

Rapport

Projectnummer: 363999

Referentienummer: Rapport bemalingsadvies Tennet Maasbracht

Datum: 10-07-2019

SWNL0237117 geohydrologie BO 1 2 3a 3b 4 D0

Bemalingadvies

Definitief

Opdrachtgever:
TenneT TSO B.V.

Revisiebeheer

Revisie	Datum	Status	Belangrijkste wijzigingen
C0	21-3-2019	Concept	
C1	29-4-2019	Concept	Zie RFA 002.495.21
C2	5-6-2019	Concept	Bemalingsadvies is toegevoegd.
C3	8-7-2019	Concept	Zie RFA 002.495.21, versie 8-7-2019

Verantwoording

Titel	Bemalingsadvies
Subtitel	Geohydrologie BO 1 2 3a 3b 4
Projectnummer	363999
Referentienummer	SWNL0237117
Revisie	D0
Datum	10-07-2019

Auteur
E-mailadres

Gecontroleerd door
Paraaf gecontroleerd

Goedgekeurd door
Paraaf goedgekeurd

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
1.1	Algemeen.....	5
1.2	Leeswijzer	8
2	Achtergrond informatie.....	8
2.1	Maaiveldhoogten	9
2.2	Bodemopbouw	9
2.3	Grondwaterstanden	11
2.4	Grondwaterkwaliteit	12
2.5	Oppervlaktewater.....	13
3	Bemalingsaspecten	14
3.1	Algemeen.....	14
3.2	Uit te voeren werkzaamheden	14
3.3	Uitgangspunten.....	15
3.4	Opbarstgevaar	16
3.5	Berekeningsmethoden.....	16
3.6	Verwachte debieten en waterbezwaar	16
3.7	Verlagingen.....	18
3.8	Bemalings- en lozingswijze	19
3.9	Vergunningswijze.....	19
4	Effecten.....	20
4.1	Algemeen.....	20
4.2	Zettingen	21
4.3	Natuur	21
4.4	Landbouwgebieden	21
4.5	Archeologie.....	21
4.6	Verontreinigingen.....	22
5	Monitoring	23
5.1	Algemeen.....	23
5.2	Monitoring	23
5.3	Samenvatting monitoringsplan	24

Bijlage 1 Berekeningsmethode

Bijlage 2 Resultaten bemalingsberekeningen verticale filters

Bijlage 3 Resultaten bemalingsberekeningen horizontale drains

1 Inleiding

1.1 Algemeen

TenneT is voornemens om de bestaande 380 kV en 150 kV-stations bij Maasbracht te moderniseren en uit te breiden. Ook wordt een deel van de 150 kV-lijn ondergronds gebracht. De stations en het toekomstige leidingwerk bevinden zich noordelijk van de Linnerweg en zuidelijk van de Verbindingsweg. De doelstelling van dit advies is het verzamelen van basisinformatie over de geohydrologische aspecten om zodoende op basis van deze informatie aan te geven of bemaling noodzakelijk is en wat de kwaliteit is van het mogelijk op te pompen bemalingswater.



Figuur 1.1 Situering zoekgebied (bron: Pdok/Tennet)

Het voornemen betreft de modernisering van het bestaande 380 kV-hoogspanningsstation in Maasbracht (zie figuur 1.1) in de provincie Limburg. Het hoogspanningsstation is gebouwd in 1967 als eerste fase van het 380 kV-hoogspanningsnet. De huidige conditie van het hoogspanningsstation kan worden omschreven als slecht. Veel primaire en secundaire componenten zijn aan het einde van hun levensduur en enkele scheiders en secundaire bekabeling vertonen storingen. Deze omstandigheden vormen dusdanige risico's in het 380 kV-hoogspanningsnet dat maatregelen vereist zijn. Hierbij worden ook maatregelen getroffen ter plaatse van het bestaande 150 kV-station en de aanhangende 380 kV en 150 kV-lijnen.

De ligging van de locatie is weergegeven in figuur 1.1. Het plangebied is globaal gelegen op de RD-coördinaten X: 192.365 m, Y: 351.320 m. De locatie is kadastraal bekend onder gemeente Maasbracht, sectie O en percelen 149, 151, 152, 153, 175, 178, 179, 200, 208, 284, 285, 286, 287, 288, 289 en 290.

De beoogde maatregelen zijn grofweg te onderscheiden in:

- het ondergronds brengen van een deel van de 150 kV-lijn (BO1);
- het aanpassen van de 380 kV-lijn (BO2);
- het volledig vernieuwen van het 380 kV-station (BO3a);
- het uitbreiden van het 380 kV-station (BO3b);
- het uitbreiden en aanpassen van het 150 kV-station (BO4).

De aanpassing/uitbreiding van de stations vindt plaats op eigen terrein. De bouw van de nieuwe stations start direct ten noordoosten van de bestaande stations (aangrenzend aan de bestaande stations).

In de studiefase van dit project is een ombouwplan opgesteld dat de stappen weergeeft voor het project 'Ombouwen MBT380'. Deze ombouw is gebaseerd op een gefaseerde realisatie waarbij stapsgewijs een set nieuwe velden wordt aangebouwd en vervolgens een set bestaande velden wordt gesloopt. Het startpunt van deze ombouw is de beschikbaarheid van de grond aan de noordoostzijde van het bestaande 380 kV-hoogspanningsstation. Deze grond is in eigendom TenneT en momenteel in gebruik voor agrarische doeleinden.

Wanneer de grond vrij is van agrarisch gebruik is de eerste stap het verkabelen van de bovengrondse 150 kV-lijnverbindingen (bestaande uit vijf circuits), waarvoor een tracéstudie is uitgevoerd. Door de verkabeling ontstaat ruimte voor de eerste set nieuwe 380 kV-velden. In fases wordt vervolgens het nieuwe 380 kV-hoogspanningsstation opgebouwd totdat alle velden zijn vernieuwd. Het nieuwe 380 kV-hoogspanningsstation zal uiteindelijk enkele tientallen meters in noordoostelijke opschuiven ten opzichte van de huidige situatie.

Naast de ombouw van het 380 kV-hoogspanningsstation, dient het 150 kV-hoogspanningsstation te worden uitgebreid met vier nieuwe kabelvelden (en zal één bestaand veld omgebouwd worden) ten behoeve van de vijf bovengrondse 150-kV circuits die worden verkabeld.

Dit onderzoek is uitgevoerd conform het geldend onderzoeksprotocol van TenneT (versie 1.1, 1 oktober 2015) en de hierin vernoemde NEN- en/of andere normen.

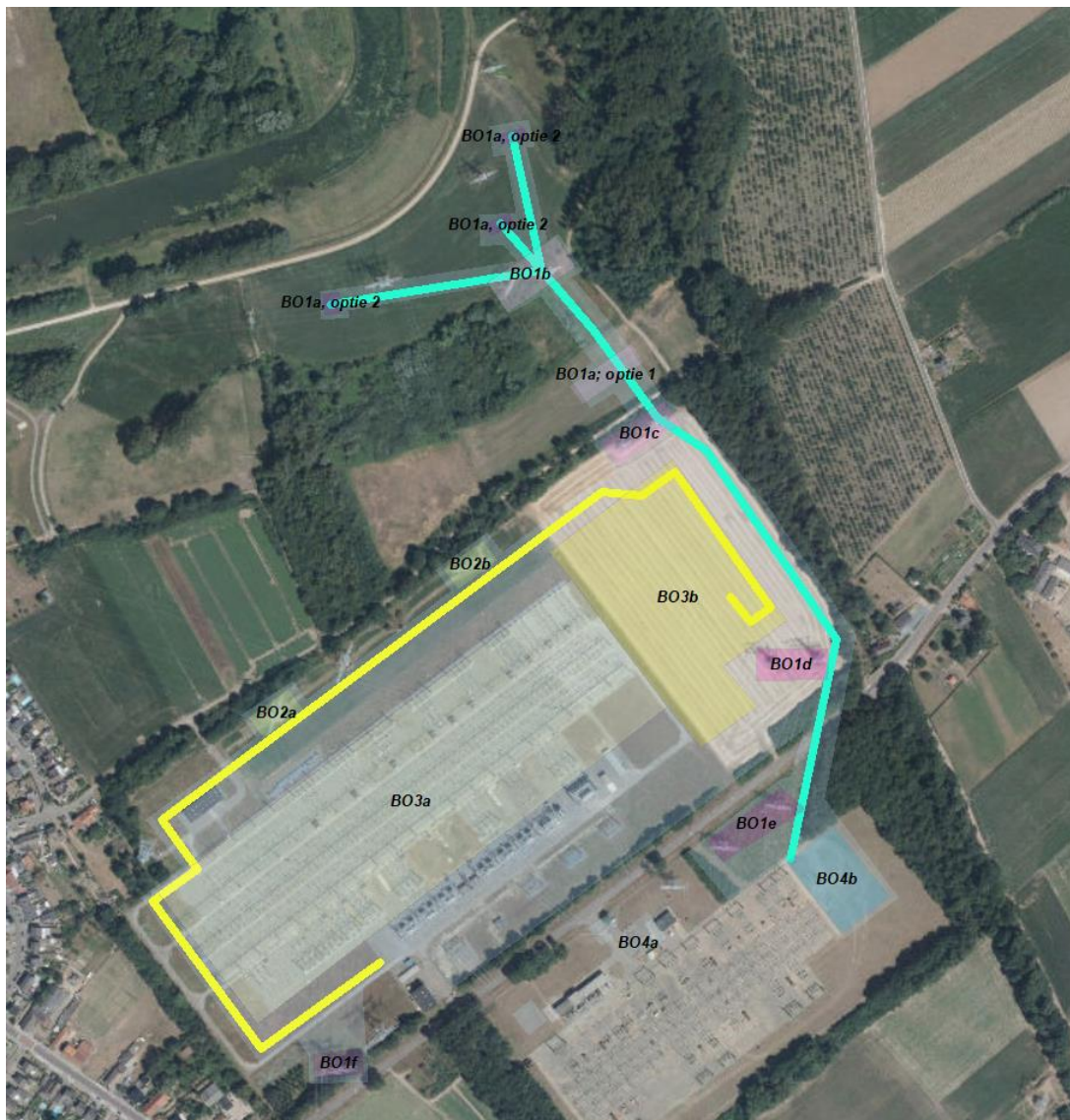
Zoals te zien is in figuur 1.2 zijn voor het tracé B01 twee opties mogelijk.

Optie 1

Bij optie 1 worden de 150 kV lijnen vanaf het schakelstation tot de locatie B01a; optie 1 ondergronds aangelegd. Vanaf locatie B01a komen de lijnen bovengronds.

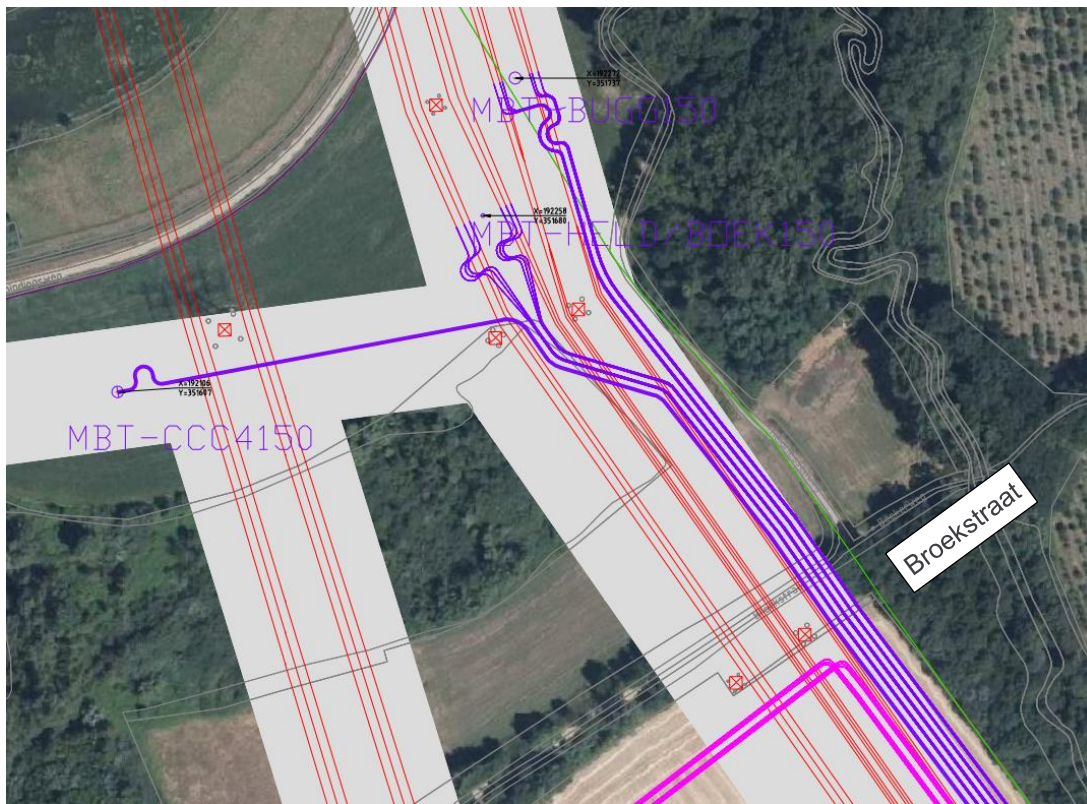
Optie 2

Bij optie 2 wordt de lijnverbinding vanaf het schakelstation tot B01b ondergronds aangelegd. Vanaf dit punt worden de 5 circuits in drieën verdeeld en wordt deze ondergronds verder aangelegd tot de locaties B01a; optie 2. Vanaf deze locaties komen de 150 kV lijnen bovengronds.



Figuur 1.2 Situering fasering (bron: Pdok/Tennet)

In figuur 1.3 is de definitieve ligging van de kabels (paarse lijnen) weergegeven en zoals te zien is in deze figuur is gekozen voor optie 2. Daar waar in het noordelijke gedeelte de paarse lijnen ophouden worden opstijgpunten gerealiseerd en worden de kabels en leidingen bovengronds gerealiseerd.



Figuur 1.3 Ligging kabels (bron: Movares)

In het geohydrologisch onderzoek (kenmerk SWNL0237117) is geconcludeerd dat voor de werkzaamheden in het gebied ten zuiden van de Broekstraat geen bemaling nodig is omdat het maaiveld hier hoger ligt en de werkzaamheden zeer waarschijnlijk boven de grondwaterstand worden uitgevoerd.

1.2 Leeswijzer

Na deze inleiding volgen in hoofdstuk 2 de bodemkundige en waterhuishoudkundige gegevens. Hierbij wordt ingegaan op de bodemopbouw, geohydrologie, grondwaterstanden, grondwaterkwaliteit en oppervlaktewater. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan of voor de geplande werkzaamheden bemaling noodzakelijk is.

2 Achtergrond informatie

Ten behoeve van de keuze voor één van de varianten van het tracé, dient inzicht te worden verkregen in de opbouw van de bodem, het heersende grondwaterregime en de terreingesteldheid. In dit hoofdstuk is ingegaan op deze aspecten. De geïnventariseerde gegevens zijn afkomstig van de volgende bronnen:

- Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN, Rijkswaterstaat, 2011);
- Bodemkaart van Nederland (Alterra, 2000);
- Grondwatergegevens uit DINO-loket (Data en Informatie Nederlandse Ondergrond) en
- REGIS II.2 (Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem (NITG-TNO));
- Legger en informatie waterstand oppervlaktewateren van waterschap Limburg;
- Boorgegevens (Rapport Verkennend milieuhygiënisch bodemonderzoek).

De achtergrondinformatie dient als basis voor de berekeningen in hoofdstuk 3.

2.1 Maaiveldhoogten

Het zuidelijk deelgebied met het schakelstation is hoger gelegen dan het deelgebied ten noorden van de Broekstraat. De hoogte van het maaiveld ter plaatse van het schakelstation bevindt zich op circa NAP +27,3 m à NAP +27,5 m.

De hoogte van het maaiveld in het noordelijke gedeelte kabels (grofweg ten noorden van de Broekstraat) bevindt zich op circa NAP +21,0 m à NAP +21,8 m.



Figuur 2.1 Kaart met hoogte van het maaiveld, waarbij blauw het laaggelegen terrein en rood/oranje het hoog gelegen terrein is (bron: AHN)

2.2 Bodemopbouw

Ondiepe bodemopbouw

Uit de Bodemkaart van Nederland blijkt dat er onderscheidt te maken is in twee deellocaties.

De bodemopbouw ter plaatse van de schakelstations verschilt van de bodemopbouw voor het gebied waar de lijnverbinding ondergronds worden aangelegd (BO1), noordelijk van de stations.

Het gebied ter plaatse van de schakelstations bestaat uit hoge bruine enkeerdgronden (Bodemcode bEZ23). Deze gronden zijn voornamelijk ontstaan door menselijke activiteiten, in veel gevallen ophoging met van elders aangevoerd materiaal.

Het gebied waar de circuits ondergronds worden aangelegd bestaat uit een kalkloze poldervaaggrond (Bodemcode Rn15C). Deze gronden zijn voornamelijk jonge rivierafzettingen die door het Maassysteem zijn afgezet. Plaatselijk komen slecht doorlatende zware kleilagen voor.

Op basis van het uitgevoerde verkennend milieuhygiënisch bodemonderzoek is de bodemopbouw voor de projectlocatie afgeleid, deze is weergegeven in tabel 2.1.

Tabel 2.1 **Overzicht van de geohydrologische formaties en parameters**

Traject (m-mv)	Grondsoort	Beschrijving
<i>Noordelijke gedeelte (lager gelegen terrein)</i>		
0 tot 0,7 à 1,4	Klei	Sterk siltig, zwak humeus
0,7 à 1,4 tot 1,2 à 1,7	Zand	Zeer fijn tot matig grof, sterk siltig tot kleiig
1,2 à 1,7 tot 2,0	Grind	Zwak zandig
<i>Locatie B01a; optie 1</i>		
0 tot 0,4 à 0,8	Zand	Matig fijn, matig tot sterk siltig, zwak tot matig humeus
0,4 à 0,8 tot 4,0	Zand	Matig fijn tot grof, zwak siltig
4,0 tot 4,8	Zand	Zeer fijn, sterk siltig
4,8 tot 5,0	Zand	Matig grof, zwak siltig

Diepere bodemopbouw

Het eerste watervoerend pakket is opgebouwd uit midden tot fijn zand (Formatie van Boxtel) en bevindt zich van circa NAP +27,3 m tot NAP +25,2 m. Hieronder bevindt zich tot NAP +25,0 m een dunne kleiige laag, bestaande uit zandige klei. Verwacht wordt dat deze kleiige laag niet dusdanig waterremmend is dat sprake is van een scheidende laag, waardoor deze laag onderdeel uit maakt van het eerste watervoerende pakket. Vervolgens is een midden tot fijn zandige laag (Formatie van Boxtel) aanwezig tot circa NAP +23,3 m. Hieronder bevindt zich tot circa NAP +3,0 m een grof zandige laag (Formatie van Beegden). Vervolgens is een grof tot midden zandige laag (Formatie van Sterksel) aanwezig tot circa NAP -10,8 m. Hieronder is een fijn tot grof zandige laag (Formatie van Stramproy) aanwezig tot minimaal NAP – 50 m.

Geohydrologische schematisering

In de beschrijving van de bodemopbouw is ingegaan op de samenstelling van de bodem. Door middel van een geohydrologische schematisatie wordt een indruk verkregen van de opbouw van de diepere ondergrond en de bijbehorende geohydrologische variabelen. Hierbij worden watervoerende pakketten en slecht doorlatende (scheidende) lagen onderscheiden.

In een watervoerend pakket treedt overwegend horizontale grondwaterstroming op, terwijl in een scheidende laag voornamelijk verticale grondwaterstroming optreedt. Watervoerende pakketten worden beschreven met het doorlaatvermogen (kD-waarde in m²/dag), hetgeen het product is van de horizontale doorlaatfactor (in m/dag) en de verzadigde dikte van het pakket (in m). Scheidende lagen worden beschreven met een hydraulische weerstand (c-waarde: in dagen), hetgeen het quotiënt is van de dikte (in m) en de verticale doorlaatfactor (in m/dag) van de laag. De geohydrologische basis is een slecht doorlatende laag, die vanwege de dikte en/of opbouw vrijwel ondoorlatend is.

In tabel 2.2 staat de geohydrologische schematisatie weergegeven voor de projectlocatie. Deze zijn gebaseerd op REGIS II.2 van TNO-NITG.

Tabel 2.2 Overzicht van de geohydrologische formaties en parameters

Diepte (m +NAP)	Samenstelling	Formatie	Geohydrologische eenheid	Doorlaat- vermogen (m ² /d)	Weerstand (d)
27,3 tot 25,2	Midden tot fijn zand	Boxtel	1ste watervoerend pakket	10 à 20	-
25,2 tot 25,0	Zandige klei	Boxtel		-	25
25,0 tot 23,3	Midden tot fijn zand	Boxtel		8 à 17	-
23,3 tot 3,0	Grof zand, grind	Beegden		1.000 à 3.400	-
3,0 tot -10,8	Grof tot midden zand	Sterksel		500 à 1.000	-
-10,8 tot -60	Grof tot fijn zand	Stramproy		250 à 500	-

2.3 Grondwaterstanden

Als gevolg van seizoensfluctuaties verandert de freatische grondwaterstand en de stijghoogte van het diepere grondwater. De Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) geeft de range weer, waartussen de grondwaterstand zich gedurende het grootste deel van het jaar beweegt. Dit kan vertaald worden naar een klasseindeling: grondwatertrappen (Gt). In tabel 2.3 zijn de grondwatertrappen weergegeven, zoals deze in de Bodemkaart van Nederland gehanteerd worden.

Tabel 2.3: Grondwatertrappen

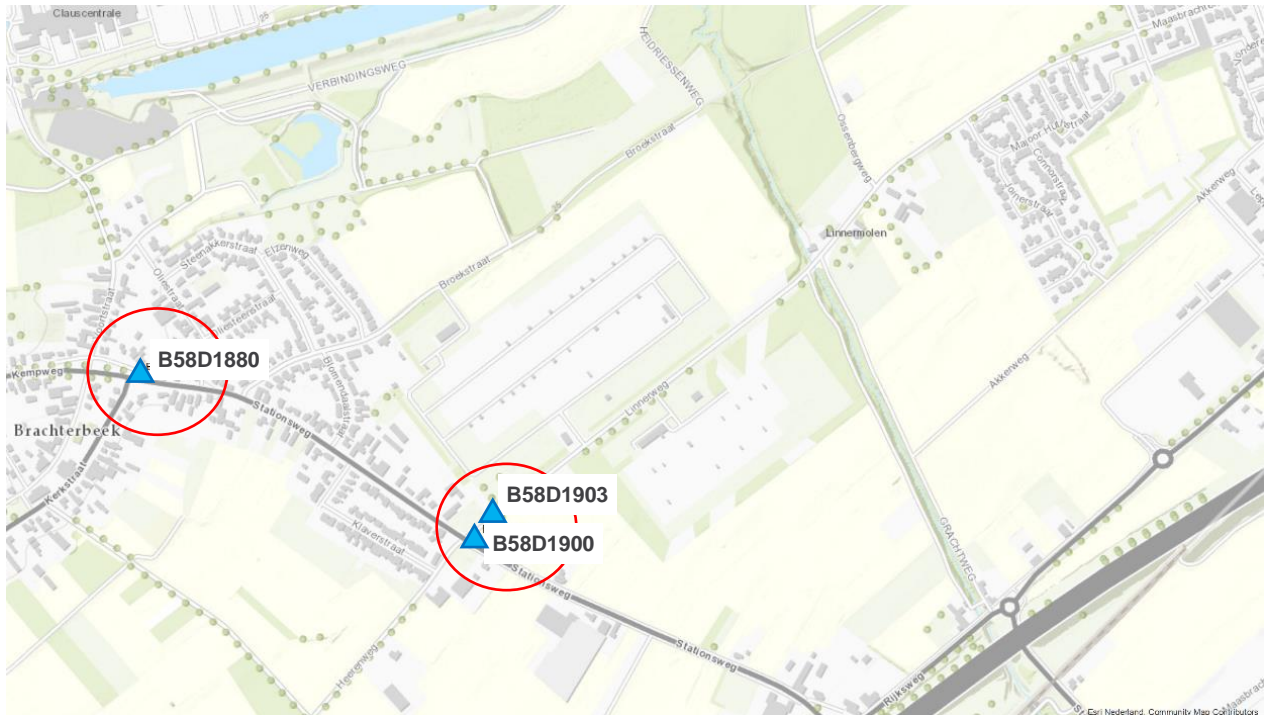
Grondwaterstand	Grondwatertrap (Gt)						
(cm –mv)	I	II ¹	III	IV ¹	V	VI ¹	VII ²
GHG	<20	<40	<40	>40	<40	40 - 80	>80
GLG	<50	50 -80	80 -120	80 - 120	>120	>120	(>160)

¹ een * achter deze Gt-codes betekent 'droger deel', dat wil zeggen een GHG tussen 25 en 40 cm –mv.

² een * achter deze Gt-codes betekent ' zeer droger deel', dat wil zeggen een GHG dieper dan 140 cm –mv.

Voor het gebied ten noorden van de Broekstraat is op de bodemkaart een grondwatertrap aangegeven van III. Bij een grondwatertrap III bevindt de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) zich ondieper dan 40 cm beneden maaiveld en ligt de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) tussen de 80 en 120 cm beneden maaiveld. Uitgaande van een gemiddelde maaiveldhoogte van NAP +21,4 m voor het gebied ten noorden van de Broekstraat zijn de GHG in de deklaag maximaal circa NAP +21,0 m en de GLG in de deklaag tussen NAP +20,6 m en NAP +20,2 m te verwachten.

In de omgeving van de locatie bevinden zich een aantal peilbuizen waarvan de grondwaterstanden opgenomen zijn in het digitale archief van TNO. In tabel 2.4 zijn de karakteristieken van de grondwaterstanden weergegeven van de peilbuizen binnen een straal van 2 kilometer. De situering is weergegeven in figuur 2.2 op de volgende pagina.



Figuur 2.2 Situering peilbuizen TNO (rood omcirkelt)

Tabel 2.4: karakteristieken grondwaterstanden

Peilbuis	X-coord (m)	Y-coord (m)	Afstand (m)	Filterstelling (m +NAP)	Maaiveld (m +NAP)	GLS* (m +NAP)	Gemiddeld (m +NAP)	GHS** (m +NAP)
B58D1900_1	192.040	350.820	100	15,6 – 14,6	27,60	20,27	20,51	20,69
B58D1903_1	192.069	350.857	50	15,2 – 14,2	27,70	20,89	21,11	21,33
B58D1880_1	191.480	351.090	460	10,8 – 5,3	23,30	20,56	20,85	21,14

n.b.: niet bekend

* GLS: Gemiddeld Laagste Stijghoogte

** GHS: Gemiddeld Hoogste Stijghoogte

Op basis van de gegevens van de bodemkaart en de gegevens van TNO zijn de volgende representatieve grondwaterstanden afgeleid:

- GHS: NAP +21,2 m;
- GS (gemiddelde stijghoogte): NAP +21,0 m;
- GLS: NAP +20,8 m.

2.4 Grondwaterkwaliteit

Tijdens de uitvoering van het verkennend bodemonderzoek is op 7 maart 2019 het grondwater uit één peilbuis op de projectlocatie bemonsterd en geanalyseerd. Het grondwater is geanalyseerd ter voorbereiding op de vergunning en voor de berekening van de vervuilingseenheid bij lozing.

In de volgende tabel zijn de parameters waarop het grondwater is geanalyseerd en de resultaten hiervan weergegeven.

Tabel 2.5: Geanalyseerde parameters en resultaten

Parameter	Concentratie
Arseen	< 5 µg/l
IJzer	490 µg/l
Mangaan	120 µg/l
Fosfaat (totaal)	<0,15 mgP/l
Onopgeloste bestanddelen	-
Chloride	37 mg/l
Stikstof-Kjeldahl	<0,5 mgN/l
Chemisch Zuurstof Verbruik (CZV)	<5 mg/l

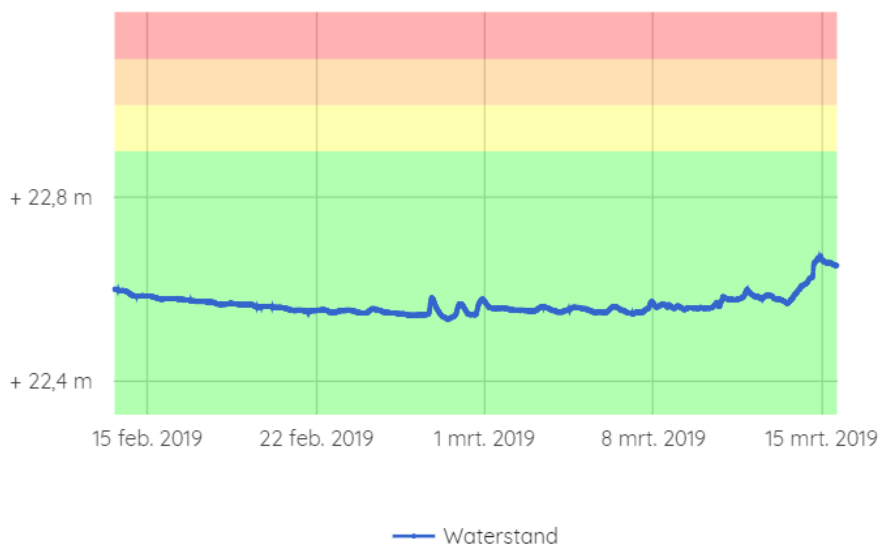
- Niet bepaald

2.5 Oppervlaktewater

In de omgeving van de projectlocatie is oppervlaktewater aanwezig. Op circa 50 m afstand ten noorden van de projectlocatie is watergang 'Krombeek' aanwezig en op circa 25 m ten oosten van de projectlocatie is watergang 'Vlootbeek' aanwezig.

In figuur 2.3 is een grafiek te zien met de actuele waterstand (15 maart 2019) van de watergang Vlootbeek.

Vlootbeek, Vlootbekermolen Linne, meting vanaf NAP+ 22.38 m



Figuur 2.3 Actuele waterstand watergang Vlootbeek

3 Bemalingsaspecten

3.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de bemalingsaspecten om de geplande werkzaamheden in den droge uit te kunnen voeren. Achtereenvolgens komen de volgende zaken aan bod:

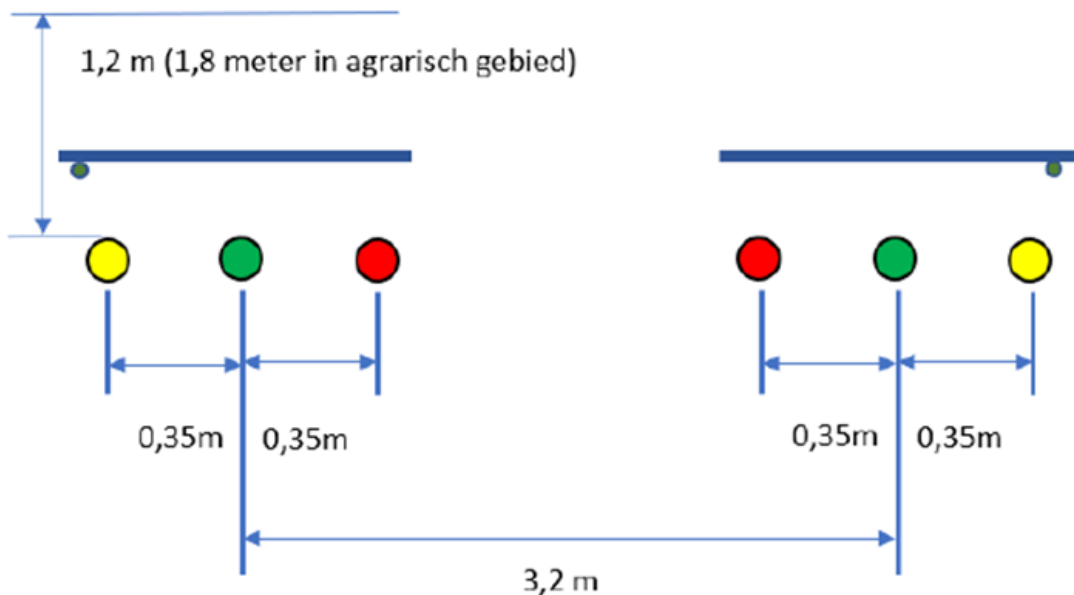
- berekeningsmethoden;
- uitgangspunten voor de berekeningen;
- opbarstgevaar;
- onttrekkingsdebiet en waterbezwaar;
- verlagingen in de omgeving.

Hieraan voorafgaand wordt kort de werkzaamheden beschreven die uitgevoerd worden bij het aanleggen van de kabels.

3.2 Uit te voeren werkzaamheden

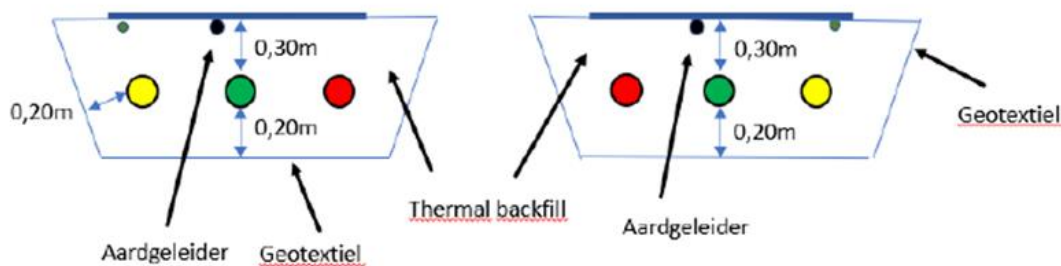
Kabels

De kabelverbinding wordt aangelegd over een lengte van circa 1 km bij Maasbracht. Voor de aanleg van circa 1/2 van het traject (circa 522 m ten noorden van de Broekweg) is bemaling noodzakelijk om de kabels in een open ontgraving aan te leggen. In de ontgravingsseuf worden 5 sets van 3 kabels (circuits) gelegd op een diepte van circa 1,8 m -mv. Rekening houdend met 0,2 m extra ontgraven en een kabeldikte van 0,12 m bedraagt de totale ontgravingsdiepte maximaal circa 2,25 m -mv. De onderlinge afstand tussen de circuits is 3,2 m. In figuur 3.1 is de ontgravingsseuf met bijbehorende afmetingen schematisch weergegeven.



Figuur 3.1 Schematisatie kabelligging (bron Movares)

Na circa 155 m worden de kabels uitgesplitst in 3 deeltracés. De westelijke tracé bevat 1 (tracé west) circuit en de overige twee bevatten twee circuits (tracé centraal en tracé oost). De uitsplitsing bevindt zich op circa 155 m ten noorden van de Broekstraat. De lengte van tracé west is circa 195 m, tracé centraal circa 55 m en tracé oost circa 125 m. Tijdens de werkzaamheden is het essentieel dat de sleuf in één geheel open is als de kabel erin gaat. De gehele tracés van de kabels worden dus in één keer bemalen. Door Tennet is aangegeven dat een bemalingsduur van acht weken te verwachten is. In dezelfde sleuf wordt nog een telecomleiding aangelegd, wordt de sleuf opgevuld met thermal backfill¹ en wordt een afdekplaat voor de bescherming kabels aangelegd, zie figuur 3.2.



Figuur 3.2 Schematisatie situatie in sleuf (bron Movares)

Opstijgpunten

Daar waar de kabels bovengronds verder gaan worden opstijgpunten gerealiseerd. Deze opstijgpunten worden op palen gefundeerd in combinatie met een poer. De ontgravingsdiepte ten behoeve van de poeren bedraagt 3,0 m-mv. Verder zijn twee portalen te onderscheiden, namelijk twee dubbelportalen en één enkelportaal. De dubbelportalen (2 kabels) hebben een afmeting van 38 x 4 m en de enkelportaal (1 kabel) heeft een afmeting van 28 x 4 m. Voor de bemaling van de opstijgpunten is geen bemalingsduur aangegeven, daarom is een aanname gedaan. Voor de uitvoering van de opstijgpunten wordt aangenomen dat de bemalingsduur twee weken per opstijgpunt is.

3.3 Uitgangspunten

Bodemopbouw en grondwaterstand

- De hoogte van het maaiveld is NAP +21,4 m.
- De bodemopbouw is conform bodemschematisatie in tabel 2.1.
- Het plangebied ligt in een gebied met een deklaag van 0,7 m dik (worstcase). Tijdens de werkzaamheden wordt deze geheel afgegraven, waardoor geen sprake meer is van het risico op opbarsten van de sleufbodem.
- Bij de berekening van het waterbezwaar is uitgegaan van de GHS-situatie en GLS-situatie om geen onderschatting van het waterbezwaar en effecten te berekenen. De GHS bevindt zich op circa NAP +21,20 m. De GLS bevindt zich op NAP +20,80 m.

Ontgraving voor aanleg kabels

- De kabels worden op een diepte van 1,8 m-mv aangelegd.
- Onder de kabels wordt circa 0,2 m extra ontgraven. De kabeldikte is circa 0,12 m, waardoor de ontgravingsdiepte circa 2,25 m-mv bedraagt.
- De grondwaterstand wordt verlaagd tot 0,3 m beneden de sleufbodem (ontwateringsdiepte), tot circa 2,55 m-mv.

¹ Materiaal voor hittebescherming van de grond en kabel

- Voor het gedeelte van het tracé van de Broekstraat tot aan de uitsplitsing heeft de sleuf een bodembreedte van circa 17,5 m. Verder heeft Tracé west een bodembreedte van 1,1 m, tracé centraal van circa 7,5 m en tracé oost van circa 7,5 m.
- Er is geen talud voor de graafwerkzaamheden aangegeven. Aangenomen wordt dat een talud wordt gehanteerd van 1:1.
- Voor de bemalingsduur is een periode van acht weken aangenomen.

Ontgraving opstijgpunten

- De ontgravingsdiepte voor de werkzaamheden aan de opstijgpunten bedraagt 3 m-mv.
- De grondwaterstand wordt verlaagd tot 0,3 m beneden de ontgravingsdiepte (ontwateringsdiepte), tot circa 2,3 m-mv.
- De ontgravingsvlakken ten behoeve van de dubbelportalen hebben de afmetingen 38 x 4 m en het enkelportaal heeft een afmeting van 28 x 4 m.
- Er is geen talud voor de graafwerkzaamheden van de bouwput aangegeven. Aangenomen wordt dat een talud gehanteerd wordt van 1:2.
- Voor de bemalingsduur is een periode van twee weken per opstijgpunt aangenomen.

3.4 Opbarstgevaar

Het verticaal evenwicht van de sleuf- en/of putbodem dient altijd gewaarborgd te zijn. Als dit niet het geval is, bestaat kans op opbarsten van de bodem, doordat de waterdruk aan de onderzijde van een waterremmende laag groter is dan het eigen gewicht van de bovengelegen grond. De diverse ontgravingsniveaus dienen te worden getoetst aan de opbarstcriteria volgens NEN 9997-1+C1. De grondparameters zijn afgeleid van tabel 2.b uit de NEN. In bijlage 2 is de berekeningsmethode nader toegelicht.

Bij de berekening van de debieten wordt rekening gehouden met eventueel opbarstgevaar. Indien er opbarstgevaar is, zal in de berekeningen de noodzakelijke verlaging in het watervoerend pakket meegenomen worden (zie bijlage 2). Aangezien de kleilaag tijdens de werkzaamheden wordt weggegraven, wordt het risico van het opbarsten van de bodem van de bouwput weggenomen.

3.5 Berekeningsmethoden

Het onttrekkingsdebiet is uiterekend op basis van analytische formules (Formule van De Glee, Partially penetrating). Bij de berekening van de debieten en het waterbezwaar wordt onder andere rekening gehouden met de dikte van de deklaag (opbarstgevaar [lit 1]), doorlaatvermogen van het watervoerend pakket, aanlegssnelheid en onvolkomenheid van de onttrekkingsfilters. De berekeningsmethode is in bijlage 1 nader toegelicht.

3.6 Verwachte debieten en waterbezwaar

Het berekende waterbezwaar voor de aanleg van de kabels en de fundering van de opstijgpunten is samengevat in tabel 3.1. In de onderstaande tabel is uitgegaan van een bemaling met behulp van verticale filters. Voor een uitgebreid overzicht van het benodigd debiet wordt verwezen naar bijlage 2.

Tabel 3.1: Verwachte debieten en waterbezwaar aanleg kabels en fundering opstijgpunten

Onderdeel	Duur bemaling (dagen) ¹⁾	Minimaal debiet (m³/uur)	Gemiddeld debiet (m³/uur)	Maximaal debiet (m³/uur)	Verwacht waterbezwaar (m³)
Bundel tot aan uitsplitsing	56	440	487	530	715.218
Tracé west	56	470	515	565	756.906
Tracé centraal	56	305	335	365	492.357
Tracé oost	56	395	435	480	641.127
Opstijgpunt west	14	355	380	405	136.454
Opstijgpunt centraal	14	380	405	435	146.111
Opstijgpunt oost	14	380	405	435	146.111
				Totaal	3.034.300

1) De bemalingen ten behoeve van de bundel kabels tot aan de uitsplitsing, tracé west, tracé centraal en tracé oost worden in één bemaling uitgevoerd met een aangenomen totale bemalingsduur van 56 dagen.

De bemalingen voor de kabels worden gelijktijdig en in één sleuf uitgevoerd, waardoor er een samenloop is van bemalingswerkzaamheden. Hierdoor kan het debiet in werkelijkheid lager uitvallen, omdat deze elkaar beïnvloeden. Verder wordt aanbevolen om gebruik te maken van horizontale drains en deze op circa 0,3 m beneden de bouwkuip aan te leggen. Hierdoor wordt voorkomen dat onttrokken wordt uit de dieper gelegen zeer goed doorlatende zand- en grindlagen.

Bij toepassing van verticale bemaling zal het debiet hoog zijn (zie tabel 3.1) omdat de filters in het grindpakket (vanaf 4 m -mv) worden geplaatst. Er is sprake van een groot risico dat de benodigde verlaging niet gehaald wordt. Daarom wordt geadviseerd de bemaling uit te voeren met een horizontale bemaling in de ondiepe ondergrond (Formatie van Bostel). In de tabel 3.2 worden de resultaten van de berekening weergegeven indien gebruik wordt gemaakt van horizontale drains. Voor een uitgebreid overzicht van het benodigd debiet wordt verwezen naar bijlage 3.

Tabel 3.2: Verwachte debieten en waterbezwaar aanleg kabels en fundering opstijgpunten

Onderdeel	Duur bemaling (dagen) ¹⁾	Minimaal debiet (m³/uur)	Gemiddeld debiet (m³/uur)	Maximaal debiet (m³/uur)	Verwacht waterbezwaar (m³)
Bundel tot aan uitsplitsing	56	20	22	24	31.897
Tracé west	56	21	24	26	34.667
Tracé centraal	56	11	12	14	18.242
Tracé oost	56	17	18	20	27.117
Opstijgpunt west	14	12	13	14	4.643
Opstijgpunt centraal	14	13	14	15	5.138
Opstijgpunt oost	14	13	14	15	5.138
				Totaal	126.900

1) De bemalingen ten behoeve van de bundel kabels tot aan de uitsplitsing, tracé west, tracé centraal en tracé oost worden in één bemaling uitgevoerd met een aangenomen totale bemalingsduur van 56 dagen.

De werkelijk benodigde onttrekkingsdebieten zullen veelal afwijken van de berekende waarden. Het benodigde bemalingsdebiet is immers afhankelijk van variabelen zoals werkelijke stijghoogte, de eigenschappen van de lokale ondergrond, geografie, lengte onttrekkingsfilter, enzovoort.

In de bemalingsberekeningen is zoveel mogelijk uitgegaan van conservatieve waarden. (In de berekeningen is bijvoorbeeld uitgegaan van een relatieve hoge stijghoogte). Veelal kunnen de berekende waarden dan ook als bovengrens worden beschouwd.

Het waterbezwaar is bepaald op basis van de huidig beschikbare gegevens. Als een nauwkeuriger beeld van het waterbezwaar gewenst is, kan aanvullend veldwerk uitgevoerd worden in de vorm van aanvullende boringen en peilbuizen, een doorlatendheidsmeting, een pompproef of een proefbronnering. Deze dienen voor aanvang van de werkzaamheden uitgevoerd te zijn zodat de bodemparameters beter ingeschat kunnen worden.

3.7 Verlageningen

In tabel 3.3 zijn de maximale verlagingen in het watervoerend pakket weergegeven voor de bemaling met horizontale drains bij een GHG-situatie.

Tabel 3.3 Stationaire verlaging in watervoerend pakket bij maximaal debiet

Onderdeel	Verlaging (m)	Debiet (m³/uur)	Invloed-straal (m)	Verlaging (m) in het eerste watervoerend pakket op afstand (m)						
				25	50	100	250	500	750	1.250
Bundel kabels tot aan uitsplitsing	2,35	20 à 24	262	1,35	0,94	0,47	0,07	<0,05	<0,05	<0,05
Tracé west	2,35	21 à 26	278	1,56	1,08	0,54	0,08	<0,05	<0,05	<0,05
Tracé centraal	2,35	11 à 14	231	1,26	0,82	0,39	0,06	<0,05	<0,05	<0,05
Tracé oost	2,35	17 à 20	259	1,41	0,96	0,47	0,07	<0,05	<0,05	<0,05
Opstijgpunt west	3,10	12 à 14	233	1,54	0,97	0,45	0,06	<0,05	<0,05	<0,05
Opstijgpunt centraal	3,10	13 à 15	243	1,61	1,03	0,48	0,07	<0,05	<0,05	<0,05
Opstijgpunt oost	3,10	13 à 15	243	1,61	1,03	0,48	0,07	<0,05	<0,05	<0,05

Als gevolg van de verlaging van de stijghoogte zal het freatisch grondwater in de deklaag uitzakken. In tabel 3.4 zijn de niet-stationaire freatische grondwaterstandverlagingen weergegeven.

Tabel 3.4 Niet-stationaire verlaging in freatisch pakket bij maximaal debiet

Onderdeel	Verlaging (m)	Debiet (m³/uur)	Invloed-straal (m)	Verlaging (m) in het freatisch pakket op afstand (m)						
				25	50	100	250	500	1.000	1.250
Bundel kabels tot aan uitsplitsing	2,35	20 à 24	131	0,30	0,21	0,10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tracé west	2,35	21 à 26	145	0,35	0,24	0,12	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tracé centraal	2,35	11 à 14	106	0,28	0,18	0,09	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Tracé oost	2,35	17 à 20	129	0,31	0,21	0,10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Opstijgpunt west	3,10	12 à 14	109	0,34	0,22	0,10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Opstijgpunt centraal	3,10	13 à 15	118	0,36	0,23	0,11	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Opstijgpunt oost	3,10	13 à 15	118	0,36	0,23	0,11	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05

3.8 Bemalings- en lozingswijze

Voorgesteld wordt om de bemaling uit te voeren met horizontale drainage, dit omdat mogelijk grindlagen kunnen voorkomen met een zeer hoge doorlatendheid. Door de uitvoering met horizontale drains wordt de diepte van de bemaling beperkt in tegenstelling tot verticale filters. Hierdoor wordt de kans op grind in het bemalingspakket verkleind. Voorgesteld wordt om drains aan te brengen op een diepte van 0,3 m minus de onderzijde van de bouwkuip, met een diameter van 250 mm. Voor de bemaling aan de opstijgpunten worden 1 (of 2) drains voldoende verwacht. Voor de bemaling van de aanleg van de kabels van de Broekstraat tot aan de uitsplitsing worden 2 drains voldoende geacht en voor de overige tracé kan waarschijnlijk volstaan worden met 1 drain.

De wijze van bemaling, de definitieve locaties van de pompen, diameter, filterdiepte, etc., dient door de aannemer als zijnde uitvoeringsdeskundige, nader te worden bepaald en de worden vastgelegd in een bemalingsplan (zie ook paragraaf 5.1).

Het onttrokken grondwater kan op het oppervlaktewater (Vlootbeek en/of Krombeek) geloosd worden. Naast of in de directe nabijheid van een groot deel van het tracé zijn er watergangen gelegen. Hierbij dient er rekening gehouden te worden met het maximaal mogelijk/toegestaan debiet per watergang (zie ook vergunningsaspecten). Aanbevolen wordt om ruim vóór de werkzaamheden contact op te nemen met het waterschap om af te stemmen of lozing op de Vlootbeek is toegestaan en hiervoor voldoende capaciteit heeft.

3.9 Vergunningswijze

Sinds 22 december 2009 is de Waterwet van kracht. Sinds het in werking treden van deze wet is het waterschap het bevoegd gezag voor de bronneringen, zowel voor de onttrekking als lozing binnen haar beheersgebied.

Voor deze bemalingswerkzaamheden is Waterschap Limburg het bevoegd gezag. In het beleid van Waterschap Limburg is opgenomen dat grondwateronttrekkingen vergunningsplichtig zijn indien:

- er meer dan 100 m³/uur wordt onttrokken;
- de hoeveelheid grondwater meer bedraagt dan 50.000 m³ per maand;
- de onttrekking langer duurt dan zes maanden.

Het onttrokken grondwater kan geloosd worden op de nieuwe watergang. Indien voor de bemaling gebruik wordt van verticale filters wordt een lozingsdebiet verwacht die meer dan 100 m³/uur bedraagt. Het kwantitatieve deel van de lozing is vergunningsplichtig op grond van de Keur van het waterschap als gebruik wordt gemaakt van verticale bemaling.

Het advies is om gebruik te maken van horizontale drains waarbij een lozingsdebiet verwacht wordt dat lager is dan 100 m³/uur. Vanwege de bemalingsduur van 8 weken (2 maanden) wordt een waterbezwaar verwacht van boven de 50.000 m³ per maand. Hierdoor is het kwantitatieve deel van de lozing vergunningsplichtig op grond van de Keur van het waterschap.

Het kwalitatieve gedeelte valt sinds 1 juli 2011 onder het Besluit lozen buiten inrichtingen. Het kwalitatieve deel van de lozing is daarmee vergunningsplichtig op grond van de Keur van het waterschap. In het Besluit lozen buiten inrichtingen staan de volgende grenswaarden, waaraan getoetst moet worden bij lozing van schoon grondwater:

- het gehalte onopgeloste stoffen in enig steekmonster bedraagt ten hoogste 50 mg per liter (conform NEN-EN 872);
- als gevolg van het lozen treedt geen visuele verontreiniging op.

4 Effecten

4.1 Algemeen

Afhankelijk van waar een verlaging optreedt, kunnen (negatieve) effecten optreden voor omgevingsfactoren. Zo kan verlaging van de grondwaterstand in de deklaag effect hebben op zettingen, landbouw, natuurwaarden en archeologische velden. Verlaging van de stijghoogte kan ook effecten hebben op (drink)waterwinningen van derden en verontreinigingen in het watervoerend pakket.

In dit hoofdstuk zijn de mogelijk (nadelige) effecten als gevolg van de bemalingswerkzaamheden voor de aanleg van de kabels en de opstijpunten beschreven. In tabel 4.1 zijn de omgevingsfactoren samengevat.

Omgevingsfactor (betrekking op vergunningvoorschrift)	Gevoelig voor verlaging in	Object binnen invloedsgebied	Opmerking
Zettingsgevoelige objecten	Deklaag	Ja	Geen invloed verwacht, omdat deze in droge perioden al voorgezet is.
Natuurgebieden	Deklaag	Nee	-
Archeologie	Watervoerend pakket	Archeologisch monumenten met nummers 47117 en 340847, Terreinen van zeer hoge archeologische waarde (beschermd) met nummers 963 en 766, Terreinen van hoge archeologische waarde met nummers 16597, 15570	Gezien de beperkte bemalingsduur, de beperkte ontwatering en het beperkte gebied waarbij verlaagd wordt tot onder de GLG worden geen negatieve effecten voor archeologie verwacht.
Verontreinigingen (Provincie Limburg is bevoegd gezag)	Watervoerend pakket	Nee	-

Uit tabel 4.1 blijkt dat er bij de uitvoering van de werkzaamheden mogelijk omgevingsfactoren beïnvloed worden. Onderstaand is tabel 4.1 per omgevingsfactor nader toegelicht.

4.2 Zettingen

Door de verandering in korrelspanning, ten gevolge van de grondwaterstandverlaging tot beneden de laagst gemeten waarde ooit, kunnen zettingen optreden tijdens een bronbemaling. Omdat de laagst gemeten waarde ooit moeilijk te achterhalen is en er daarbij geen rekening is gehouden met de factor tijd, wordt uitgegaan van de GLG-waarde. Hierbij kan met enige zekerheid van uitgegaan worden dat eventuele zettingen al volledig zijn opgetreden, aangezien lagere waarden al vaker (en dus van langere duur) zijn voorgekomen.

De kans op het optreden van schade ten gevolge van de zettingen is afhankelijk van de bodemopbouw (mate van voorkomen van zettingsgevoelige lagen), de grondwaterstandsverlaging, de duur van de bemaling, de afstand tot zettingsgevoelige objecten en de staat van de zettingsgevoelige objecten.

Aangezien de GLG lager is dan de onderzijde van de deklaag valt deze deklaag regelmatig droog. Hierdoor worden zettingen als gevolg van de ontwatering niet verwacht omdat deze dan al zijn voorgezet. Verder zijn geen zettingsgevoelige lagen aanwezig in het ontwateringstraject. Om die redenen wordt geen zettingsschade verwacht. Aanvullende maatregelen/monitoring is niet noodzakelijk.

4.3 Natuur

Tijdelijke grondwaterstandsverlagingen in de deklaag kunnen leiden tot negatieve beïnvloeding van natuur. In het invloedsgebied zijn geen gebieden aanwezig die behoren tot een Natuurnetwerk Nederland of Natura 2000-gebieden (bron: <http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/googlemapszoek.aspx>).

Er zijn geen aanvullende maatregelen ten aanzien van natuur noodzakelijk.

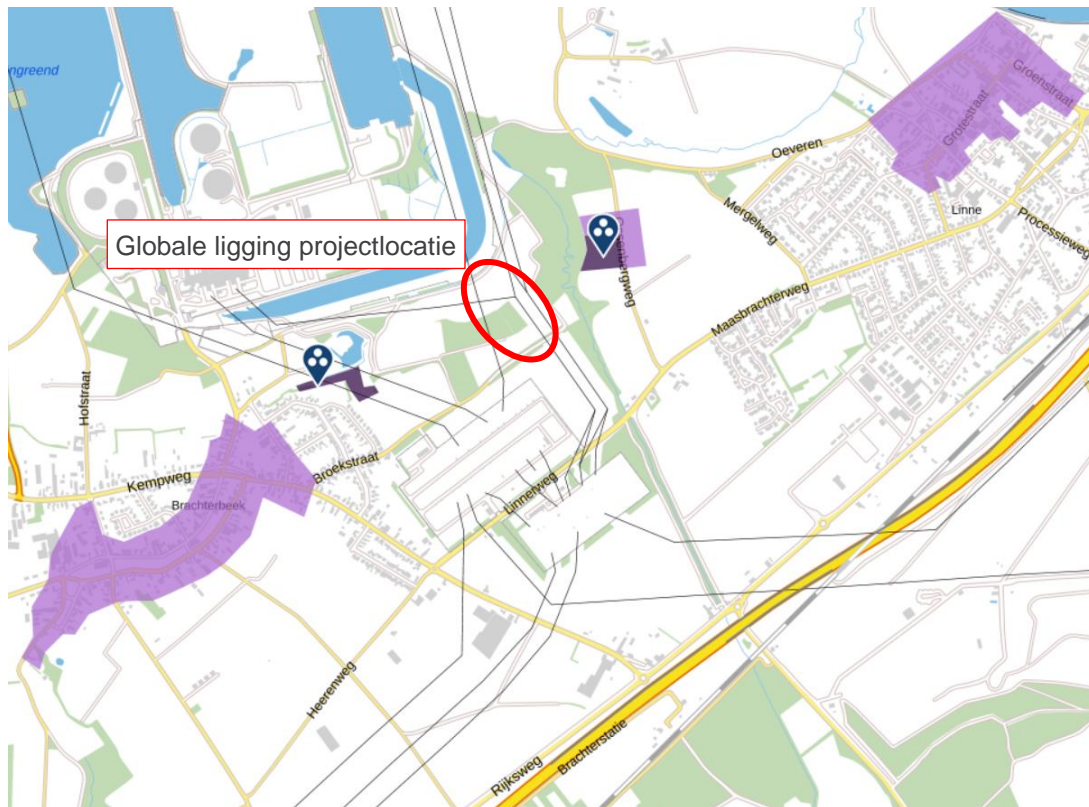
4.4 Landbouwgebieden

Als gevolg van de verlaging van de grondwaterstand in de deklaag kan schade aan gewassen ontstaan, dit is afhankelijk van de vochtbehoefte van het betreffende gewas. De vochtbehoefte van gewassen is het grootste aan het begin van het groeiseizoen. Aan het eind (rijping) wordt de behoefte geringer. In de winter is het waterverbruik nihil. Als de data van de bemalingswerkzaamheden bekend zijn, kan nauwkeuriger geschat worden wat de negatieve effecten zijn. Met behulp van de Helptabellen 200x (Alterra/STOWA, 2005) kan de verdrogingschade per gewas- en bodemtype berekend worden. Gelet op de beperkte verlaging ter plaatse van de landbouwgebieden worden geen nadelige effecten verwacht aan de agrarische gebieden. Aanvullende maatregelen/monitoring is niet noodzakelijk.

4.5 Archeologie

Tijdelijke grondwaterstandsverlagingen in de deklaag en/of watervoerend pakket kunnen archeologische objecten negatief beïnvloeden. Binnen het invloedsgebied van de bemalingen bevinden zich diverse objecten met een archeologische waarde (<http://archeologieinnederland.nl/bronnen-en-kaarten/amk-en-ikaw>). De trefkans wordt op basis van de indicatieve kaart Archeologische waarden als hoog beschouwd. Het gebied op circa 160 m ten oosten van de geplande werkzaamheden is een gebied met zeer hoge archeologische waarde. Indien de werkzaamheden tijdens een situatie met een gemiddelde tot hoge stijghoogte uitgevoerd worden, heeft dit geen effect op het gebied met zeer hoge archeologische waarde. Indien de werkzaamheden uitgevoerd worden bij een GLS-situatie kan de bemaling wel effect hebben op het gebied met zeer hoge archeologische waarde. Dit omdat de stijghoogte in die situatie verlaagd wordt tot onder de GLS. Gezien de beperkte ontwatering en het beperkte gebied waarbij tot beneden de GLG wordt verlaagd, worden

geen negatieve effecten voor de archeologie verwacht. Daarnaast is de Vlootbeek tussen de uit te voeren bemalingen en het archeologisch gebied. Deze beek zal mitigerend werken op de grondwaterstandsverlaging ter plaatse van het archeologisch gebied. Aanvullende maatregelen/monitoring ten aanzien van archeologie is niet noodzakelijk.



Figuur 4.1 Archeologische verwachtingskaart (<http://archeologieinnederland.nl/bronnen-en-kaarten/amk-en-ikaw>)

4.6 Verontreinigingen

Ernstige gevallen van bodemverontreinigingen mogen niet verminderd, verplaatst of verspreid worden tenzij een (deel)saneringsplan wordt opgesteld.

Zover bekend, zijn er geen mobiele verontreinigingen in het grondwater aanwezig binnen het invloedsgebied (<https://portal.prvlimburg.nl/viewer/app/default>).

Aanvullende maatregelen/monitoring ten aanzien van verontreinigingen worden daarom niet noodzakelijk geacht.

5 Monitoring

5.1 Algemeen

Onder verantwoordelijkheid van de aannemer dient de definitieve uitvoeringswijze van de bouwput, inclusief alle hulpconstructies, zoals eventuele damwanden en technische beschrijving van de bemaling, nader te worden uitgewerkt in een **werkplan**. Het definitieve gedetailleerde werkplan van de aannemer moet inzicht geven in de uiteindelijke uitvoeringswijze en fasering van de werkzaamheden in verband met opslag van materiaal, materieelopstellingen en dergelijke.

Op basis van dit werkplan dienen onder verantwoordelijkheid van de aannemer de definitieve berekeningen van alle hulpconstructies, zoals eventuele damwandschermen, te worden gemaakt. Ook de gekozen wijze van bemaling en het monitoringsplan dienen in het werkplan nader te worden uitgewerkt. Hierbij moeten tenminste de volgende aspecten worden aangegeven:

- gekozen wijze van bemaling, uiteindelijke situering van de filters/drains en pompen;
- omgeving/kritische belendingen of infrastructuur;
- monitoring.

De aannemer dient bij de bemaling aan de volgende resultaatsverplichting te voldoen:

- de grondwaterstand in de deklaag dient tot minimaal 0,3 m –putbodem verlaagd te worden en maximaal 0,5 m;
- de stijghoogte in de deklaag mag niet meer verlaagd worden dan noodzakelijk om opbarsten van de sleufbodem te voorkomen.

Onderstaand is ingegaan op de benodigde monitoring. De aannemer als uitvoeringsdeskundige is verantwoordelijk voor de monitoring en eventuele aanvulling op onderstaande monitoringswerkzaamheden.

5.2 Monitoring

Debietmeterstanden

Op grond van artikel 6.11, tweede lid, van het Waterbesluit moet degene die grondwater onttrekt per kwartaal meten hoeveel grondwater is onttrokken. Deze meting moet geschieden met een nauwkeurigheid van 95%. De resultaten van deze meting moeten uiterlijk op 31 januari van ieder jaar of, indien de onttrekking is beëindigd, binnen een maand na het tijdstip van beëindiging, aan het bestuur worden opgegeven.

Grondwaterstanden

De grondwaterstand moet minimaal 0,3 m beneden de sleufbodem worden verlaagd en maximaal 0,5 m beneden de sleufbodem. Nadat de gewenste verlaging is bereikt, wordt het bemalingsdebiet zodanig teruggebracht dat de verlaging niet verder toeneemt. Om de grondwaterstandverlaging te kunnen monitoren dient in of nabij de sleuf een peilbuis geplaatst te worden. Hiervoor wordt om de 20 m een peilbuis geplaatst langs de sleuf.

De aannemer draagt zorg voor de opname en registratie van de grondwaterstanden ten opzichte van NAP in het meetnet.

Lozingswater

Direct na aanvang van de bemaling dient het vrijkomende water bemonsterd te worden (dag 1). Vervolgens dient het lozingswater op dag 3, 7 en 14 en vervolgens maandelijks bemonsterd te worden. De analyseresultaten dienen te worden getoetst aan de gestelde vergunningseisen. Het te lozen grondwater dient te voldoen aan onderstaande lozingseisen.

Tabel 5.1 Overzicht lozingseisen

Parameter	Bepaling volgens	Eenheid	Lozingseis
pH	NEN 6632	-	>6,5 en <9,0
Zuurstof	NEN 6632	mg/l	>5
IJzer	NEN 6460	mg/l	visuele verontreiniging
Opgeloste bestanddelen	NEN 6621	mg/l	<50

Het lozingswater hoeft hierop niet bemonsterd te worden mits:

- er geen visuele verontreiniging van het ontvangend water optreedt;
- het water uitstroomt door middel van een omhoog gerichte kniebocht (beluchting).

5.3 Samenvatting monitoringsplan

In tabel 5.2 is het monitoringsplan samengevat. Als gevolg van eventuele eisen van het bevoegde gezag (Waterschap Limburg) kan de noodzakelijke monitoring afwijken van het hieronder beschreven monitoringswerkzaamheden.

Tabel 5.2: Samenvatting monitoringswerkzaamheden

Onderdeel	Werkzaamheden	Actiewaarde	Actie
Onttrekking	<ul style="list-style-type: none"> • dagelijks (werkdagen) opnemen en registreren van debietmeterstand • dagelijks (werkdagen) opnemen en registreren grondwaterstanden. 	<ul style="list-style-type: none"> • - • grondwaterstand minder dan 0,3 m – putbodem. • grondwaterstand meer dan 0,5 m beneden putbodem. 	<ul style="list-style-type: none"> • - • onttrekkingsdebiet verhogen. • onttrekkingsdebiet verlagen.
Lozing	<ul style="list-style-type: none"> • bemonstering lozingswater (dag 1, 3, 7 en 14). 	<ul style="list-style-type: none"> • visuele verontreiniging • concentraties boven lozingsnorm 	<ul style="list-style-type: none"> • informeren en overleg bevoegd i.v.m. passende maatregelen (zuivering)
Zetting	<ul style="list-style-type: none"> • - 	<ul style="list-style-type: none"> • - 	<ul style="list-style-type: none"> • -
Verontreiniging	<ul style="list-style-type: none"> • - 	<ul style="list-style-type: none"> • - 	<ul style="list-style-type: none"> • -
Natuur	<ul style="list-style-type: none"> • - 	<ul style="list-style-type: none"> • - 	<ul style="list-style-type: none"> • -
Landbouwgebieden	<ul style="list-style-type: none"> • - 	<ul style="list-style-type: none"> • - 	<ul style="list-style-type: none"> • -
Archeologie	<ul style="list-style-type: none"> • - 	<ul style="list-style-type: none"> • - 	<ul style="list-style-type: none"> • -

6 Conclusies

Op basis van het uitgevoerde geohydrologische onderzoek en het bemalingsadvies is de conclusie van het onderzoek in tabel 6.1 weergegeven.

Tabel 6.1: Conclusie en samenvatting geohydrologisch onderzoek en bemalingsadvies

Onderdeel (BO)	Bemaling nodig (ja/nee)	Aanbevolen bemalingswijze	Maximaal debiet (m ³ /uur) ¹⁾	Waterbezwaar (m ³) ¹⁾	Vergunning / Melding	Effecten ¹⁾
BO1	Ja	Horizontale drains	Kabels 26 Opstijgpunten 15	126.900	Vergunning	Niet verwacht
BO2	Nee	-	-	-	-	-
BO3a	Nee	-	-	-	-	-
BO3b	Nee	-	-	-	-	-
BO4	Nee	-	-	-	-	-

¹⁾ Bij aanbevolen bemalingswijze

Bijlage 1 Berekeningsmethode

Berekeningsmethode debieten en verlagingen

De debieten voor in het watervoerend pakket zijn berekend met:

$$Q = a * 2\pi * kD * dH \left(\frac{R}{\lambda} \right) * \frac{K_0 \left(\frac{R}{\lambda} \right)}{K_1 \left(\frac{R}{\lambda} \right)}$$

Waarin:

Q	onttrekkingsdebiet	[m ³ /dag]
a	correctiefactor onvolkomenheid filter	[-]
kD	horizontaal doorlaatvermogen watervoerend pakket	[m ² /dag]
dH	benodigde stijghoogteverlaging (afhankelijk van opbarstgevaar)	[m]
λ	spreidingslengte	[m]
K_0/K_1	Besselfunctie	[-]
R	equivalente straal	[m]

De debieten uit de deklaag zijn berekend met:

$$Q = 2\pi * kD_{deklaag} * (h - s) * \frac{R}{\lambda_{deklaag}} * \frac{K_0 \left(\frac{R}{\lambda_{deklaag}} \right)}{K_1 \left(\frac{R}{\lambda_{deklaag}} \right)}$$

Waarin:

Q	onttrekkingsdebiet	[m ³ /dag]
H	stijghoogte in watervoerend pakket	[m NAP]
s	ontgravingsdiepte	[m NAP]
$\lambda_{deklaag}$	spreidingslengte deklaag	[m]
K_0/K_1	Besselfuncties	[-]
R	equivalente straal	[-]

Daar waar geen scheidende laag aanwezig is, vormt het eerste watervoerend pakket één dik watervoerend pakket. Op deze plaatsen is het benodigd debiet gecorrigeerd voor onvolkomenheid van onttrekkingsfilters. De reductie als gevolg van onvolkomenheid van de filters is berekend aan de hand van de formule van Forcheimer (Stichting bouwresearch, 2003):

$$\alpha = \sqrt{\frac{T}{H}} * \sqrt{\frac{(2H-T)}{H}}$$

Waarin:

α	correctiefactor onvolkomenheid filter	[-]
H	stijghoogte in watervoerend pakket	[m NAP]
T	hoogte grondwaterspiegel tot onderkant filter	[m]

Berekening opbarstgevaar

het opbarstgevaar is berekend met behulp van onderstaande vergelijkingen volgens Gray worden berekend (NEN 9997-1:2016/C2:2017nl);

$$u_{z;d} \leq \gamma_{2;d} \times d_{2;d} + f \times \gamma_{1;d} \times d_{1;d}$$

met

$$f = \frac{2}{\pi} \times \left(\left(1 + \frac{b}{a} \right) \times \arctan \left(\frac{d_2}{a+b} \right) - \frac{b}{a} \times \arctan \left(\frac{d_2}{b} \right) \right)$$

$u_{z;d}$ is de rekenwaarde van de grondwaterdruk in de te bemaalen watervoerende laag juist onder de afsluitende laag op diepte z beneden de bouwputbodem, in kN/m^2 ;

d is de laagdikte, in m;

$\gamma_{1;d}$ is de rekenwaarde van het volumiek gewicht van de grond van laag d_1 , in kN/m^3 ;

$\gamma_{2;d}$ is de rekenwaarde van het volumiek gewicht van de grond van laag d_2 , in kN/m^3 ;

f factor, waarbij de functie \arctan moet zijn uitgedrukt in radialen

a is de breedte van de helling;

b is de halve breedte van de bodem;

Op basis van de ingevoerde waarden dient de veiligheidsfactor als uitkomst minimaal 1,0 te bedragen om zeker van te zijn dat er geen sprake zal zijn van opbarstgevaar.

Bijlage 2 Resultaten bemalingsberekeningen verticale filters

Uitgangspunten berekening waterbezwaar strekkingen

Bouwput	riolering					dikte deklaag (klei op veen)			volume gewichten			deklaag			watervoerend pakket		
	lengte	MV	ontgravingsdiepte		dikte klei	dikte veen	dikte deklaag	totaal volumegewicht	volumegewicht boven sleuf	volumegewicht onder sleuf	weerstand	dikte WVP	diepte filter	KD	GHG	GLG	
	(m)	(m +NAP)	(m +NAP)	(m -mv)	(m)	(m)	(m)	(kg/dm³)	(kg/dm³)	(kg/dm³)	dag/m	(m)	(m)	(m²/dag)	(m +NAP)	(m +NAP)	
Bundel kabels tot	155	21.40	21.40	19.15	2.25	0.7	0.0	0.7	10.7	10.7	0.0	25	80	5	5400	21.20	20.80
Tracé west	195	21.40	21.40	19.15	2.25	0.7	0.0	0.7	10.7	10.7	0.0	25	80	5	5400	21.20	20.80
Tracé centraal	55	21.40	21.40	19.15	2.25	0.7	0.0	0.7	10.7	10.7	0.0	25	80	5	5400	21.20	20.80
Tracé oost	125	21.40	21.40	19.15	2.25	0.7	0.0	0.7	10.7	10.7	0.0	25	80	5	5400	21.20	20.80
Opstijgpunt west	28	21.40	21.40	18.40	3.00	0.7	0.0	0.7	10.7	10.7	0.0	25	80	5	5400	21.20	20.80
Opstijgpunt centr	38	21.40	21.40	18.40	3.00	0.7	0.0	0.7	10.7	10.7	0.0	25	80	5	5400	21.20	20.80
Opstijgpunt oost	38	21.40	21.40	18.40	3.00	0.7	0.0	0.7	10.7	10.7	0.0	25	80	5	5400	21.20	20.80

Tabel A: berekening waterbezwaar sleuf

[illegible]

Tabel B: verlagingen watervoerend pakket

	Equivalente- straal* (m)	invoedsstraal in m	watervoerend pakket op afstand* (m)							
			25	50	100	250	500	750	1250	
			*uit rand sleuf							
Bundel kabels tot aan uitsplij	56.3	0.04	927	1.81	1.54	1.16	0.58	0.22	0.09	<0,05
Tracé west	63.9	0.04	957	1.94	1.65	1.25	0.62	0.23	0.10	<0,05
Tracé centraal	21.3	0.04	819	1.67	1.36	0.98	0.46	0.17	0.07	<0,05
Tracé oost	43.6	0.04	904	1.83	1.53	1.14	0.56	0.21	0.09	<0,05
Opstijgpunt west	12.1	0.04	838	2.06	1.63	1.15	0.54	0.20	0.08	<0,05
Opstijgpunt centraal	15.3	0.04	867	2.14	1.71	1.21	0.57	0.21	0.09	<0,05
Opstijgpunt oost	15.3	0.04	867	2.14	1.71	1.21	0.57	0.21	0.09	<0,05

Tabel D: gegevens opbarstgevaar

					drukken				Veiligheid	
Helling 1:x	Breedte talud (a)	b=0,5 B b	Dikte onder sleuf bodem (d2)	factor f	neerwaarts bovensleuf (kN/m ²)	neerwaarts ondersleuf (kN/m ²)	neerwaarts totaal (kN/m ²)	opwaarts- totaal (kN/m ²)	opbarst gevaar	stijghoogte verlaging (m)
(m)	(m)	(m)	(m)	(-)						
1.00	2.25	8.75	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	4.90	nvt	2.35
1.00	2.25	0.55	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	4.90	nvt	2.35
1.00	2.25	3.75	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	4.90	nvt	2.35
1.00	2.25	3.75	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	4.90	nvt	2.35
1.00	3.00	2.00	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	4.90	nvt	3.10
1.00	3.00	2.00	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	4.90	nvt	3.10
1.00	3.00	2.00	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	4.90	nvt	3.10

Tabel C: niet stationaire verlagingsen freatisch pakket

	Freatische berging(-)	Bronnerings- duur (d)	invloedstraal (m)	grondwaterstand op x (m) uit sleuf						
				25	50	100	250	500	750	1250
Bundel kabels tot aan uitsploitingspunt	0.15	56.00	463	0.40	0.34	0.26	0.13	<0,05	<0,05	<0,05
Tracé west	0.15	56.00	490	0.43	0.37	0.28	0.14	0.05	<0,05	<0,05
Tracé centraal	0.15	56.00	373	0.37	0.30	0.22	0.10	<0,05	<0,05	<0,05
Tracé oost	0.15	56.00	444	0.41	0.34	0.25	0.12	<0,05	<0,05	<0,05
Opstijgpunt west	0.15	14.00	389	0.46	0.36	0.26	0.12	<0,05	<0,05	<0,05
Opstijgpunt centraal	0.15	14.00	413	0.47	0.38	0.27	0.13	<0,05	<0,05	<0,05
Opstijgpunt oost	0.15	14.00	413	0.47	0.38	0.27	0.13	<0,05	<0,05	<0,05

Tabel E: invloedsstraal (stationair)

freatische verlaging (m)	invloeds- straal(m)
0.05	
0.05	463
0.05	490
0.05	373
0.05	444
0.05	389
0.05	413
0.05	413

Tabel F: Equivalente straal

Spreidings- lengte deklaag (m)	Spreidings- lengte EWVP (m)	Equiva- lente straat* (m)
0.76	348.57	56.34
0.76	348.57	63.85
0.76	348.57	21.33
0.76	348.57	43.61
0.76	348.57	12.10
0.76	348.57	15.28
0.76	348.57	15.28

Tabel A: berekening waterbezwaar sleuf

Kabels en opstijgpunten		Lengte (m)	Maaiveld	Onder-zijde deklaag	Drainage-weerstand	kD deklaag	Weerstand deklaag	kD EWVP	Stijghoogte EWVP	Aanleg-diepte	Productie per dag	Bron-nerings-lengte L (m)	Breedte bodem sleuf B (m)	Totale duur bron-nering* (d)	ontwaterings-diepte bok-0.3 (m+NAP)	Stijg-hoogte verlaging (m)	Onttrekkings-debiet op rand Deklaag (m³/u)	EWVP	Totaal water-bezwaar** (m³)
(m)			(m+NAP)	(m+NAP)	(d)	(m²/d)	(d)	(m²/d)	(m+NAP)	(m+NAP)	(m)	(m)	(m)						
1	Bundel kabels 0	155	21.40	20.70	5	0.2	18	5400	21.00	19.15	155	155	17.5	56.0	18.85	2.15	2.0	485	654,348
2	Tracé west 0	195	21.40	20.70	5	0.2	18	5400	21.00	19.15	195	195	1.1	56.0	18.85	2.15	2.3	513	692,488
2	Tracé centraal 0	55	21.40	20.70	5	0.2	18	5400	21.00	19.15	55	55	7.5	56.0	18.85	2.15	0.8	334	450,454
	Tracé oost 0	125	21.40	20.70	5	0.2	18	5400	21.00	19.15	125	125	7.5	56.0	18.85	2.15	1.6	435	586,563
	Opstijgpunt we 0	28	21.40	20.70	5	0.2	18	5400	21.00	18.40	28	28	4.0	14.0	18.10	2.90	0.6	379	127,650
	Opstijgpunt ce 0	38	21.40	20.70	5	0.2	18	5400	21.00	18.40	38	38	4.0	14.0	18.10	2.90	0.8	406	136,684
	Opstijgpunt oo 0	38	21.40	20.70	5	0.2	18	5400	21.00	18.40	38	38	4.0	14.0	18.10	2.90	0.8	406	136,684
		634	266.0														2,784,900		

Tabel B: verlagingen watervoerend pakket

	Equivalenten- straal* (m)	invloedsstraal in m	watervoerend pakket op afstand* (m)							
			0	50	100	250	500	750	1250	
			*uit rand sleuf							
Bundel kabels 0	56.3	0.05	888	2.00	1.41	1.06	0.53	0.20	0.08	<0,05
Tracé west 0	63.9	0.05	919	2.14	1.51	1.14	0.57	0.21	0.09	<0,05
Tracé centraal 0	21.3	0.05	812	2.03	1.24	0.89	0.42	0.16	0.06	<0,05
Tracé oost 0	43.6	0.05	877	2.07	1.40	1.04	0.51	0.19	0.08	<0,05
Opstijgpunt we 0	12.1	0.05	859	2.77	1.53	1.08	0.50	0.18	0.08	<0,05
Opstijgpunt ce 0	15.3	0.05	877	2.79	1.60	1.13	0.53	0.20	0.08	<0,05
Opstijgpunt oo 0	15.3	0.05	877	2.79	1.60	1.13	0.53	0.20	0.08	<0,05

Tabel C: niet stationaire verlagingen freatisch pakket

	Freatische berging(-)	Bronnerings-duur (d)	invloedstraal (m)	grondwaterstand op x (m) uit sleuf						
				0	50	100	250	500	750	1250
1	Bundel kabels 0	0.15	56.00	460	0.44	0.31	0.24	0.12	<0,05	<0,05
1	Tracé west 0	0.15	56.00	487	0.48	0.34	0.25	0.13	<0,05	<0,05
1	Tracé centraal 0	0.15	56.00	393	0.45	0.28	0.20	0.09	<0,05	<0,05
	Tracé oost 0	0.15	56.00	451	0.46	0.31	0.23	0.11	<0,05	<0,05
	Opstijgpunt we 0	0.15	14.00	438	0.61	0.34	0.24	0.11	<0,05	<0,05
	Opstijgpunt ce 0	0.15	14.00	455	0.62	0.35	0.25	0.12	<0,05	<0,05
	Opstijgpunt oo 0	0.15	14.00	455	0.62	0.35	0.25	0.12	<0,05	<0,05

Tabel D: gegevens opbarstgevaar

					drukken				Veiligheid	
Helling 1:x	Breedte talud (a)	b=0,5 B b of bodem (d2)	Dikte onder (m)	factor f (-)	neerwaarts bovensleuf (kN/m²)	neerwaarts ondersleuf (kN/m²)	neerwaarts totaal (kN/m²)	opwaarts-totaal (kN/m²)	opbarst gevaar	stijghoogte verlaging (m)
1.00	2.25	8.75	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	2.94	nvt	2.15
1.00	2.25	0.55	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	2.94	nvt	2.15
1.00	2.25	3.75	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	2.94	nvt	2.15
1.00	2.25	3.75	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	2.94	nvt	2.15
1.00	3.00	2.00	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	2.94	nvt	2.90
1.00	3.00	2.00	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	2.94	nvt	2.90
1.00	3.00	2.00	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	2.94	nvt	2.90

Tabel E: invloedsstraal (stationair)

freatische verlaging (m)	invloeds-straal(m)
0.05	
0.05 1.48	460
0.05 1.58	487
0.05 1.19	393
0.05 1.42	451
0.05 1.29	438
0.05 1.35	455
0.05 1.35	455

Tabel F: Equivalente straal

Sprei-dings-lengte deklaag (m)	Sprei-dings-lengte EWVP (m)	Equiva-lente straal* (m)
0.76	348.57	56.34
0.76	348.57	63.85
0.76	348.57	21.33
0.76	348.57	43.61
0.76	348.57	12.10
0.76	348.57	15.28
0.76	348.57	15.28

Tabel A: berekening waterbezwaar sleuf

Kabels en opstijgpunten		Lengte (m)	Maaiveld	Onder- zijde deklaag	Drainage- weer- stand	kD deklaag	Weerstand deklaag	kD EWVP	Stijghoogte EWVP	Aanleg- diepte	Productie per dag	Bron- nerings- lengte L	Breedte bodem sleuf B	Totale duur bron- nering*	ontwaterings- diepte bok-0.3	Stijg- hoogte verlaging	Onttrekkings- debiet op rand Deklaag	EWVP	Totaal water- bezwaar**
(m)			(m+NAP)	(m+NAP)	(d)	(m²/d)	(d)	(m²/d)	(m+NAP)	(m+NAP)	(m)	(m)	(m)	(d)	(m+NAP)	(m)	(m³/u)		(m³)
Bundel kabels 0		155	21.40	20.70	5	0.2	18	5400	20.80	19.15	155	155	17.5	56.0	18.85	1.95	1.8	440	593,478
Tracé west 0		195	21.40	20.70	5	0.2	18	5400	20.80	19.15	155	195	1.1	56.0	18.85	1.95	2.1	465	628,071
Tracé centraal 0		55	21.40	20.70	5	0.2	18	5400	20.80	19.15	155	55	7.5	56.0	18.85	1.95	0.7	303	408,552
Tracé oost 0		125	21.40	20.70	5	0.2	18	5400	20.80	19.15	155	125	7.5	56.0	18.85	1.95	1.4	394	531,999
Opstijgpunt wε 0		28	21.40	20.70	5	0.2	18	5400	20.80	18.40	155	28	4.0	14.0	18.10	2.70	0.6	353	118,847
Opstijgpunt ce 0		38	21.40	20.70	5	0.2	18	5400	20.80	18.40	155	38	4.0	14.0	18.10	2.70	0.7	378	127,258
Opstijgpunt oc 0		38	21.40	20.70	5	0.2	18	5400	20.80	18.40	155	38	4.0	14.0	18.10	2.70	0.7	378	127,258
		634	266.0														2,535,500		

Tabel B: verlagingen watervoerend pakket

	Equivalente- straal* (m)	invloedsstraal in m 0.05	watervoerend pakket op afstand* (m)						
			5	50	100	250	500	750	1000
Bundel kabels 0	56.3	0.05	846	1.74	1.28	0.97	0.48	0.18	<0,05
Tracé west 0	63.9	0.05	881	1.87	1.37	1.03	0.52	0.19	<0,05
Tracé centraal 0	21.3	0.05	763	1.72	1.13	0.81	0.38	0.14	<0,05
Tracé oost 0	43.6	0.05	835	1.79	1.27	0.94	0.46	0.17	<0,05
Opstijgpunt wε 0	12.1	0.05	811	2.35	1.42	1.00	0.47	0.17	<0,05
Opstijgpunt ce 0	15.3	0.05	832	2.39	1.49	1.06	0.49	0.18	<0,05
Opstijgpunt oc 0	15.3	0.05	832	2.39	1.49	1.06	0.49	0.18	<0,05

Tabel C: niet stationaire verlagingen freatisch pakket

	Freatische berging(-)	Bronnerings- duur (d)	invloedstraal (m)	grondwaterstand op x (m) uit sleuf						
				5	50	100	250	500	750	1000
Bundel kabels 0	0.15	56.00	425	0.39	0.28	0.21	0.11	<0,05	<0,05	<0,05
Tracé west 0	0.15	56.00	452	0.41	0.30	0.23	0.11	<0,05	<0,05	<0,05
Tracé centraal 0	0.15	56.00	355	0.38	0.25	0.18	0.09	<0,05	<0,05	<0,05
Tracé oost 0	0.15	56.00	413	0.40	0.28	0.21	0.10	<0,05	<0,05	<0,05
Opstijgpunt wε 0	0.15	14.00	396	0.52	0.32	0.22	0.10	<0,05	<0,05	<0,05
Opstijgpunt ce 0	0.15	14.00	413	0.53	0.33	0.23	0.11	<0,05	<0,05	<0,05
Opstijgpunt oc 0	0.15	14.00	413	0.53	0.33	0.23	0.11	<0,05	<0,05	<0,05

Tabel D: gegevens opbarstgevaar

						drukken				Veiligheid	
Helling 1:x (m)	Breedte talud (a) (m)	b=0,5 B b r f bodem (d2) (m)	Dikte onder (d)	factor f (-)		neerwaarts bovensleuf (kN/m²)	neerwaarts ondersleuf (kN/m²)	neerwaarts totaal (kN/m²)	opwaarts- totaal (kN/m²)	opbarst gevaar	stijghoogte verlaging (m)
1.00	2.25	8.75	0.00	0.00		10.7	0.00	0.0	0.98	nvt	1.95
1.00	2.25	0.55	0.00	0.00		10.7	0.00	0.0	0.98	nvt	1.95
1.00	2.25	3.75	0.00	0.00		10.7	0.00	0.0	0.98	nvt	1.95
1.00	2.25	3.75	0.00	0.00		10.7	0.00	0.0	0.98	nvt	1.95
1.00	3.00	2.00	0.00	0.00		10.7	0.00	0.0	0.98	nvt	2.70
1.00	3.00	2.00	0.00	0.00		10.7	0.00	0.0	0.98	nvt	2.70
1.00	3.00	2.00	0.00	0.00		10.7	0.00	0.0	0.98	nvt	2.70

Tabel E: invloedsstraal (stationair)

freatische verlaging (m)	invloeds- straal(m)
0.05	
0.05 #	425
0.05 #	452
0.05 #	355
0.05 #	413
0.05 #	396
0.05 #	413
0.05 #	413

Tabel F: Equivalente straal

Sprei- dings- lengte deklaag (m)	Sprei- dings- lengte EWVP (m)	Equiva- lente straal* (m)
0.76	348.57	56.34
0.76	348.57	63.85
0.76	348.57	21.33
0.76	348.57	43.61
0.76	348.57	12.10
0.76	348.57	15.28
0.76	348.57	15.28

Bijlage 3 Resultaten bemalingsberekeningen horizontale drains

Uitgangspunten berekening waterbezwaar strekkingen

[illegible]

Debiet met verlaging spanningsbemaling inclusief freatisch grondwater bij GHG

nvt

nvt

634

Tabel D: gegevens opbarstgevaar

					drukken				Veiligheid	
Helling 1:x	Breedte talud (a)	b=0,5 B b	Dikte onder sleuf bodem (d2)	factor f	neerwaarts bovensleuf (kN/m ²)	neerwaarts ondersleuf (kN/m ²)	neerwaarts totaal (kN/m ²)	opwaarts- totaal (kN/m ²)	opbarst gevaar	stijghoogte verlaging (m)
(m)	(m)	(m)	(m)	(-)						
1.00	2.25	8.75	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	4.90	nvt	2.35
1.00	2.25	0.55	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	4.90	nvt	2.35
1.00	2.25	3.75	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	4.90	nvt	2.35
1.00	2.25	3.75	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	4.90	nvt	2.35
1.00	3.00	2.00	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	4.90	nvt	3.10
1.00	3.00	2.00	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	4.90	nvt	3.10
1.00	3.00	2.00	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	4.90	nvt	3.10

Tabel E: invloedsstraal (stationair)

freatische verlaging (m)	invloeds- straal(m)
0.05	
0.05	131
0.05	145
0.05	106
0.05	129
0.05	109
0.05	118
0.05	118

Sprei- dings- lengte deklaag (m)	Sprei- dings- lengte EWVP (m)	Equiva- lente straat* (m)
0.76	94.87	56.34
0.76	94.87	63.85
0.76	94.87	21.33
0.76	94.87	43.61
0.76	94.87	12.10
0.76	94.87	15.28
0.76	94.87	15.28

Tabel A: berekening waterbezwaar sleuf

Kabels en opstijgpunten		Lengte (m)	Maaiveld	Onder- zijde deklaag	Drainage- weer- stand	kD deklaag	Weerstand deklaag	kD EWVP	Stijghoogte EWVP	Aanleg- diepte	Productie per dag	Bron- nerings- lengte L	Breedte bodem sleuf B	Totale duur bron- nering*	ontwaterings- diepte bok-0.3	Stijg- hoogte verlaging	Onttrekkings- debiet op rand Deklaag	EWVP	Totaal water- bezwaar**
(m)			(m+NAP)	(m+NAP)	(d)	(m²/d)	(d)	(m²/d)	(m+NAP)	(m+NAP)	(m)	(m)	(m)	(d)	(m+NAP)	(m)	(m³/u)		(m³)
1	Bundel kabels tot aan i 0	155	21.40	20.70	5	0.2	18	400	21.00	19.15	155	155	17.5	56.0	18.85	2.15	0.6	21	29,182
2	Tracé west 0	195	21.40	20.70	5	0.2	18	400	21.00	19.15	195	195	1.1	56.0	18.85	2.15	0.7	23	31,717
2	Tracé centraal 0	55	21.40	20.70	5	0.2	18	400	21.00	19.15	55	55	7.5	56.0	18.85	2.15	0.2	12	16,689
	Tracé oost 0	125	21.40	20.70	5	0.2	18	400	21.00	19.15	125	125	7.5	56.0	18.85	2.15	0.5	18	24,809
	Opstijgpunt west 0	28	21.40	20.70	5	0.2	18	400	21.00	18.40	28	28	4.0	14.0	18.10	2.90	0.2	13	4,343
	Opstijgpunt centraal 0	38	21.40	20.70	5	0.2	18	400	21.00	18.40	38	38	4.0	14.0	18.10	2.90	0.2	14	4,806
	Opstijgpunt oost 0	38	21.40	20.70	5	0.2	18	400	21.00	18.40	38	38	4.0	14.0	18.10	2.90	0.2	14	4,806
634														266.0					116,400

Tabel B: verlagingen watervoerend pakket

	Equivalenten- straal* (m)	invloedsstraal		watervoerend pakket op afstand* (m)						
		in m		0	50	100	250	500	750	1250
		0.05		*uit rand sleuf						
1	Bundel kabels tot aan i 0	56.3	0.05	269	1.85	0.86	0.43	0.07	<0,05	<0,05
2	Tracé west 0	63.9	0.05	284	2.13	0.99	0.49	0.08	<0,05	<0,05
2	Tracé centraal 0	21.3	0.05	248	1.95	0.75	0.36	0.05	<0,05	<0,05
	Tracé oost 0	43.6	0.05	269	2.00	0.88	0.43	0.06	<0,05	<0,05
	Opstijgpunt west 0	12.1	0.05	260	2.69	0.91	0.42	0.06	<0,05	<0,05
	Opstijgpunt centraal 0	15.3	0.05	266	2.72	0.96	0.45	0.06	<0,05	<0,05
	Opstijgpunt oost 0	15.3	0.05	266	2.72	0.96	0.45	0.06	<0,05	<0,05

Tabel C: niet stationaire verlagingen freatisch pakket

	Freatische berging(-)	Bronnerings- duur (d)	invloedstraal (m)	grondwaterstand op x (m) uit sleuf						
				0	50	100	250	500	750	1250
1	Bundel kabels tot aan i 0	0.15	56.00	148	0.41	0.19	0.10	<0,05	<0,05	<0,05
1	Tracé west 0	0.15	56.00	161	0.47	0.22	0.11	<0,05	<0,05	<0,05
1	Tracé centraal 0	0.15	56.00	130	0.43	0.17	0.08	<0,05	<0,05	<0,05
	Tracé oost 0	0.15	56.00	148	0.44	0.19	0.10	<0,05	<0,05	<0,05
	Opstijgpunt west 0	0.15	14.00	143	0.60	0.20	0.09	<0,05	<0,05	<0,05
	Opstijgpunt centraal 0	0.15	14.00	148	0.60	0.21	0.10	<0,05	<0,05	<0,05
	Opstijgpunt oost 0	0.15	14.00	148	0.60	0.21	0.10	<0,05	<0,05	<0,05

Tabel D: gegevens opbarstgevaar

					drukken				Veiligheid	
Helling 1:x (m)	Breedte talud (a) (m)	b=0,5 B b of bodem (d2) (m)	Dikte onder b of bodem (d2) (m)	factor f (-)	neerwaarts bovensleuf (kN/m²)	neerwaarts ondersleuf (kN/m²)	neerwaarts totaal (kN/m²)	opwaarts- totaal (kN/m²)	opbarst gevaar	stijghoogte verlaging (m)
1.00	2.25	8.75	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	2.94	nvt	2.15
1.00	2.25	0.55	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	2.94	nvt	2.15
1.00	2.25	3.75	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	2.94	nvt	2.15
1.00	2.25	3.75	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	2.94	nvt	2.15
1.00	3.00	2.00	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	2.94	nvt	2.90
1.00	3.00	2.00	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	2.94	nvt	2.90
1.00	3.00	2.00	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	2.94	nvt	2.90

Tabel F: Equivalente straal

Sprei- dings- lengte deklaag (m)	Sprei- dings- lengte EWVP (m)	Equiva- lente straal* (m)
0.76	94.87	56.34
0.76	94.87	63.85
0.76	94.87	21.33
0.76	94.87	43.61
0.76	94.87	12.10
0.76	94.87	15.28
0.76	94.87	15.28

Tabel E: invloedsstraal (stationair)

freatische verlaging (m)	invloeds- straal(m)
0.05	
0.05 2.15	148
0.05 2.37	161
0.05 1.60	130
0.05 2.02	148
0.05 1.63	143
0.05 1.72	148
0.05 1.72	148

Tabel A: berekening waterbezwaar sleuf

Kabels en opstijgpunten		Lengte (m)	Maaiveld	Onder- zijde deklaag	Drainage- weer- stand	kD deklaag	Weerstand deklaag	kD EWVP	Stijghoogte EWVP	Aanleg- diepte	Productie per dag	Bron- nerings- lengte L	Breedte bodem sleuf B	Totale duur bron- nering*	ontwaterings- diepte bok-0.3	Stijg- hoogte verlaging	Onttrekkings- debiet op rand Deklaag	EWVP	Totaal water- bezwaar**
(m)			(m+NAP)	(m+NAP)	(d)	(m²/d)	(d)	(m²/d)	(m+NAP)	(m+NAP)	(m)	(m)	(m)	(d)	(m+NAP)	(m)	(m³/u)		(m³)
Bundel kabels 0		155	21.40	20.70	5	0.2	18	400	20.80	19.15	155	155	17.5	56.0	18.85	1.95	0.5	19	26,468
Tracé west 0		195	21.40	20.70	5	0.2	18	400	20.80	19.15	155	195	1.1	56.0	18.85	1.95	0.6	21	28,766
Tracé centraal 0		55	21.40	20.70	5	0.2	18	400	20.80	19.15	155	55	7.5	56.0	18.85	1.95	0.2	11	15,137
Tracé oost 0		125	21.40	20.70	5	0.2	18	400	20.80	19.15	155	125	7.5	56.0	18.85	1.95	0.4	16	22,501
Opstijgpunt we 0		28	21.40	20.70	5	0.2	18	400	20.80	18.40	155	28	4.0	14.0	18.10	2.70	0.2	12	4,044
Opstijgpunt ce 0		38	21.40	20.70	5	0.2	18	400	20.80	18.40	155	38	4.0	14.0	18.10	2.70	0.2	13	4,475
Opstijgpunt oc 0		38	21.40	20.70	5	0.2	18	400	20.80	18.40	155	38	4.0	14.0	18.10	2.70	0.2	13	4,475
		634												266.0					105,900

Tabel B: verlagingen watervoerend pakket

	Equivalenten- straal* (m)	invloedsstraal in m	watervoerend pakket op afstand* (m)						
			5	50	100	250	500	750	1000
			*uit rand sleuf						
Bundel kabels 0	56.3	0.05	255	1.54	0.78	0.39	0.06	<0,05	<0,05
Tracé west 0	63.9	0.05	269	1.78	0.89	0.45	0.07	<0,05	<0,05
Tracé centraal 0	21.3	0.05	230	1.57	0.68	0.32	<0,05	<0,05	<0,05
Tracé oost 0	43.6	0.05	253	1.65	0.79	0.39	0.06	<0,05	<0,05
Opstijgpunt we 0	12.1	0.05	242	2.15	0.85	0.39	0.06	<0,05	<0,05
Opstijgpunt ce 0	15.3	0.05	249	2.20	0.90	0.42	0.06	<0,05	<0,05
Opstijgpunt oc 0	15.3	0.05	249	2.20	0.90	0.42	0.06	<0,05	<0,05

Tabel C: niet stationaire verlagingen freatisch pakket

	Freatische berging(-)	Bronnerings- duur (d)	invloedstraal (m)	grondwaterstand op x (m) uit sleuf					
				5	50	100	250	500	750
Bundel kabels 0	0.15	56.00	133	0.34	0.17	0.09	<0,05	<0,05	<0,05
Tracé west 0	0.15	56.00	147	0.39	0.20	0.10	<0,05	<0,05	<0,05
Tracé centraal 0	0.15	56.00	114	0.35	0.15	0.07	<0,05	<0,05	<0,05
Tracé oost 0	0.15	56.00	134	0.37	0.18	0.09	<0,05	<0,05	<0,05
Opstijgpunt we 0	0.15	14.00	125	0.48	0.19	0.09	<0,05	<0,05	<0,05
Opstijgpunt ce 0	0.15	14.00	133	0.49	0.20	0.09	<0,05	<0,05	<0,05
Opstijgpunt oc 0	0.15	14.00	133	0.49	0.20	0.09	<0,05	<0,05	<0,05

Tabel D: gegevens opbarstgevaar

					drukken				Veiligheid	
Helling 1:x (m)	Breedte talud (a) (m)	b=0,5 B b of bodem (d2) (m)	Dikte onder b of bodem (d2) (m)	factor f (-)	neerwaarts bovensleuf (kN/m²)	neerwaarts ondersleuf (kN/m²)	neerwaarts totaal (kN/m²)	opwaarts- totaal (kN/m²)	opbarst gevaar	stijghoogte verlaging (m)
1.00	2.25	8.75	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	0.98	nvt	1.95
1.00	2.25	0.55	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	0.98	nvt	1.95
1.00	2.25	3.75	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	0.98	nvt	1.95
1.00	2.25	3.75	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	0.98	nvt	1.95
1.00	3.00	2.00	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	0.98	nvt	2.70
1.00	3.00	2.00	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	0.98	nvt	2.70
1.00	3.00	2.00	0.00	0.00	10.7	0.00	0.0	0.98	nvt	2.70

Tabel F: Equivalente straal

Sprei- dings- lengte deklaag (m)	Sprei- dings- lengte EWVP (m)	Equiva- lente straal* (m)
0.76	94.87	56.34
0.76	94.87	63.85
0.76	94.87	21.33
0.76	94.87	43.61
0.76	94.87	12.10
0.76	94.87	15.28
0.76	94.87	15.28

Tabel E: invloedsstraal (stationair)

freatische verlaging (m)	invloeds- straal(m)
0.05	
0.05 #	133
0.05 #	147
0.05 #	114
0.05 #	134
0.05 #	125
0.05 #	133
0.05 #	133