strengen minimaal gewenst zijn (deze drains worden bemalen door de open bemaling).



4.1.5 Prognose totaal debiet en waterbezwaar

Bevoegd gezag (het Waterschap) toetst de totale bemalingsduur, maximale debiet (som) en het totale waterbezwaar. Door de planning (H2.1.3) te combineren met het debiet per onderdeel is de onderstaande grafiek samengesteld.



Het debiet is ingeschat op circa 2,5 à 90 m³/uur tijdens de werkzaamheden, bij extreme neerslag (58mm/dag) zal het debiet tijdelijk met 1,4 m³/uur toenemen. Bij een uitvoeringsperiode van totaal 133 dagen resulteert dit in een totaalvolume van circa 27000 m³ à 153500 m³. Omdat de debietmeter 5% mag afwijken is gekozen de bovengrens van het totaalvolume te verhogen met 5%, ofwel de bovengrens is 161175 m³.

Aanbevolen hoeveelheden welke aangevraagd moet worden bij het Waterschap staat in de onderstaande tabel.

waterbezwaar totaal	m ³ per uur	m ³ per etmaal	m ³ per maand	m ³ per kwartaal	m ³ per jaar	m ³ totaal
watervoerende laag 1 (neerslag)	76 (1)	1809	47835	119209	153736	153736
totaal (afgerond)	85	2060	48000	120000	161175	161175

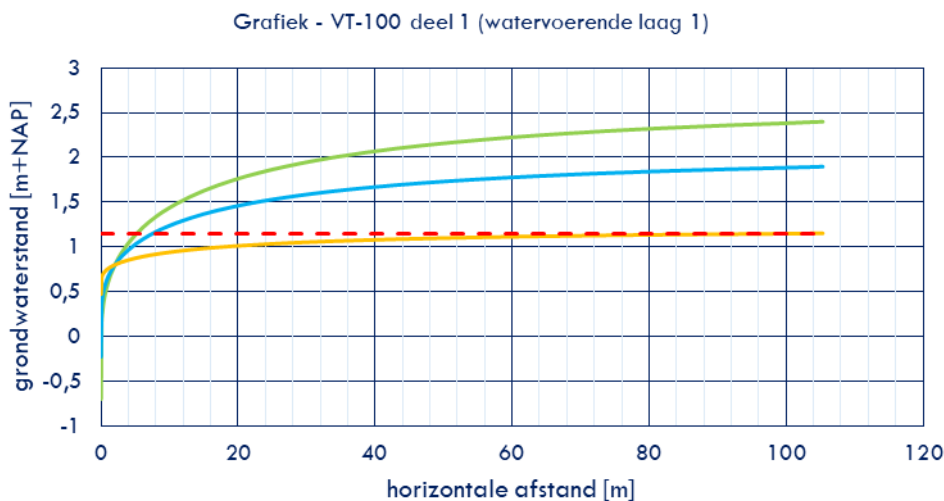
4.2 Grondwaterbeheersing: omgevingsbeïnvloeding

Deze paragraaf geeft een beeld van de verwachte grondwatersituatie tijdens de werkzaamheden. De minimalisatie van de grondwateronttrekking betekent dat invloed op de omgeving voor zover mogelijk beperkt is (binnen de projectgrenzen besproken in de inleiding).

4.2.1 Verwachte grondwaterstandsverlaging

In de onderstaande grafiek staat de verwachte grondwaterstand weergegeven van VT-100 – deel I. Op de x-as is de horizontale afstand (haaks op de projectlocatie), de y-as is de verwachte grondwaterstand ten opzichte van referentie (REF), in dit geval is REF gelijk aan NAP.

Grafiek 1 – watervoerende laag 1



- De blauwe lijn in de grafiek betreft de verwachte verlaging tijdens bemalen
- De oranje lijn betreft de verlaging tijdens bemalen in een extreem droge periode
- De groene lijn betreft de verlaging tijdens bemalen in een extreem natte periode
- De rode gestippelde lijn NAP + 1,2 m is de natuurlijk laagste grondwaterstand (LG), deze waarde is bepaald met behulp van peilbuis metingen. Gesteld wordt dat verlagingen kleiner dan 0,05 m en boven de LG niet schadelijk zijn bij de korte bemalingsperiode.

Bij dit onderdeel wordt verwacht dat in watervoerende laag 1 een verlaging van 0,05 m beneden de natuurlijk laagste grondwaterstand zal optreden tot 8 m afstand van de bemaling. In een extreem natte periode met hoge natuurlijke grondwaterstand zal de grondwaterstand tot circa 5 m afstand verlaagd worden beneden de laagste natuurlijke grondwaterstand. In een extreem droge periode met lage natuurlijke grondwaterstand zal de grondwaterstand tot circa 105 m afstand verlaagd worden beneden de laagste natuurlijke grondwaterstand.

Overige onderdelen

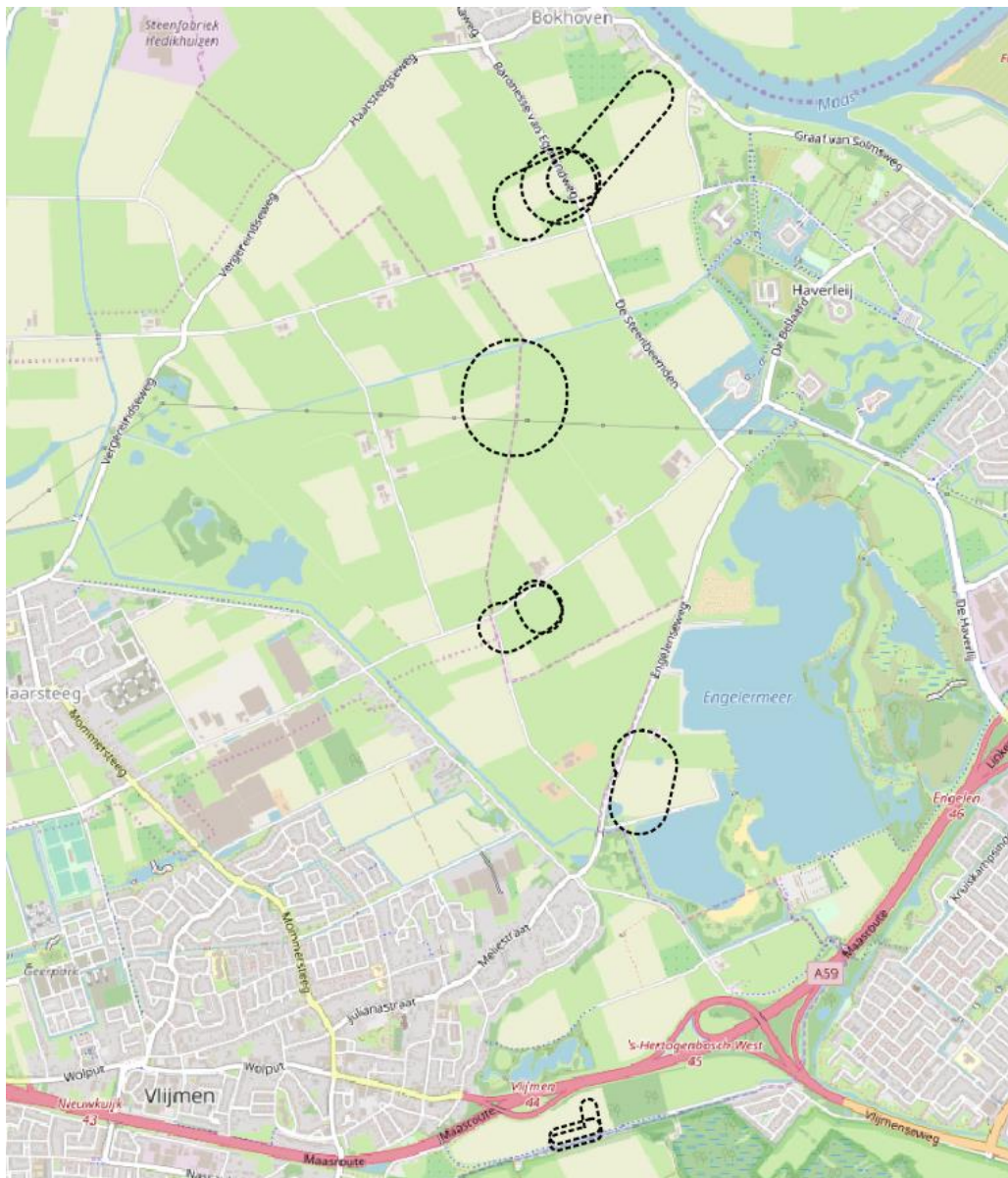
Voor elk onderdeel is de invloedssfeer bepaald per watervoerende laag, dit is samengevat in tabel 4.2A. Objecten buiten het invloedsgedebiet in tabel 4.2A worden naar verwachting niet beïnvloed door de bemaling.

Het getal betreft de afstand tot waar 5cm verlaging beneden de natuurlijk laagste grondwaterstand verwacht wordt. Het getal tussen haakjes betreft de bandbreedte afstand waar een verlaging beneden de natuurlijk laagste grondwaterstand mogelijk is, de bandbreedte is bepaald door een berekening bij extreem hoge tot extreem lage natuurlijke grondwaterstand.

Tabel 4.2A

onderdelen	prognose reikwijdte [m] watervoerende laag 1
VT-100 deel 1	7,6 (5,2~105,3)
VT-100 deel 2	11,9 (6,5~134,2)
put	12,7 (5,2~166,9)
VT-200	46,2 (25,3~231,1)
VT-300	14,3 (7,6~92,3)
VT-400	16,8 (8,8~128,7)
VT-500	6,1 (2,4~35,2)
VT-600	15,7 (8,2~102,9)
VT-700	5,8 (2,3~33,6)

In de onderstaande figuur zijn contourlijnen weergegeven, de contourlijnen betreffen locaties met een gelijke grondwaterstand tijdens bemalen. De zwarte gestippelde contourlijnen zijn de 5cm verlaginglijnen, dit is de berekende reikwijdte van de bemaling.



Figuur 5 – 5cm verlaginglijn in een extreem droge periode (worst-case)

4.2.2 Maaiveldaling

Maaiveldaling gevoelige objecten staan op 90 m afstand of verder. Ter plaatse van deze objecten wordt geen maaiveldaling verwacht ten gevolge van de bemaling. Dit komt doordat de grondwaterstand verwaarloosbaar bij de belendingen verlaagd wordt.

4.2.3 Effect omgeving

Uit hoofdstuk 2.4 (situatieanalyse omgeving) wordt afgeleid dat er zes aandachtspunten zijn, namelijk belendingen, grondwatergebruikers, natura-2000, landbouwgewassen, waterkering en oppervlaktewater.

Landbouwgewassen

De landbouwgewassen staan op enkele meters afstand en verder van VT-100, VT-400 en VT-600. Gewassen kunnen beschadigen door een langdurige grondwaterstandsverlaging. Om schade te voorkomen of zoveel mogelijk te reduceren wordt aanbevolen de werkzaamheden zoveel mogelijk uit te voeren buiten het groeiseizoen (maart-november) van de gewassen. Indien in het groeiseizoen gewerkt wordt en de gewassen zo min mogelijk negatief beïnvloed mogen worden dan wordt aanbevolen het maaiveld dagelijks te besproeien bij een grondwaterstand beneden "natuurlijk laag" ter plaatse van de desbetreffende gewassen.

Natura-2000

Ter plaatse van het natura-2000 gebied wordt de grondwaterstand naar verwachting niet verlaagd beneden de natuurlijk lage grondwaterstand. Er worden geen negatieve effecten verwacht.

Belendingen

Ter plaatse van de belendingen wordt minder dan 1mm maaiveldaling verwacht ten gevolge van de bemaling. Er worden geen negatieve effecten verwacht.

Grondwateronttrekking derden

Ter plaatse van de grondwateronttrekking(en) van derden wordt verwacht dat de grondwaterstand beperkt zal zakken beneden de natuurlijk laagste grondwaterstand. In tabel 4.2B is het berekende effect per onttrekking samengevat.

Tabel 4.2B

Grondwatergebruikers	Filtergebied [m+NAP]	Thermische straal [m]	Verlaging [m]	Capaciteitsverlies [%]
onttrekking bij VT-100	-5~-20		0,1~0,3	0~5%
onttrekking bij VT-300	-5~-20		0,05~0,15	0,9~5%

Geconcludeerd wordt dat er geen negatief effect is voor deze grondwateronttrekking(en) van derden.

Waterkering

Ter plaatse van de waterkering wordt minder dan 1mm maaiveldaling verwacht ten gevolge van de bemaling. Er worden geen negatieve effecten verwacht.

Oppervlaktewater (geldt met name bij VT-500)

Door het toepassen van de bemaling zal oppervlaktewater worden opgepompt (via de bodem). Echter doordat de bodem tussen slootbodembodem en de bemaling bestaat uit zand kan de hoeveelheid zeer groot kan zijn (indien de slootbodembodem niet dichtgeslibt is). Het wordt verwacht dat het waterpeil van het oppervlaktewater niet zal zakken door de bemaling, dit doordat de aanvoercapaciteit van de sloot significant groter is dan de onttrekking van de bemaling. Op het moment dat de waterbodembodem sterk doorlatend is kan de stabiliteit van de ontgraving beïnvloed worden, in dit geval zijn aanvullende maatregelen noodzakelijk (zoals waterbodembodem dicht maken met een tijdelijke folie, tijdelijk dempen van water en/of waterremmend scherm toepassen).

4.3 Grondwaterbeheersing: wetgeving, onttrekking en lozing

Tot slot zijn in dit hoofdstuk de grondwaterbeheersing maatregelen getoetst aan de geldende wetgeving (ten tijde van opstellen rapport). Het is opgedeeld in twee onderdelen het onttrekken van grondwater uit de bodem en het lozen van (grond)water.

Onttrekking

Het project is meldingsplichtig bij het waterschap, verwacht wordt een debiet gelijk of kleiner dan 50000 m³/maand, een waterbezwaar gelijk of kleiner dan 300000 m³ en de duur van de bemaling is korter dan 6 maanden. Dit proces kan worden opgestart door het project in te voeren op omgevingsloket.nl, u dient dit bemalingsadvies bij te voegen als bijlage. De provinciale grondwaterheffing in Noord-Brabant is € 0 per onttrokken m³. Onttrekkingen tot 150000 m³ zijn heffingsvrij, per m³ welke is geretourneerd mag -100% van de hoeveelheid worden verminderd op de totale som van de onttrekking. Er is geen MER procedure noodzakelijk.

Lozing

De wetgeving is sterk afhankelijk van de locatie en lozingsroute, de melding en/of vergunning kan worden aangevraagd via omgevingsloket.nl.

Bij lozingen op het riool en/of oppervlaktewater moet rekening gehouden worden met de zuiveringsheffing en/of verontreinigingsheffing, deze wordt verrekend door middel van vervuilingseenheden. De kosten per vervuilingseenheid zijn € 47,64.

Vervuilingseenheden parameters

Het aantal vervuilingseenheden wordt bepaald op basis van de grondwaterkwaliteit en ligt meestal tussen 0,001 à 0,003 VVE/m³. Door lozen van grondwater op oppervlaktewater of riool zullen vaste stoffen in deze stelsels terecht komen. Het aantal kg van deze stoffen zal moeten worden verwijderd door het waterschap. De kosten voor het verwijderen berekenen waterschappen met behulp van vervuilingseenheden. Om te bepalen hoeveel vervuilingseenheden in het grondwater zitten, kan een steekproef worden uitgevoerd, met deze meting kan het aantal vervuilingseenheden per volume worden bepaald.

Voor het berekenen van vervuilingseenheden project en kostenprognose: parameters afgeleid uit verontreinigingsheffing waterschap: Chemisch zuurstof verbruik, Ammoniumstikstof en organisch gebonden stikstof, Chloride, Sulfaat, Arseen, Kwik, Cadmium, Fosfor, Chroom, Koper, Lood, Nikkel en Zink.

5 Aanbevelingen, actieprogramma

In dit hoofdstuk worden aanbevelingen gesommeerd welke bijdragen aan het bereiken van de doelstelling. Ten eerste worden de zwakke punten welke geïdentificeerd zijn opgesomd in de risicocheck, opgevolgd in de tweede paragraaf met aanbevelingen om deze zwakke punten te beheersen.

In de derde paragraaf worden aanbevelingen gegeven van algemene aard tijdens en vooraf de uitvoering. Het betreffen praktische aanbevelingen welke grondwater en omgevingsbeïnvloeding zo goed mogelijk beheersbaar maken.

Tot slot is het actieprogramma met daarin een overzichtelijk stappenplan voor het vervolg van het project.

5.1 Risicocheck

Bij het uitvoeren van berekeningen van maatregelen ten behoeve van grondwater beheersing wordt gewerkt met ingeschatte parameters. Deze parameters zijn met de grootst mogelijke nauwkeurigheid bepaald, het gevolg is dat gerekend wordt met conservatieve inschattingen en veiligheidsfactoren (1). In deze paragraaf zijn belangrijkste risico's (zwakke punten) samengevat welke geïdentificeerd zijn tijdens dit onderzoek:

- Werkwijze heeft invloed op de omgevingsbeïnvloeding van de bemaling. Een langere sleuflengte en/of bemalingsduur zal in de omgeving een groter effect op grondwaterstandsverlaging veroorzaken;
- Bruinkleuring van oppervlaktewater is een matig risico. Aanbevolen wordt ontijzeringsmaatregelen paraat te hebben;
- Bij toepassing van bronbemaling dient rekening gehouden te worden met het behoud van de gewassen, bomen en struikgewas. Bij (extreem) droge weersomstandigheden kan er schade ontstaan in het groeiseizoen;
- Instabiliteit kan mogelijk optreden bij VT-500 ten gevolge van oppervlaktewater.

5.2 Onderzoeks- en monitoringsplan

In deze paragraaf worden de aandachtspunten uiteengezet welke worden geadviseerd op basis van de risicocheck in de vorige paragraaf. De aandachtspunten zijn bedoeld om de risico's te beheersen welke zijn toegewezen aan dit project.

Onderzoek

Aandachtspunten welke risico's beheersen door middel van onderzoek:

- Dit onderzoek is met de hoogste nauwkeurigheid uitgevoerd op basis van de huidige wetenschap, in het bouwproces is er vaak sprake van wijzigingen en nieuwe inzichten tijdens de uitvoeringsfase. Aanbevolen wordt tijdens de start van de (aanleg van) bemaling de adviseur van dit plan op werkbezoek uit te nodigen en te laten controleren of hierbij de gestelde conclusie nog van toepassing is;
- Bemalingsplan door de adviseur laten controleren;
- Concentratie ijzer in het grondwater per locatie bepalen.

Monitoring projectlocatie

Aandachtspunten welke risico's beheersen door middel van monitoring op de projectlocatie:

- Het toepassen van een geijkte debietmeter. Met de inwerkingtreding van de Waterwet is het voor alle grondwateronttrekkingen verplicht om de onttrokken hoeveelheid grondwater of geïnfiltreerd water met een nauwkeurigheid van maximaal 5% afwijking te meten;
- Dagelijks de grondwaterstand op de projectlocatie controleren, met behulp van een peilbuis op de projectlocatie in elke watervoerende laag waar een bemaling noodzakelijk is. Freatische grondwaterstand op de projectlocatie of ontgraving moet in verband met een goede preparatie van de funderingslaag en een goede begaanbaarheid van de bodem van de projectlocatie niet

hogere reiken dan 0,3 m beneden het lokale ontgravingsniveau. Ten aanzien van eisen in de Waterwet mag de grondwaterstand ten hoogste 0,5 m onder ontgravingsniveau worden verlaagd;

- Het debiet en grondwaterstand meting dagelijks en in later stadium wekelijks te registreren (verplicht).

Monitoring omgeving

Aandachtspunten welke risico's beheersen door middel van monitoring in de omgeving:

- Peilbuizen watervoerende laag 1: Peilbuisfilter van NAP + 0,5 m tot NAP – 0,5 m, filter geheel omstorten met filterzand. Dagelijks grondwaterstand controleren. Bij verlagingen beneden het kritieke niveau dient actie ondernomen om schade te voorkomen, peilbuis plaatsen bij volgende objecten:
 - 1 x peilbuis bij landbouwgewassen VT-100 deel 1, grenswaarde NAP + 1,2 m;
 - 1 x peilbuis bij landbouwgewassen VT-100 deel 2, grenswaarde NAP + 0,59 m;
 - 1 x peilbuis bij landbouwgewassen VT-300, grenswaarde NAP + 0,84 m;
 - 1 x peilbuis bij landbouwgewassen VT-400, grenswaarde NAP + 1,02 m;
- Bij toepassing van bronbemaling dient rekening gehouden te worden met het behoud van de gewassen, bomen en struikgewas. Bij (extreem) droge weersomstandigheden dient er binnen een straal van 50 meter van het centrum van de bemaling, lokaal (extra) beregent te worden ter aanvulling van de hoeveelheid bodemvocht.

5.3 Aanbevelingen: uitvoering

De volgende aanbevelingen zijn om het bemalingsresultaat te halen, omgevingsbeïnvloeding te beheersen en te voldoen aan wetgeving:

- Het wordt aanbevolen het bemalingsplan en het uitvoeringsontwerp te overleggen met de bemalingsadviseur, daarbij zal de invloed op de omgeving worden gecontroleerd en/of (indien wenselijk) met monitoring de bemaling geoptimaliseerd tijdens uitvoering;
- De aannemer/bemaler kan een ander bemalingssysteem voorstellen, aanbevolen wordt te controleren of deze wijziging mogelijk is (binnen de wensen van de opdrachtgever en de wetgeving). Wel moet rekening gehouden worden dat het plan mogelijk niet kan voldoen bij bepaalde (combinaties) van uitvoeringstechnische werkwijzen en materieel;
- Aanbevolen wordt een plan en materieel en mensen klaar te hebben om ten alle tijden de bemaling te kunnen herstellen binnen de responstijd. Responstijd is de verwachte tijdsduur tussen uitval bemaling en grote problemen ter plaatse van de ontgraving;
- Tenslotte wordt aanbevolen een bemalingsinstallatie toe te passen met voldoende capaciteit en welke (lokaal) instelbaar is. De bemalingsinstallatie dient voldoende instelbaar te zijn om een te grote onttrekking/verlaging te voorkomen. Aanbevolen wordt te overleggen wie dit zal controleren/instellen en welke controle frequentie toegepast zal worden.

5.4 Aanbevelingen: overige raakvlakken

De grondwaterbeheersing is niet alleen afhankelijk van het bemaling ontwerp en –uitvoering. Ten tweede kan de kwaliteit van in de grond gebouwde objecten worden beïnvloed door de grondwaterbeheersing.

De volgende aanbevelingen zijn toegevoegd :

- De bouwplaats kan erg nat worden bij veel neerslag. Het wordt aanbevolen tenminste 0,3 m doorlatend zand aan het oppervlak tijdens de bouw te hanteren zodat is dat hemelwater kan infiltreren. Als alternatief kan gewerkt worden met verzamelgreppels van hemelwater tijdens de bouw. Het is mogelijk dat de grondverbetering aan het oppervlak dichtslibt (bijvoorbeeld door verkeer dat erop rijdt), het wordt dan aanbevolen tijdens de bouw de grondverbetering te bewerken voor een betere doorlatendheid (ter voorkoming van vertraging door hemelwater overlast tijdens de bouw);

- Hemelwater dat valt op omliggende terreinen dient zo goed mogelijk te worden gescheiden van het projectgebied. Dit kan met name voor problemen zorgen indien het project in een dal is gelegen (bij hevige regenval komt dan een stroom hemelwater + vuil via het oppervlak op de bouwplaats). Aanbevolen maatregelen zijn greppels of een dijk op de projectgrens.

5.5 Actieprogramma

In het actieprogramma wordt beschreven welke stappen genomen moeten worden voor uitvoering bemaling:

1. Noodzakelijke aanvullende onderzoeken uitvoeren H5.2;
2. Selectie aannemer bemaling;
3. Aannemer bemaling een bemalingsplan laten opstellen;
4. Controleren werkwijze aannemer bemaling;
5. Uitvoeren melding bemaling;
6. Bij definitief uitvoeringsontwerp punten H5.4 eenmaal controleren;
7. Monitoring H5.2 plaatsen;
8. Start bemaling, opschrijven beginstand debietmeter;
9. Een monstername van het grondwater genomen vanuit het lozingswater. Dit monster dient te worden geanalyseerd op de parameters welke Waterschap zal vragen (mogelijks moet dit worden herhaald per week).
10. Controle bemaling op locatie en grondwaterstandmetingen verzenden naar info@lootsgwt.com met als vermelding "metingen 52210120B.1";

Neem contact op met Erik Loots voor meer informatie.

Opgesteld door:

ing. E.J. Loots (06-53392188)

Loots Grondwatertechniek

25 februari 2020

Gebruikte literatuur en bronnen

1. **Nederlands Normalisatie-instituut.** *NEN 9997-1+C1-2012*. Normcommissie 351 006 "Geotechniek". Delft : NEN, 2012. ICS 91.080.01; 93.020.
2. **SBR.** *190.03 Bemaling van bouwputten*. Rotterdam : SBR, 2003.
3. —. *273.98 Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsaling op de bebouwing*. Rotterdam : SBR, 1998.
4. **Rijkswaterstaat - Ministerie van Infrastructuur en Milieu.** Bodemloket. [Online] 2013. <http://www.bodemloket.nl>.
5. **Google.** *Google Earth*. 2012. 7010101888.
6. **Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed - Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.** *IKAW - Archeologische Monumentenkaart*. [Autocad] 2011.
7. **Dinoloket, Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond.** *Ondergrondgegevens*.
8. **Dienst Regelingen.** *Basisregistratie Percelen*.
9. **GBO Provincies.** *Grondwaterbescherming en -onttrekking*.
10. **Publieke Deinstverlening op kaart.** *Natura 2000 gebieden*.
11. **Kadaster.** *Basisregistraties Adressen en Gebouwen*.
12. —. *Top10NL kaart nederland*. 2012.
13. **Lievense.** *DPRO-60-T-DO-ROU tekeningen*. geen datum.
14. **Lankelma.** *1900936RG geotechnisch onderzoek*. 8-1-2020.
15. **IDDS.** *1904M503/PMU/rap2.1 bodemonderzoek*. 2-1-2020.

Bijlage 1 – Algemene voorwaarden rapport

Op alle, door Loots Grondwatertechniek uitgebrachte adviezen en berekeningen, is de DNR 2011 <http://www.nlingenieurs.nl/downloads/dnr-2011/> van toepassing.

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



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



Wetgeving Rijksoverheid
Waterwet



SBR190.03 Bemaling van
bouwputten

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

De onderstaande beperkingen en voorwaarden in dit hoofdstuk zijn van toepassing op dit document:

Algehele stabiliteit, stabiliteit ophogingen en stabiliteit taluds, belastingen, stabiliteit, sterkte grondkerende constructies en verankeringen worden niet beschouwd;

© copyright Loots Grondwatertechniek - Niets uit dit drukwerk mag worden verveelvoudigd, gecommuniceerd, aangepast, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt, in enige vorm op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, microfilm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Loots Grondwatertechniek, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd. De rekenwaarden zijn uitsluitend voor berekening van bemaling(effecten) en worden geenszins met het oog op enig specifiek gebruik ter beschikking gesteld;

Bijlage 2 – Methode van bepalen van benodigde data

De aangeleverde data zijn gedeeltelijk consistent met data van voorgaande projecten/archiefdata. De interpretatie is gebaseerd op beperkte informatie van het project en aangenomen wordt dat de waarden welke opdrachtgever beschikbaar heeft gesteld op lange termijn representatief zijn.

[A] Vastgestelde parameters projectlocatie

De volgende parameters zijn afgeleid uit aangeleverde informatie en het archiefonderzoek:

- Projectafmeting, projectlocatie;
- Geotechnische bodemopbouw en geotechnische categorie;
- Aanwezigheid van grondwaterbeschermingsgebied, openbaar groen/natuur, landbouw, natura 2000 gebied.

[B] Geraamde parameters op basis van meerdere gegevensbronnen

De volgende parameters zijn bepaald aan de hand van meerdere gegevensbronnen, dit zijn vaak ervaringen in de nabijheid van de projectlocatie. Hierbij wordt gekozen voor een conservatieve benadering waarbij voor elke parameter de minst gunstige waarde wordt gehanteerd. Er valt vaak winst te halen door deze parameters nader te bepalen. De volgende parameters zijn geraamd:

- Geotechnische bodemonderzoeken;
- Geohydrologische parameters, geraamd op basis van Dinoloket, grondwaterkaart, boorbeschrijving;
- De maatgevende (gemiddeld hoogste/laagste) grondwaterstand watervoerende laag 1;
- Aanwezigheid van archeologische objecten, grondwaterverontreinigingen, infrastructuur.

[C] Geraamde parameters op basis van ervaring

De parameters in dit hoofdstuk zijn niet direct af te leiden uit beschikbare gegevensbronnen. Hierbij wordt gekozen voor een conservatieve benadering waarbij elke parameter wordt bepaald conform Eurocode (1) en ervaring. De volgende parameters zijn geraamd:

- Bemalingsperiode;
- Ontgravingsdiepten;
- Grondwateraanvulling is ingeschat op 250mm/jaar;
- Oppervlaktewater, diepte en verbinding met watervoerende lagen;

[D] Ontbrekende parameters

Na het opstellen is gebleken dat de volgende parameters niet of slecht zijn te bepalen:

- Aanwezigheid van kritieke belendingen;
- De actuele grondwaterstand t.o.v. NAP;
- Grondwaterkwaliteit.

Bijlage 3 – (input) Grondwaterberekeningen/-model

Deze bijlage bestaat uit de volgende onderdelen:

- Projectdimensies;
- Overzicht geotechnische parameters op projectlocatie en binnen reikwijdte;
- Overzicht geohydrologische parameters op projectlocatie;
- Overzicht eigenschappen grondwater op projectlocatie per onderdeel;
- Berekening(en) verticaal evenwicht per onderdeel (of de maatgevende);
- Berekening(en) hydraulische grondbreuk per onderdeel (of de maatgevende);
- Berekening(en) piping per onderdeel (of de maatgevende);
- Berekening debiet per onderdeel (of de maatgevende);
- Berekening omgevingsbeïnvloeding (of de maatgevende).

Projectdimensies:

onderdeel	lengte [m]	breedte [m]	ontgravings-diepte [m+NAP]
VT-100 deel 1	5 x 110	0,5	1,4~1,1
VT-100 deel 2	2 x 110	0,5	0,3
put	1	1	-0,6
VT-200	40	0,5	0,4~0,2
VT-300	50	0,5	0,9~0,7
VT-400	2 x 105	0,5	0,95~0,75
VT-500	3 x 115	0,5	0,95~0,75
VT-600	2 x 95	0,5	0,9~0,7
VT-700	2 x 75	0,5	0,95~0,75

Geotechnische bodemparameters:

γ is de volumieke massa van de bodemlaag, dit is het gewicht wat gebruikt wordt voor het verticaal evenwicht.

K_h of k_v zijn de doorlatendheid eigenschappen (hogere waarde is meer doorlatend)

geotechnische omschrijving Vlijmen oost	top gemiddeld (σ) [m+NAP]	Dikte gemiddeld (σ) [m]	γ_d [kN/m ³]	γ_w [kN/m ³]
zand, matig fijn, zwak silthoudend, los	2,29 (0,62)	0,72 (0,67)	17 (0,425)	19 (0,475)
zand, kleilig, los	1,57 (0,87)	0,81 (0,73)	17 (0,425)	19 (0,475)
zand, matig fijn, zwak silthoudend	0,75 (0,87)	3,82 (3,3)	18 (0,45)	20 (0,5)
zand, matig grof, zwak silthoudend	-3,07 (2,73)	2,9 (4,01)	18 (0,45)	20 (0,5)
zand, zeer fijn, schoon, vast	-5,97 (4,23)	8,6 (5,35)	19 (0,475)	21 (0,525)
leem, sterk zandig, vast	-14,57 (1,72)	0,9 (0,3)	21 (0,525)	21 (0,525)
zand, zeer fijn, schoon, vast	-15,47 (1,9)	0,87 (1,55)	19 (0,475)	21 (0,525)
zand, zeer grof, zwak silthoudend, vast	-16,33 (1,8)	23,67 (6,38)	19 (0,475)	21 (0,525)
zand, zeer grof, schoon, vast	-40 (4,58)	17,67 (6,73)	19 (0,475)	21 (0,525)
zand, matig grof, zwak silthoudend, vast	-57,67 (2,18)	16,67 (1,32)	19 (0,475)	21 (0,525)

geohydrologische omschrijving Vlijmen oost	top gemiddeld (σ) [m+NAP]	k_h (σ) [m/d]	k_v (σ) [m/d]	P [-]
zand, matig fijn, zwak silthoudend, los	2,29 (0,62)	10 (1,5)	10 (1,5)	0,25 (0,03)
zand, kleilig, los	1,57 (0,87)	0,1 (0,015)	0,01 (0,0015)	0,1 (0,01)
zand, matig fijn, zwak silthoudend	0,75 (0,87)	10 (1,5)	5 (0,75)	0,25 (0,03)
zand, matig grof, zwak silthoudend	-3,07 (2,73)	20 (3)	10 (1,5)	0,3 (0,03)
zand, zeer fijn, schoon, vast	-5,97 (4,23)	6 (0,9)	3 (0,45)	0,2 (0,02)
leem, sterk zandig, vast	-14,57 (1,72)	0,3 (0,045)	0,04 (0,006)	0,3 (0,03)
zand, zeer fijn, schoon, vast	-15,47 (1,9)	6 (0,9)	3 (0,45)	0,2 (0,02)
zand, zeer grof, zwak silthoudend, vast	-16,33 (1,8)	35 (5,25)	17,5 (2,625)	0,3 (0,03)
zand, zeer grof, schoon, vast	-40 (4,58)	75 (11,25)	37,5 (5,625)	0,3 (0,03)
zand, matig grof, zwak silthoudend, vast	-57,67 (2,18)	20 (3)	10 (1,5)	0,3 (0,03)

Maatgevende grondwaterstand per onderdeel:

- Hoog is de representatieve bovengrens van de te verwachten grondwaterstanden (gemiddelde plus tweemaal de standaarddeviatie van de meetreeks).
- Gemiddelde is de gemiddelde grondwaterstand.
- Laag is de representatieve ondergrens van de te verwachten grondwaterstanden (gemiddelde minus tweemaal de standaarddeviatie van de meetreeks).

Grondwaterstand [m+NAP] per onderdeel	hoog WVL 1	gemiddeld WVL 1	laag WVL 1
VT-100 deel 1	2,62	2,05	1,2
VT-100 deel 2	1,95	1,27	0,59
put	1,95	1,27	0,59
VT-200	1,84	1,5	1,16
VT-300	1,47	1,16	0,84
VT-400	1,84	1,43	1,02
VT-500	1,57	0,84	0,61
VT-600	1,47	1,16	0,84
VT-700	1,57	0,84	0,61

Bemalingsberekening per onderdeel:

debiet per onderdeel [m ³ /uur]	maximale diepte bemaling [m+NAP]	diepte waterremmende wanden [m+NAP]	stationair debiet droog	stationair debiet normaal	stationair debiet extreem	toename opstart [%]	neerslag extreem
VT-100 deel 1	-2,5	geen	10,2	29,6	54,0	16%	1,4
VT-100 deel 2	-3,5	geen	16,8	32,2	62,8	13%	1,1
put	-4	geen	26,8	41,5	70,2	7%	0,1
VT-200	-3,5	geen	30,0	43,0	65,5	9%	0,4
VT-300	-2,5	geen	10,4	17,8	33,0	9%	0,5
VT-400	-2	geen	12,8	21,1	39,1	13%	1,0
VT-500	-2	geen	7,6	9,0	36,0	13%	1,1
VT-600	-2	geen	10,1	17,4	32,3	12%	0,9
VT-700	-2	geen	7,1	8,4	33,7	12%	0,7

waterbezwaar per onderdeel [m ³]	periode [dagen]	opstart [dagen]	waterbezwaar droog	waterbezwaar normaal	waterbezwaar maximum
VT-100 deel 1	7	2	6198	25983	47415
VT-100 deel 2	7	2	3840	11238	21909
put	7	2	3504	7118	12040
VT-200	7	2	4271	7410	11292
VT-300	7	2	1269	3075	5686
VT-400	7	2	3152	7341	13617
VT-500	7	2	1421	4722	18824
VT-600	7	2	2497	6055	11230
VT-700	7	2	871	2925	11723

Bijlage 4 – Tekeningen project en omgeving

Bouwjaar belendingen (kadaster – Basisregistraties Adressen en Gebouwen)

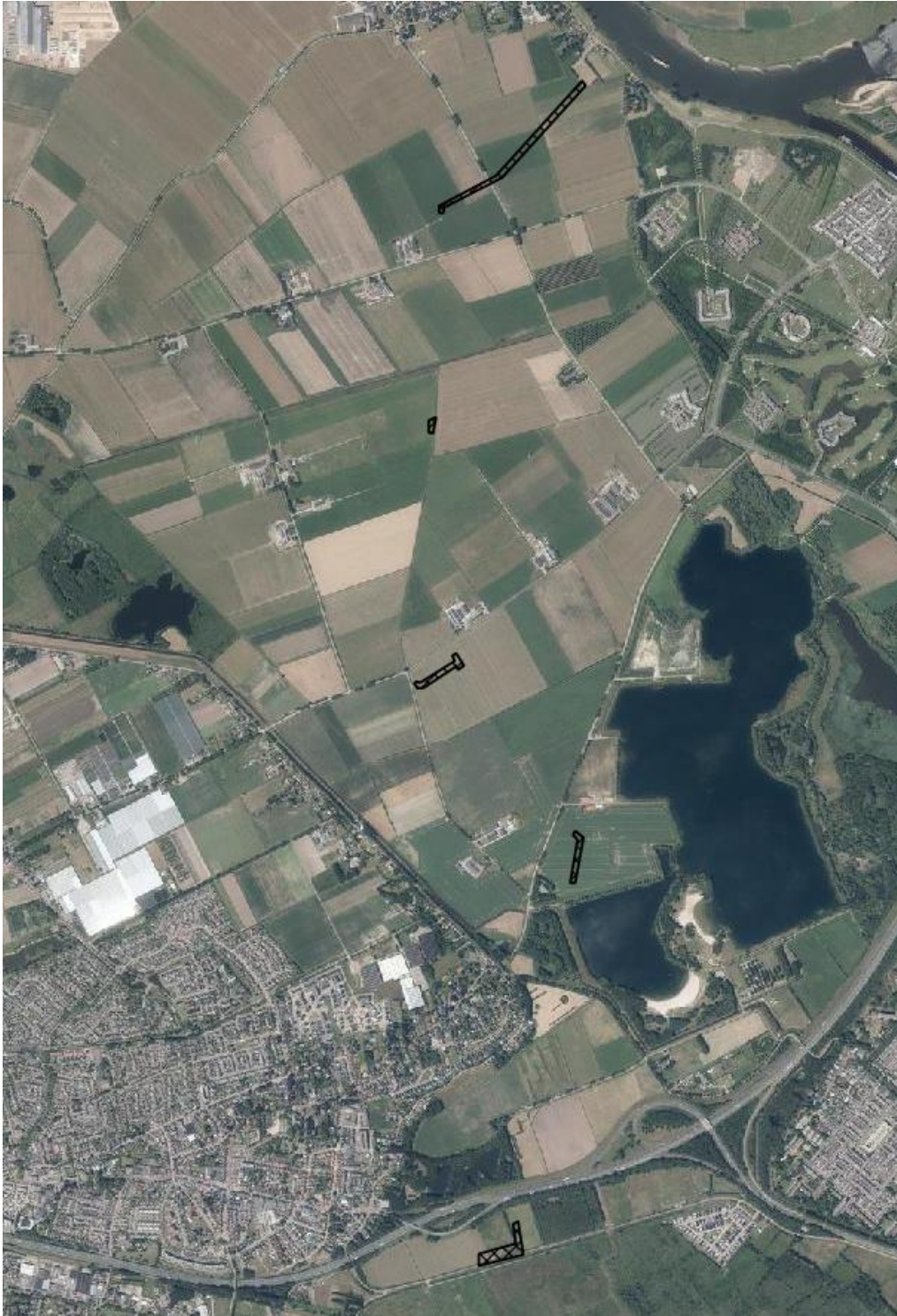
Kadaster - Basisregistraties Adressen en Gebouwen legenda

Pand voor 1800	Pand 1945 - 1960	Pand 2005 - heden
Pand 1800 - 1850	Pand 1960 - 1975	
Pand 1850 - 1900	Pand 1975 - 1985	
Pand 1900 - 1930	Pand 1985 - 1995	
Pand 1930 - 1945	Pand 1995 - 2005	

Grondwatergebruikers (GBO en landelijk grondwaterregister)

Grondwaterbescherming en -onttrekking (GBO Provincies+LGR) legenda

-  Put
-  Put
-  Grondwaterbescherming gebied

WKO installaties (landelijk grondwaterregister)

WKO installaties (LGR) legenda



Put



Put

Natura 2000 gebieden



Natura 2000 gebieden (Publieke Dienstverlening op kaart) legenda

	Habitatrichtlijn		Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn
	Vogelrichtlijn		Vogelrichtlijn, Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet
	Habitatrichtlijn en Natuurbeschermingswet		
	Vogelrichtlijn en Natuurbeschermingswet		

Archeologie en rijksmonumenten



IKAW Monumentenkaart, Rijksdienst Cultureel Erfgoed legenda

● Locatie Rijksmonument

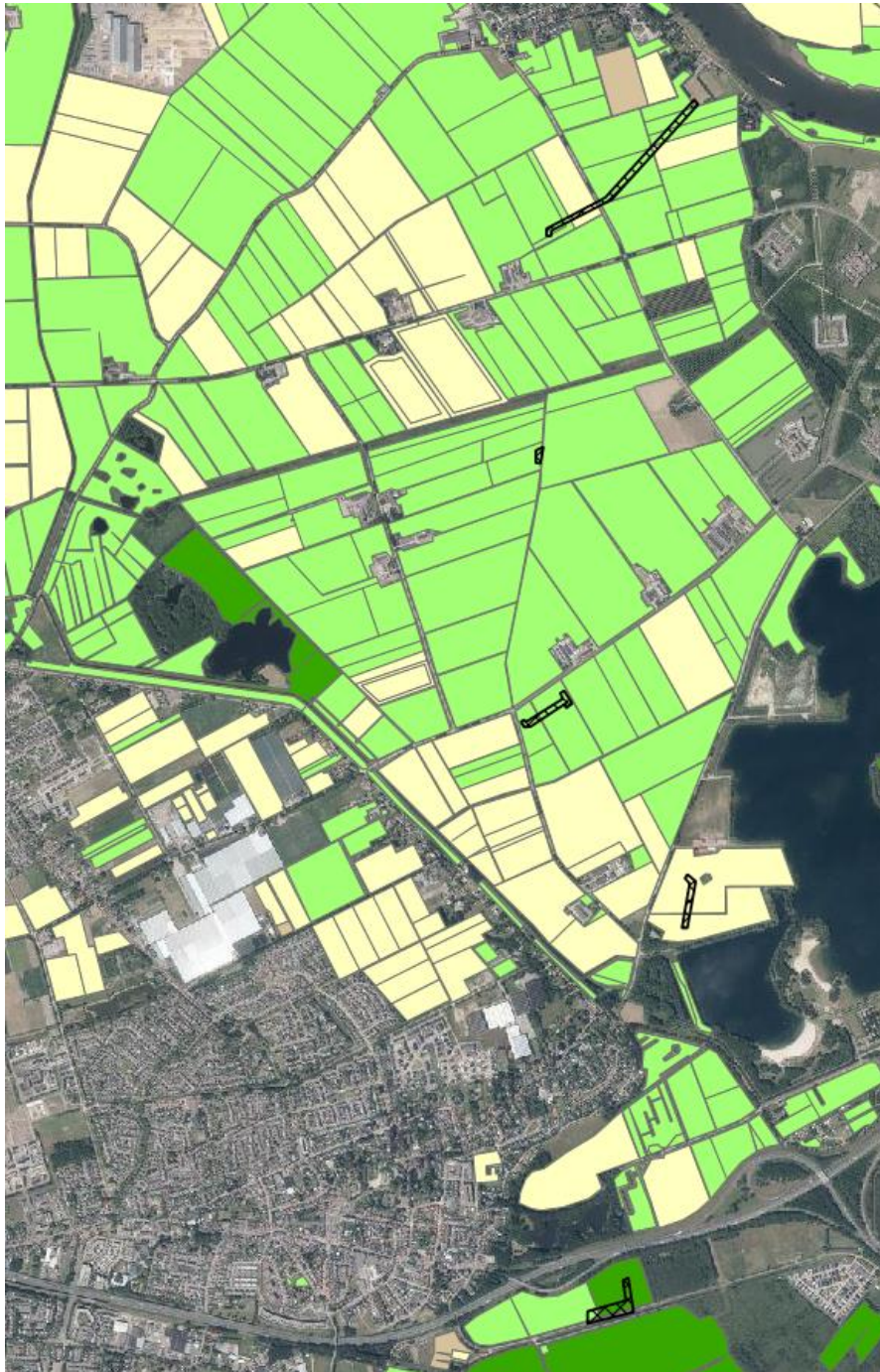
■ Omtrek locatie archeologie (IKAW)

Open street map



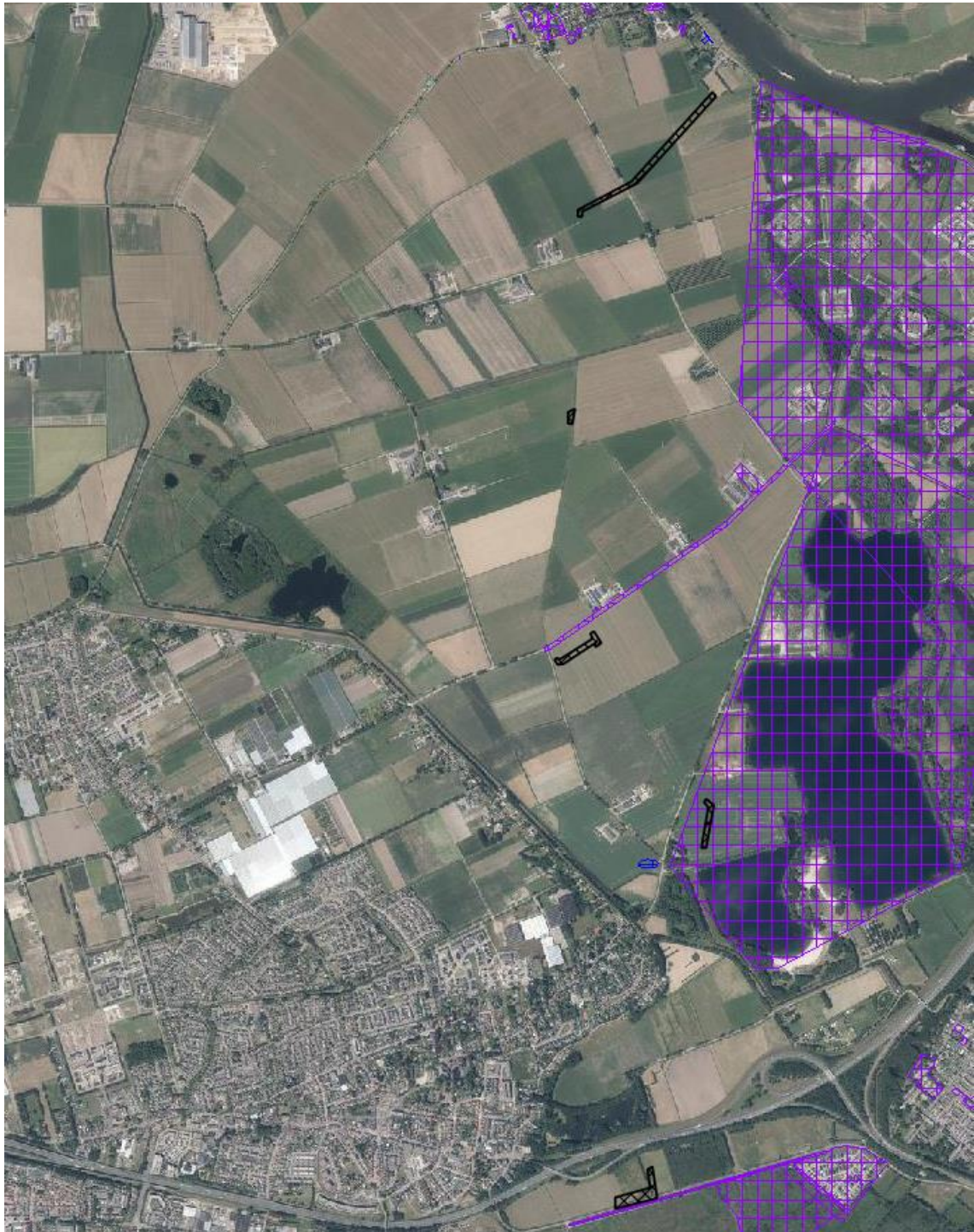
Open Street Map

Snelweg	Fietspad	Water
Hoofdweg	Promenade	Grasland
Regionale weg	Spoorbaan	Akkerland
Lokale weg	Bomen	

Gewassen (basisregistratie percelen)

Basisregistratie Percelen (Dienst Regelingen) legenda

	Bouwland		Overige
	Grasland		
	Braakland		
	Natuurterrein		

Bodemverontreinigingen (bodemloket.nl)**Rijkswaterstaat bodemloket legenda**

-  Gesaneerd
-  Onderzoek uitgevoerd, geen noodzaak tot verder onderzoek of sanering
-  Onderzoek uitgevoerd, verder onderzoek kan noodzakelijk zijn
-  Historische activiteit bekend

Bijlage 5 – Grondonderzoeken

Bijlage 6 – Grondwater eigenschappen

Deze bijlage bestaat uit de volgende onderdelen:

- Overzicht van de gebruikte peilbuismetingen en locaties, berekende maatgevende grondwaterstanden over lange termijn in een tabel;
- Overzicht van de gebruikte peilbuismetingen en locaties, berekende maatgevende grondwaterstanden per seizoen (maand);
- Meetgrafieken grondwaterstanden.