

RAPPORT

Bemalingsadvies landdeel Aramis


MER Aramis CO2-transportinfrastructuur

Klant: Aramis

Referentie: ARM-PFE-B10-ENV-EIA-2003

Status: Definitief

Datum: 9 februari 2024

	CCS-ARAMIS Project	
	Environment Impact Assessment – Baseline report	
	Document No.	ARM-PFE-B10-ENV-EIA-2003
	Document title	Well pointing/Drainage/Dewatering onshore
	Revision	Final 4.0

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Postbus 80007
5600 JZ Eindhoven
Mobility & Infrastructure
Trade register number: 56515154

+31 88 348 42 50 **T**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Bemalingsadvies landdeel Aramis

Ondertitel: Bemalingsadvies Aramis
Referentie: ARM-PFE-B10-ENV-EIA-2003
Status: Definitief
Datum: 9 februari 2024
Projectnaam: Bemalingsadvies Aramis
Projectnummer: BH8744

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever. Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	Korte introductie van het Aramis initiatief	3
1.2	Korte introductie op het milieuaspect bemalingen	5
1.2.1	Bemalingen ten behoeve van de aanleg van de zeeleiding	5
1.2.2	Relevante fases	6
1.2.3	Relevante milieuaspecten	6
1.2.4	Relevante alternatieven en varianten	6
1.3	Opbouw van het MER en dit detailrapport	6
2	Doelstelling en methodiek	8
2.1	Doelstellingen	8
2.2	Methodiek	8
3	Geohydrologie	9
3.1	Bodemopbouw	9
3.2	Hydraulische karakteristieken	11
3.3	Grondwaterstanden en oppervlaktewater	12
3.4	Grondwaterkwaliteit	13
4	Karakteristieken leiding en toe te passen bemaling	15
4.1	Ontwerp en uitvoering	15
4.2	Opbarstanalyse	21
4.3	Bemalingsontwerp	22
5	Hydrologisch modelonderzoek	23
5.1	Inleiding	23
5.2	Modelgebied en grid	23
5.3	Geohydrologische opbouw	23
5.4	Plan van aanpak en hydrologische randvoorwaarden	24
5.5	Berekende debieten en waterbezwaar	26
5.6	Effecten bemalingsactiviteiten	31
6	Beschouwing grondwaterafhankelijke belangen	32
6.1	Effecten op brak-zout grensvlak	32
6.2	Effecten op WKO systemen en overige onttrekkingen	32
6.3	Effecten op archeologische monumenten en aardkundige waarden	33
6.4	Effecten op bodem- en grondwaterverontreinigingen	33

6.5	Effecten op landbouw	34
6.6	Effecten op natuurwaarden	34
6.7	Effecten op groenvoorzieningen	35
6.8	Effecten op de bestaande infrastructuur	35
7	Vergunningen en meldingen	36
7.1	Monitoring	37
8	Samenvatting	38
9	Literatuur	42

Bijlagen

1. Boringen (Dinoloket, 2023)
2. Sonderingen (Dinoloket, 2023)
3. Boringen en sonderingen (Antea Group, 2021, Koops Grondmechanica, 2019)
4. Hydraulische karakteristieken (REGIS II.2, 2023)
5. Figuren (verlaging grondwaterstand)
6. Onderzoekspunten en ligging verdachte deellocaties (Antea Group, 2022b)
7. Overzicht meld- en vergunningplicht onttrekken grondwater (WSHD)
8. Beschouwing lozingsopties

1 Inleiding

Voor u ligt het detailrapport bemalingsonderzoek, onderdeel van het MER voor het Aramis initiatief.

Dit detailrapport heeft betrekking op het milieuthema water en specifiek effecten van bemalingen. Hierbij zijn de mogelijke effecten ten gevolge van bemalingen op het landdeel beschreven.

Dit detailrapport bevat een gedetailleerde beschrijving en beoordeling van de effecten van alle onderdelen van het Aramis initiatief, en een globale beschrijving en beoordeling van de effecten van onderdelen die niet tot het Aramis initiatief behoren, maar wel tot de CCS-keten.

1.1 Korte introductie van het Aramis initiatief

Integrale Aramis CCS-keten

Om de klimaatdoelstellingen te behalen, is er behoefte aan additionele transportinfrastructuur voor CO₂, waarmee meerdere opslaglocaties op zee worden ontsloten voor verschillende industriële emissiebronnen. Het Aramis initiatief speelt in op die behoefte door een nieuwe integrale en open CCS-keten mogelijk te maken. Het Aramis initiatief vormt een onderdeel van deze CCS-keten en bestaat uit de aanleg en exploitatie van een open CO₂-transportinfrastructuur. Het Aramis initiatief wordt in de rapportage dan ook wel aangeduid als Aramis CO₂-transportinfrastructuur. Samen met de afvanginfrastructuur en opslaginfrastructuur vormt dit de integrale CCS keten met onderstaande samenhangende onderdelen (zie figuur 1-1).

CO₂-afvanginfrastructuur

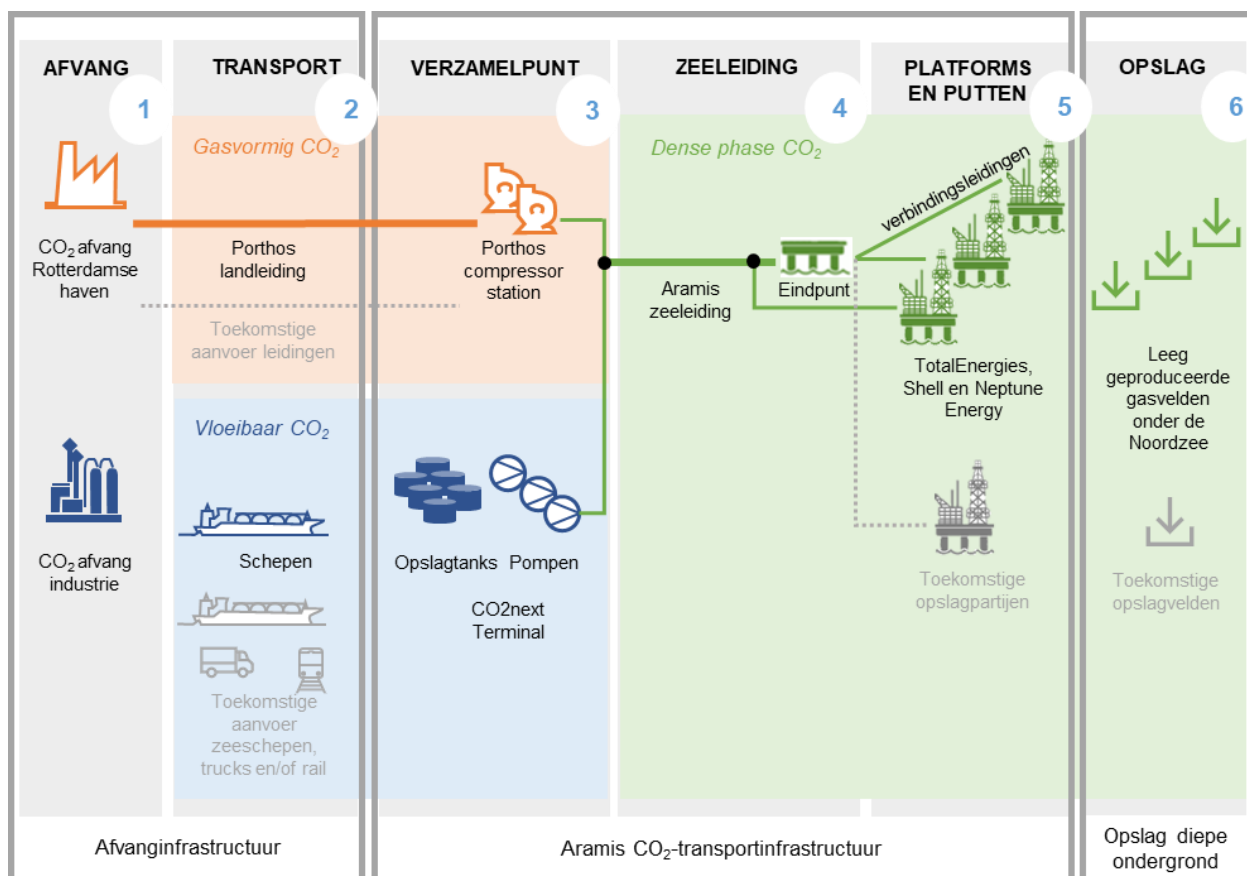
- 1 CO₂-afvang bij industrie, en geschikt maken voor transport;
- 2 CO₂-transport naar het verzamelpunt op de Maasvlakte, middels de Porthos landleiding of per schip;

CO₂-transportinfrastructuur (Aramis initiatief)

- 3 CO₂-verzamel punt op de Maasvlakte met een compressorstation en een terminal.
 - Het compressorstation ontvangt gasvormig CO₂ dat aangevoerd wordt per landleiding (via de Porthos-landleiding) en brengt het op druk voor het transport per zeeleiding;
 - De terminal ontvangt vloeibaar CO₂ aangevoerd per schip. De terminal locatie bevat steigers, opslag tanks voor tijdelijke opslag van CO₂ en hogedrukpompen voor levering aan de zeeleiding. CO₂ uit het compressorstation en vanaf de terminal komen samen in de CO₂-zeeleiding;
- 4 CO₂-transport door de centrale CO₂-zeeleiding naar het distributieplatform op de Noordzee. Dit platform is uitgerust met een verdeelstation voor toevoer van CO₂ naar de verschillende platforms. Er zijn tevens connectiepunten in de zeeleiding waar vandaan CO₂ aan platforms geleverd kan worden;
- 5 CO₂-injectie: via verbindingsleidingen komt de CO₂ vanaf de zeeleiding bij injectieplatform. Middels putten bij deze platforms wordt CO₂ geïnjecteerd in leeg geproduceerde gasvelden in de diepe ondergrond van de Noordzee.

CO₂-opslag diepe ondergrond

- 6 CO₂-opslag: permanente CO₂ opslag in de diepe ondergrond.



Figuur 1-1. Overzicht van de integrale CCS-keten met daarin de componenten die onderdeel zijn van de voorgenomen activiteit, namelijk: transport per schip, terminal CO2next, uitbreiding compressorstation Porthos, zeeleiding met eindpunt en connectiepunten, aansluitleidingen en platforms

Het Aramis initiatief

Het Aramis initiatief heeft als doel het verzamelpunt (onderdeel 3), de zeeleiding (onderdeel 4) en de injectie (onderdeel 5) te realiseren. Hiervoor wordt door het Aramis consortium (bestaande uit Shell, TotalEnergies, Gasunie en EBN) samengewerkt met CO2next (voor de terminal) en Porthos (voor het compressorstation). De opslag vindt plaats vanaf de platforms van Shell, TotalEnergies en Neptune Energy.

De afvang (onderdeel 1) en transport van CO₂ naar het verzamelpunt (onderdeel 2) vallen buiten het Aramis initiatief¹. In het MER worden deze aspecten wel benoemd en op hoofdlijnen beschreven, omdat ze integraal onderdeel uitmaken van de integrale Aramis CCS keten.

De opslag in de diepe ondergrond (onderdeel 6) valt eveneens buiten het initiatief. Voor de diepe ondergrond gelden geen milieuregels. De mogelijke gevolgen van opslag in de diepe ondergrond wordt echter wel apart beschreven in het MER middels de deelrapporten opslag diepe ondergrond.

Bij de aanleg van Aramis wordt rekening gehouden met toekomstige uitbreiding met meer leveranciers van CO₂ en meer opslagpartijen. In eerste instantie wordt vergunning aangevraagd voor een startsituatie en de eerste uitbreidingssituatie. Dit wordt in het MER getoetst. Toekomstige initiatieven *na* de eerste uitbreidingssituatie behoren niet tot de vergunningaanvraag maar worden in het MER wel (globaal) beschreven.

¹ Een deel van de schepen die CO₂ leveren aan de terminal is afkomstig van Aramis-initiatiefnemers.

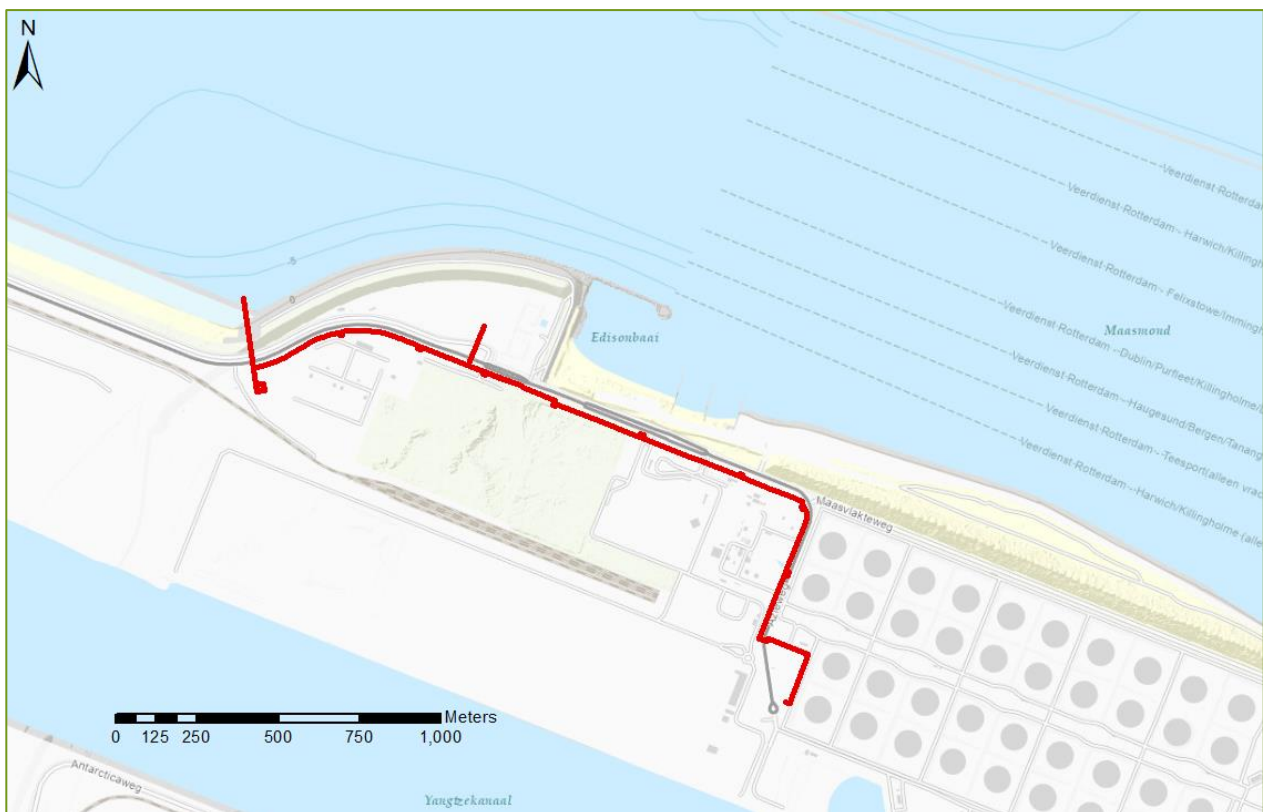
De ingebruikname verwachten de Aramis initiatiefnemers in 2028, waarbij tegelijk al de eerste activiteiten zoals beschreven in de eerste uitbreidingsituatie kunnen starten. Voor het bereiken van de maximale doorvoercapaciteit is enkele jaren later als uitgangspunt in het MER aangehouden.

Een uitgebreide beschrijving van het Aramis initiatief is opgenomen in het deelrapport technische beschrijving en het samenvattend hoofdrapport MER (zie figuur 1-3).

1.2 Korte introductie op het milieuaspect bemaingen

1.2.1 Bemalingen ten behoeve van de aanleg van de zeeleiding

Voor het milieuthema water (landdeel) is onderzoek gedaan naar de mogelijke effecten van grondwater bemaling ten behoeve van de aanleg van het landdeel van de zeeleiding, inclusief de toegangsschacht voor de boring onder de zeewering bij het Direct Pipe alternatief en onder zeewering en Maasgeul bij het Microtunnel alternatief.



Afbeelding 1-2. Situering landdeel Aramis leiding.

Dit detailrapport beschrijft enerzijds de benodigde bemaling en bemalingsdebiëten. Vervolgens worden de effecten ten gevolge van de bemalingen beschreven. De effecten treden op in de aanlegfase. De benodigde bemaling is berekend aan de hand van modelberekeningen.

1.2.2 Relevante fases

Het MER bestudeert die aspecten van een activiteit die de fysieke leefomgeving kunnen beïnvloeden. De milieueffecten van de alternatieven en alternatieven voor het milieuaspect bemalingen, onderdeel van het milieuthema water, worden beschreven. Daarbij wordt voor dit milieuaspect alleen onderzoek gedaan naar de aanlegfase, waarin de bemalingen optreden.

- De aanlegfase bestaat uit de aanleg van het landdeel van de zeeleiding (zie figuur 1-2) en de aanleg van de startschachten voor het boren van de Microtunnel/segmented tunnel of de direct pipe.

In de eerste fase van de m.e.r.-procedure voor het Aramis initiatief is afgebakend welke onderwerpen binnen dit thema relevant zijn om te onderzoeken en hoe. Dit is beschreven in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau die 18 november 2022 definitief is vastgesteld door de Minister voor Klimaat en Energie.

1.2.3 Relevante milieuaspecten

Voor het milieuaspect bemaling (op land) zijn de volgende aspecten relevant:

- Effect op brak-zout grensvlak
- Effect op WKO systemen en overige onttrekkingen
- Effect op archeologische monumenten
- Effect op landbouw
- Effect op natuurwaarden
- Effect op groenvoorziening
- Effect op bestaande infrastructuur

Dit detailrapport beschrijft de milieueffecten van deze aspecten.

1.2.4 Relevante alternatieven en varianten

In het MER zijn verschillende alternatieven en varianten onderzocht. Deze alternatieven en varianten zijn voor het milieuaspect bemaling niet allemaal relevant. In tabel 1-1 zijn de relevante alternatieven opgenomen.

Tabel 1-1 Relevante alternatieven voor het aspect water op land.

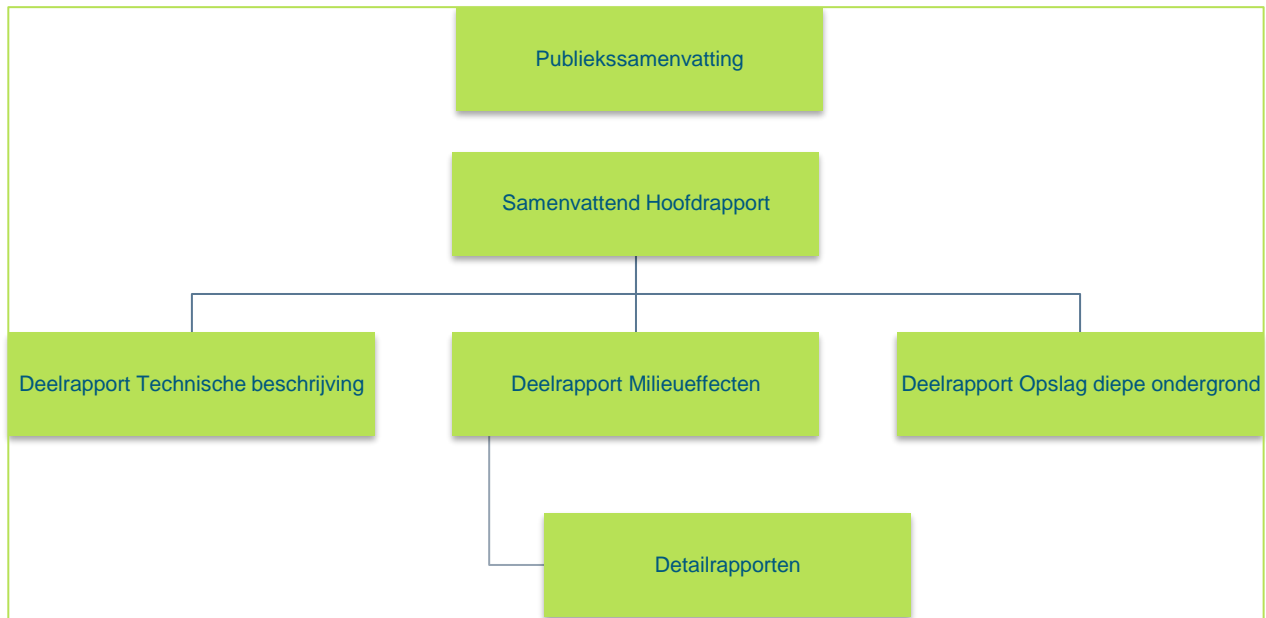
Locatie	Voorgenomen activiteit	Alternatief
Kruising Maasgeul	Microtunnel/Segmented tunnel vanaf haaienvin bij Edisonbaai	Direct Pipe boring nabij kruising Porthos leiding

Een uitgebreide beschrijving van al de alternatieven en varianten is opgenomen in het deelrapport Technische beschrijving bij het MER.

1.3 Opbouw van het MER en dit detailrapport

Voor het Aramis initiatief is een gecombineerd Plan-/ProjectMER opgesteld. Figuur 1-3 geeft de rapportagestructuur van het MER Aramis. Het MER bestaat uit een Samenvattend Hoofdrapport, voorzien van een Publiekssamenvatting. Ter onderbouwing van het Samenvattend Hoofdrapport zijn deelrapporten opgesteld. Dit betreft het deelrapport Technische beschrijving van Aramis, het deelrapport Milieueffecten met daarbij de onderliggende technische detailstudies en de deelrapporten Opslag diepe ondergrond. Doordat CO₂ in meerdere geologische voorkomens wordt opgeslagen, zijn er voor de opslag diepe ondergrond meerdere deelrapporten opgesteld.

Het voorliggende rapport is het detailrapport Bemalingen. De bevindingen uit dit detailrapport zijn opgenomen in het Deelrapport Milieueffecten, en op hoofdlijnen in het Samenvattend Hoofdrapport.



Figuur 1-3 - Overzicht rapportagestructuur MER Aramis

Opbouw van dit detailrapport

Dit detailrapport wijkt enigszins af in structuur van andere detailrapporten, doordat een technisch onderzoek is uitgevoerd naar de benodigde bemalingsdebiëten. Vervolgens is de effectbepaling uitgevoerd. In het Deelrapport Milieueffecten zijn alle aspecten van het milieuthema water samengebracht. Inclusief het beleid en wetgevingskader.

Hoofdstuk 2 beschrijft de doelstelling van het onderzoek en de toegepaste methodiek. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de geohydrologie. De watergerelateerde activiteiten in de aanlegfase beschrijft in het volgende hoofdstuk allereerst welk kader van beleid, wet- en regelgeving van toepassing is voor het thema bodem. Nadat in hoofdstuk 3 is toegelicht hoe het onderzoek is uitgevoerd en hoe de effecten zijn beoordeeld, beschrijft hoofdstuk 4 de referentiesituatie. De referentiesituatie is de situatie die ontstaat op grond van de huidige situatie en alle relevante autonome ontwikkelingen die verwacht worden in het studiegebied. Het dient als vergelijkingsbasis voor het bepalen van de milieueffecten. In de hoofdstukken 5, 6 en 7 worden de milieueffecten beschreven en beoordeeld, voor de gebruiksfase, tijdens de aanleg en ontmanteling, en tijdens onderhoudswerkzaamheden en onvoorziene situaties. Hoofdstuk 8 gaat op globaal niveau in op de effecten van alle ketenonderdelen die niet binnen de scope vallen van het Aramis initiatief, maar hier wel mee samenhangen. Tevens wordt hier ingegaan op de mogelijke cumulatieve effecten. Hoofdstuk 9 bevat een opsomming van alle ontbrekende informatie voor het milieuthema bodem en een voorstel voor hoe de effecten op bodem gemonitord kunnen worden. Tot slot bevat hoofdstuk 10 de samenvatting van bevindingen en de toetsing aan de wet- en regelgeving.

2 Doelstelling en methodiek

2.1 Doelstellingen

Om inzicht te krijgen in de bemalings- en lozingsmogelijkheden, de benodigde bemalingsinspanning, de grondwaterstands- en stijghoogteveranderingen en de potentiële invloed van de bemaling op de omliggende grondwaterafhankelijke belangen is een hydrologisch onderzoek uitgevoerd. Het onderzoek is gericht op het beantwoorden van de volgende vragen:

- Wat zijn de benodigde debieten en het totale waterbezwaar om de werkzaamheden in den droge te kunnen uitvoeren?
- Wat zijn de effecten van de tijdelijke bemaling op de grondwaterstanden en stijghoogten?
- Wat zijn de bestaande grondwaterafhankelijke belangen op en in de directe omgeving van de onderzoekslocatie?
- Met welk bemalingsontwerp kan de vereiste drooglegging worden gerealiseerd?
- Op welke wijze kan worden omgegaan met het onttrokken grondwater (retourbemaling/ lozingsmogelijkheden)?
- Wat is de invloed van de bemaling op de omliggende grondwaterafhankelijke belangen?

2.2 Methodiek

Voor het bemalingsonderzoek zijn de volgende gegevens verzameld:

- Grondwaterstandmetingen en stijghoogten;
- Boorbeschrijvingen en sonderingen;
- Hydraulische karakteristieken van de bodemlagen;
- Gegevens omtrent oppervlaktewater;
- Maaiveldgegevens;
- Ontwerp beoogde voorzieningen;
- Ontwerp en dimensionering van de sleuven en bouwputten;
- Eisen van drooglegging en de fasering van de bemalingen;
- Inventarisatie bestaande grondwaterafhankelijke belangen.

In een geohydrologisch detailonderzoek is de locatie nader onderzocht middels analyse van beschikbare onderzoeksgegevens (boorbeschrijvingen, sonderingen, grondwaterstanden etc.). Op basis van de verzamelde gegevens is onderzocht op welke wijze de bouwputten en sleuven kunnen worden bemalen en in hoeverre er een spanningsbemaling noodzakelijk is om opbarsten van niet ontgraven bodemlagen te voorkomen.

Aan de hand van de verzamelde geohydrologische gegevens is een grondwaterstromingsmodel in MODFLOW opgezet. Met behulp van het model zijn tijdsafhankelijke numerieke berekeningen uitgevoerd waarmee de debieten, het totale waterbezwaar en de grondwaterstands verlagingen zijn berekend.

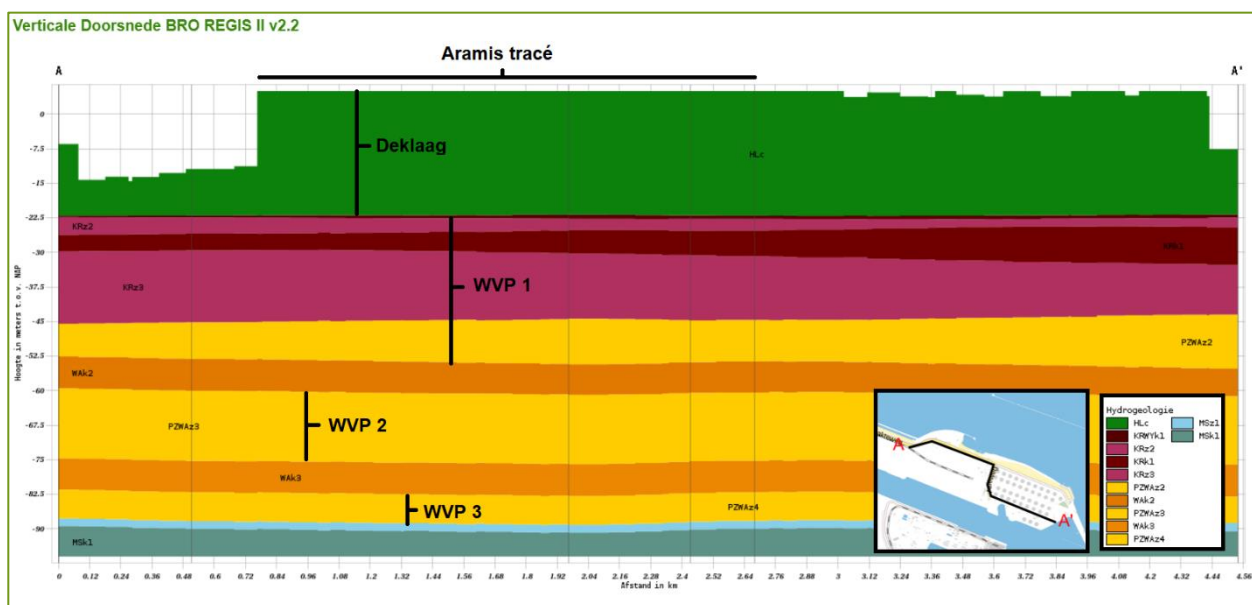
In de omgeving van het projectgebied zijn alle grondwaterafhankelijke belangen in kaart gebracht. Aangegeven is of de bemaling, in potentie, tot onacceptabele effecten kan leiden.

3 Geohydrologie

3.1 Bodemopbouw

Regionale bodemopbouw

Ter plaatse van het projectgebied wordt het maaiveld aangetroffen op circa NAP +5.0 meter. In afbeelding 2 is de regionale bodemopbouw weergegeven tot circa NAP -100 meter. Het profiel geeft de door TNO onderscheiden lagen aan. De bodemopbouw is nader toegelicht in tabel 1.



Afbeelding 2. Bodemopbouw onderzoekslocatie volgens de REGIS II.2 database.

Op basis van de hydraulische karakteristieken kunnen tot NAP -100 meter drie watervoerende pakketten worden onderscheiden. De ondiepe afzettingen, tot een diepte van NAP -20 meter, vormen de holocene deklaag bestaande uit (zandige) klei en zandlagen. De deklaag wordt aan de onderkant begrensd door het eerste watervoerende pakket. Het eerste watervoerende pakket is opgebouwd uit goed doorlatende zanden van de Formaties van Kreftenheye en Peize-Waalre en wordt op een diepte van -26 meter doorsneden door een circa 4 meter dikke kleilaag. Het eerste watervoerende pakket wordt op een diepte van circa NAP -53 meter begrensd door een kleilaag van de Formatie van Waalre. Onder deze kleilaag wordt het tweede watervoerende pakket aangetroffen. Het tweede watervoerende pakket is voornamelijk opgebouwd uit matig fijne zanden van de Formaties van Peize-Waalre. De basis van het tweede watervoerende pakket ligt op een diepte van circa NAP -75 meter en wordt gevormd door een slecht doorlatende kleilaag de Formatie van Waalre. Onder deze scheidende laag ligt het derde watervoerende pakket. Het derde watervoerende pakket is opgebouwd uit matig fijne zanden van de Formaties van Peize-Waalre en Maassluis die doorlopen tot een diepte van circa NAP -90 meter. Onder het derde watervoerende pakket is een goed ontwikkelde kleilaag aanwezig die wordt gekarakteriseerd door een hoge hydraulische weerstand.

Tabel 1. Regionale bodemopbouw (bron: REGIS II.2 database).

Diepte [m+NAP]	Geohydrologische schematisatie (geologische eenheid)	Samenstelling
mv tot -22.0	Deklaag (Holocene afzettingen)	Zand, klei
-22.0 tot -22.6	SDL (Formatie van Kreftenheye)	Klei
-22.6 tot -25.8	WVP 1 (Formatie van Kreftenheye)	Grove zanden
-25.8 tot -30.1	SDL (Formatie van Kreftenheye)	Klei
-30.1 tot -44.9	WVP 1 (Formatie van Kreftenheye)	Grof zand
-44.9 tot -53.6	WVP 1 (Formatie van Peize-Waalre)	Matig fijn zand
-53.6 tot -60.4	SDL (Formatie van Waalre)	Klei
-60.4 tot -75.3	WVP 2 (Formatie van Peize-Waalre)	Matig fijn zand
-75.3 tot -82.2	SDL (Formatie van Waalre)	Klei
-82.2 tot -88.4	WVP 3 (Formatie van Peize-Waalre)	Matig fijn zand
-88.4 tot -90.1	WVP 3 (Formatie van Maassluis)	Matig fijn zand

WVP = watervoerend pakket, SDL = slecht doorlatende laag

Lokale bodemopbouw

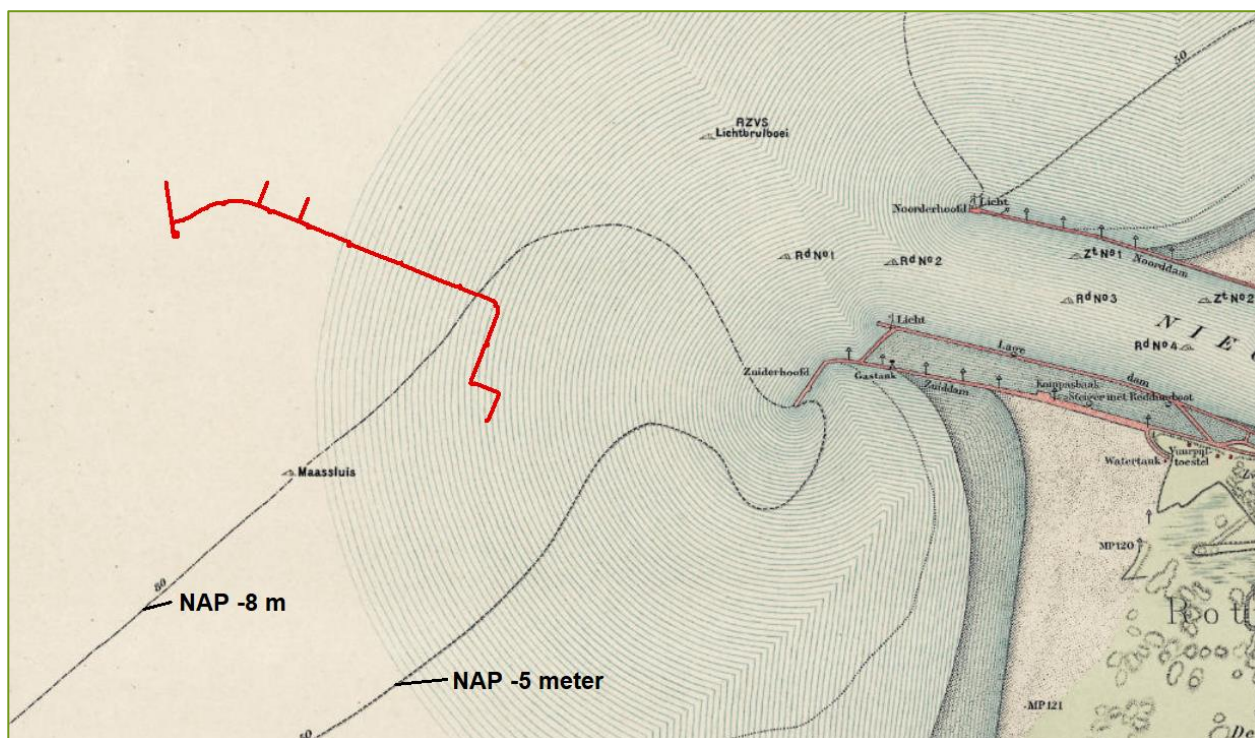
Om inzicht te krijgen in de lokale bodemopbouw is Dinoloket geraadpleegd. Nadere bestudering van de beschikbare gegevens heeft uitgewezen dat er in de omgeving van het projectgebied diverse boringen en sonderingen zijn gezet (zie bijlagen 1, 2 en 3). Op basis van de boringen en sonderingen kan opgemaakt worden dat de deklaag tot een diepte van circa NAP -19 meter voornamelijk is opgebouwd uit zand. De zanden hebben een variërende siltgehalte en worden doorsneden door dunne kleilaagjes. In sondering CPT000000146034 en CPT000000141632 wordt tussen NAP -8 meter en NAP -10 meter een goed ontwikkelde kleilaag aangetroffen. In het oostelijke deel van het tracé wordt deze kleilaag niet aangetroffen.

Tabel 2. Lokale bodemopbouw deklaag.

Diepte [m+NAP]	Geohydrologische schematisatie (geologische eenheid)	Samenstelling
Mv tot -8.0	Deklaag (Antropogene ophooglaag)	Zeer fijn zand tot matig grof zand (opgehoogd), dunne kleilaagjes
-8.0 tot -10.0	Deklaag (Natuurlijke afzetting)	Klei (westen), fijn zand (oosten)
-10.0 tot -19.0	Deklaag (Natuurlijke afzetting)	Zeer fijn zand tot matig grof zand, dunne kleilaagjes
-19.0 tot -21.0	Deklaag (Natuurlijke afzetting)	Klei

WVP = watervoerend pakket, SDL = slecht doorlatende laag

De zanden tot een diepte van circa NAP – 8 meter zijn kunstmatig aangebracht en betreffen dus een antropogene laag waarmee het gebied is opgehoogd (zie ook afbeelding 3). Deze zanden zijn in het algemeen grover dan de dieper gelegen afzettingen. Uit de boringen die in het kader van de Porthos leiding zijn gezet (zie bijlage 3) is op te maken dat de deklaag lokaal matig grove tot zeer grove zandlagen bevat. De dieper gelegen afzettingen zijn onder natuurlijke condities afgezet. De basis van de deklaag wordt gevormd door een goed ontwikkelde 2 meter dikke kleilaag.



Afbeelding 3. Topografische kaart 1933.

3.2 Hydraulische karakteristieken

Om inzicht te krijgen in de hydraulische karakteristieken van de bodemlagen is de REGIS II.2 database (TNO, 2023) geraadpleegd en zijn de boorbeschrijvingen in het gebied nader beschouwd. Uit de boorbeschrijving van boring BT010345 is op te maken dat de deklaagzanden veelal zijn opgebouwd uit matig fijn zand. Rond 5 meter beneden maaiveld wordt een matig grove zandlaag van 1 meter dikte aangetroffen. In de boringen die in het kader van de Porthos leiding zijn gezet (G01 t/m G05) worden ook grove tot zeer grove zanden aangetroffen (zie bijlage 3). In peilbuizen G01, G03 en G05m zijn falling-head proeven uitgevoerd. De afgeleide doorlatendheden zijn weergegeven in tabel 3.

Tabel 4. Afgeleide doorlatendheid.

Peilbuis	Filterdiepte [m-mv]	Samenstelling	K_h [m/d]
G01	5.0 – 6.0	Matig fijn zand	6.4
G03	3.8 – 4.8	Matig grof zand met daaronder grindhoudend zand	33.8
G03	4.5 – 5.5	Matig fijn tot zeer grof zand	18.4

Geconcludeerd kan worden dat de doorlatendheid van de zanden in de ophooglaag ook sterk varieert en dat er ook sprake is van grote laterale verschillen. Op basis van de falling-head proeven en de boorbeschrijvingen wordt de gemiddelde doorlatendheid van de ophooglaag geschat op 20 m/d. De hydraulische karakteristieken van de onderscheiden bodemlagen zijn weergegeven in tabel 4 waarbij de karakteristieken van de diepere eenheden zijn ontleend aan de REGIS database (zie bijlage 4).

Tabel 4. Hydraulische karakteristieken geologische eenheden.

Diepte [m+NAP]	Geohydrologische schematisatie (geologische eenheid)	Samenstelling	K_h [m/d]	K_v [d]
Mv tot -8.0	Deklaag (Antropogene ophooglaag)	Fijn zand tot zeer grof zand (opgehoogd), dunne kleilaagjes	5 – 35	
-8.0 tot -10.0	Deklaag (Natuurlijke afzetting)	Klei (westen), fijn zand (oosten)	Var.	Var.
-10.0 tot -19.0	Deklaag (Natuurlijke afzetting)	Zeer fijn zand tot matig fijn zand, dunne kleilaagjes	2 – 10	
-19.0 tot -21.0	Deklaag (Natuurlijke afzetting)	Klei		0.026
-21.0 tot -25.8	WVP 1 (Formatie van Kreftenheye)	Grove zanden	33	
-25.8 tot -30.1	SDL (Formatie van Kreftenheye)	Klei		0.03
-30.1 tot -44.9	WVP 1 (Formatie van Kreftenheye)	Grof zand	45	
-44.9 tot -53.6	WVP 1 (Formatie van Peize-Waalre)	Matig fijn zand	8	
-53.6 tot -60.4	SDL (Formatie van Waalre)	Klei		0.012
-60.4 tot -75.3	WVP 2 (Formatie van Peize-Waalre)	Matig fijn zand	7	
-75.3 tot -82.2	SDL (Formatie van Waalre)	Klei		0.013
-82.2 tot -88.4	WVP 3 (Formatie van Peize-Waalre)	Matig fijn zand	11	
-88.4 tot -90.1	WVP 3 (Formatie van Maassluis)	Matig fijn zand	8	

WVP = watervoerend pakket, SDL = slecht doorlatende laag

3.3 Grondwaterstanden en oppervlaktewater

Oppervlaktewater

Door de getijdewerking kan het peil van de oppervlaktewateren sterk fluctueren. Rijkswaterstaat heeft in Het Scheur (1 km noordelijk van het tracé) enkele oppervlaktewatermeetpunten gelegen waarvan periodiek de waterstand wordt gemeten. De peilen vanaf 1 januari 2018 t/m 1 april 2019 van drie meetpunten (Maassluis, Maeslantkering Zeezijde Z en Berghaven H v Holland) zijn opgevraagd bij Rijkswaterstaat. Het peil varieert in die periode tussen NAP +1,50 m en NAP -1,00 m (bron: AnteaGroup, 2020).

Op basis van de metingen die ter plaatse van meetstation Hoek van Holland zijn verricht zijn de volgende referentiewaterstanden afgeleid (Royal HaskoningDHV, 2012):

- Gemiddeld hoogwater (HW): NAP +1.11 meter
- Gemiddeld laagwater (LW): NAP -0.64 meter
- Gemiddelde waterstand: NAP +0.07 meter

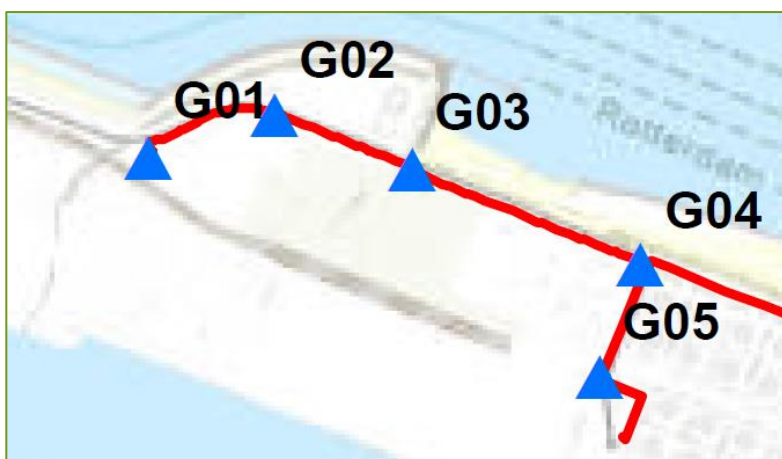
Grondwaterstanden en stijghoogten

Om inzicht te krijgen in de freatische grondwaterstanden en de stijghoogten in het eerste watervoerende pakket is het digitale archief van TNO (DINOloket) geraadpleegd. In de omgeving van het tracé zijn geen peilbuizen aanwezig waarin de grondwaterstand periodiek wordt bemonsterd. De grondwaterstanden en stijghoogten ter plaatse van het projectgebied zijn daarom ontleend aan het geohydrologische rapport dat is opgesteld voor de Porthos leiding (Antea Group, 2022a). In dit kader is uitgegaan van de volgende grondwaterkarakteristieken:

- Gemiddeld laagste grondwaterstand: NAP +1.0 meter
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand: NAP +3.0 meter
- Gemiddeld laagste stijghoogte WVP 1: NAP -0.3 meter
- Gemiddeld hoogste stijghoogte WVP 1: NAP +0.6 meter

3.4 Grondwaterkwaliteit

Ter hoogte van het tracé zijn vijf peilbuizen bemonsterd (zie afbeelding 4) en geanalyseerd op lozingsparameters.



Afbeelding 4. Situering peilbuizen (bron: Antea Group, 2022b).

Het grondwater uit de peilbuizen is onderzocht op ijzer-totaal, onopgeloste bestanddelen en chloride. De analyseresultaten zijn opgenomen in tabel 5.

Tabel 5. Analyseresultaten lozingsparameters (bron: Antea Group, 2022a).

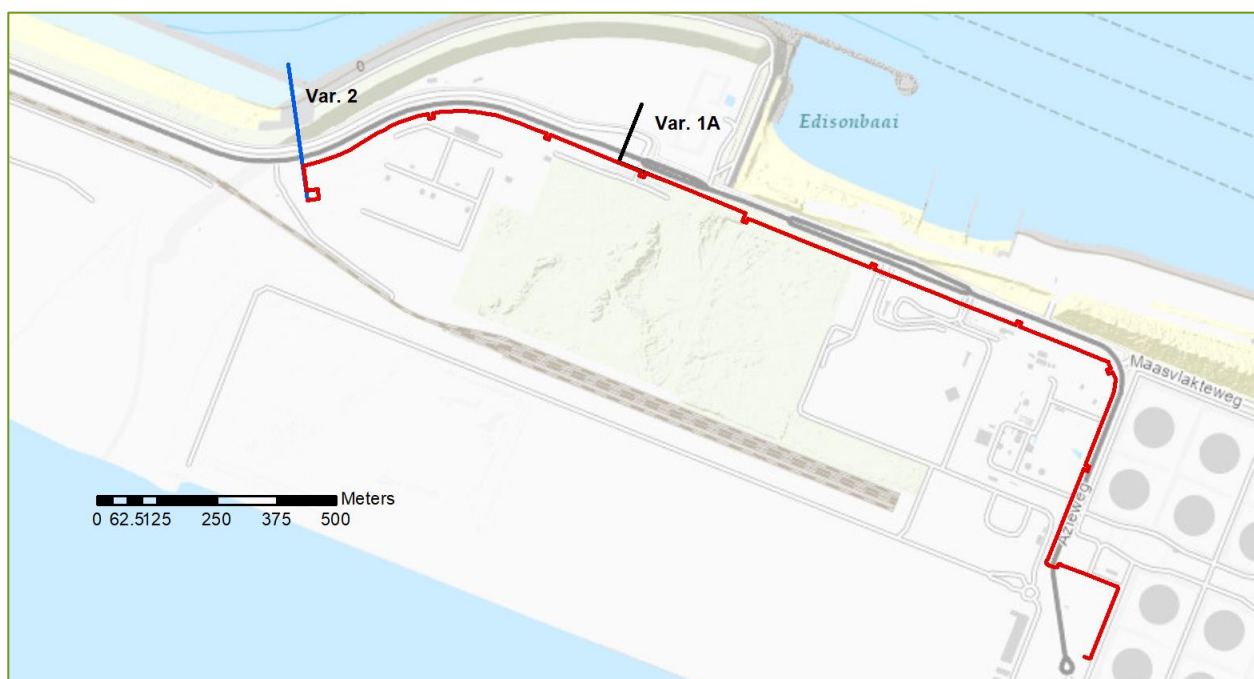
Peilbuis	filterstelling	pH	EC	IJzer totaal	onopgeloste bestanddelen	chloride
	(m -mv.)	(-)	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
G01	5,0-6,0	7,6	940	3,3	260	73
G02	5,1-6,1	7,5	920	3,7	280	83
G03	3,8-4,3	7,4	610	3,3	170	25
G04	4,4-5,4	7,7	840	3,1	54	65
G05	4,7-5,7	7,7	570	0,67	84	28

Uit de analyseresultaten is op te maken dat het freatische grondwater een zoet water signatuur heeft. Naar verwachting is het grondwater in het onderste deel van de deklaag brak. In alle peilbuizen wordt opgelost ijzer (FE-II) aangetroffen wat op anaerobe condities duidt. Het water wordt tevens gekarakteriseerd door een relatief hoge concentratie aan onopgeloste bestanddelen.

4 Karakteristieken leiding en toe te passen bemaling

4.1 Ontwerp en uitvoering

De situering van de beoogde Aramis leiding is weergegeven in afbeelding 5. Met betrekking tot de kruising van de Maasgeul zijn twee alternatieven uitgewerkt. In het eerste alternatief (Alternatief 1) wordt de kruising uitgevoerd middels tunneling en in het tweede alternatief wordt de kruising uitgevoerd middels de Direct Pipe Methode (DPI).



Afbeelding 5. Situering Aramis leiding.

Veldstrekkingen

De lengte van het tracé dat middels een open ontgraving wordt aangelegd is alternatief afhankelijk (zie tabel 6). Indien de keuze valt op alternatief 1 (1A) bedraagt de lengte van het tracé 1990 meter, uitgaande van alternatief 2 bedraagt de lengte 2880 meter. In het ontwerp is uitgegaan van een leidingdiameter van 32 inch. In verband met mogelijke isolatie wordt in dit kader een buitendiameter van 1 meter aangehouden. Het ontgravingsniveau ter plaatse van de leiding bedraagt NAP +2.9 meter. De leiding wordt in een open ontgraving aangelegd, dus zonder toepassing van grondkerende constructies. De breedte van de sleufbodem bedraagt 2.1 meter. De totale breedte van de sleuf (insteek tot insteek) bedraagt 6.3 meter.

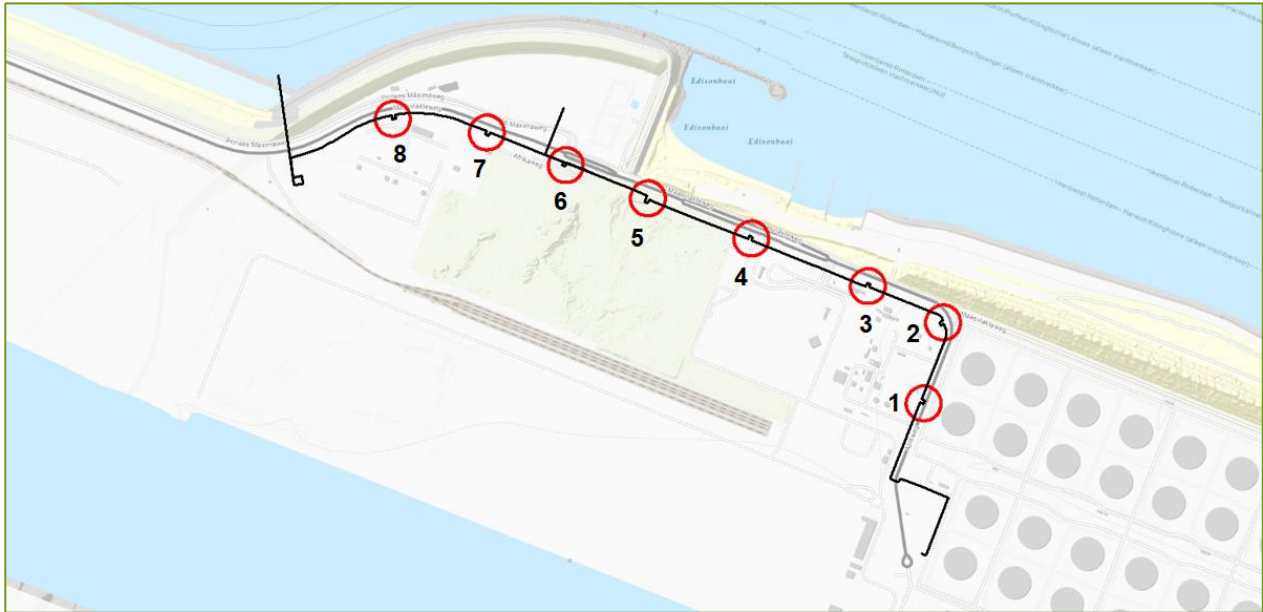
Tabel 6. Lengte tracé.

Alternatief (Kruising Maasgeul)	Lengte tracé (open ontgraving) [m]
1 Tunneling	1.990
2 DPI	2.880

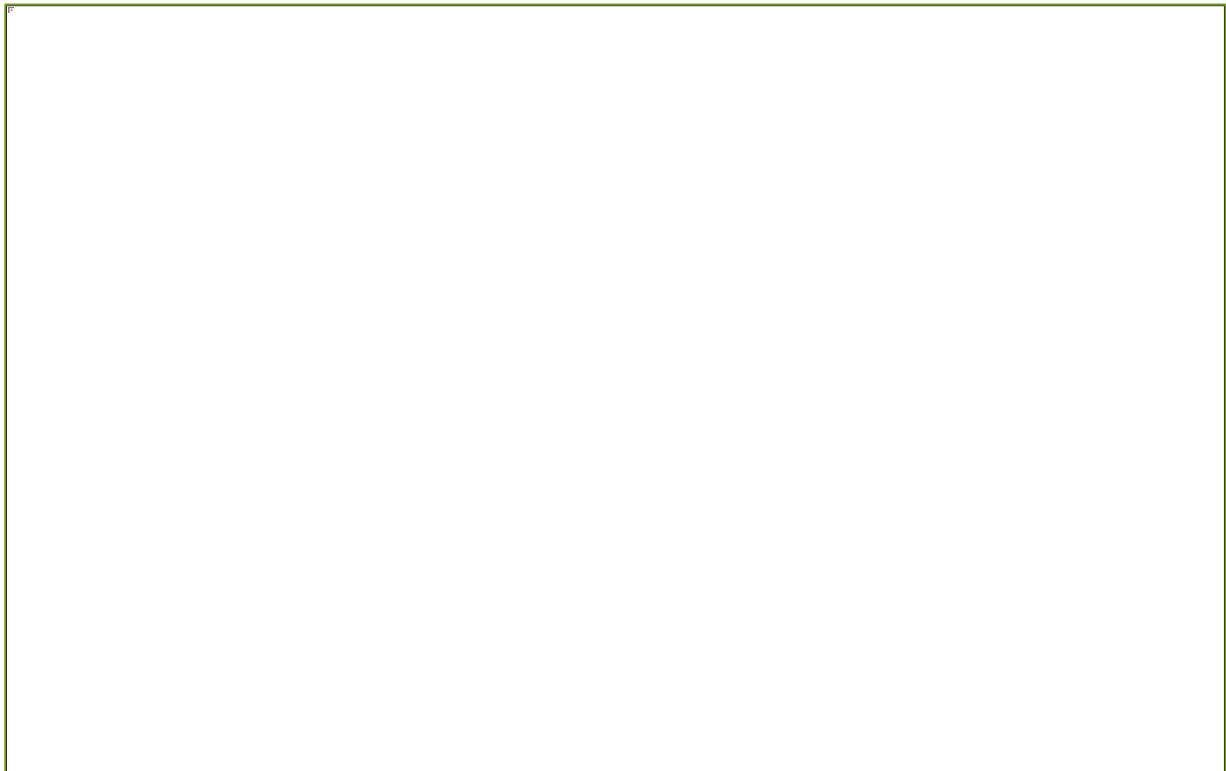
Met betrekking tot de veldstrekkingen worden 12 deeltrajecten onderscheiden (zie afbeelding 15). Aangenomen wordt dat elk deeltraject in zijn geheel wordt bemalen.

Expansielussen

De Aramis leiding wordt uitgerust met maximaal 8 expansielussen (Alternatief 1). De situering van de expansielussen is weergegeven in afbeelding 6. Een principeschets van een expansielus is weergegeven in afbeelding 7. De expansielussen worden verdiept aangelegd, het (maximale) ontgravingsniveau ter plaatse van de lussen bedraagt NAP +1.2 meter.



Afbeelding 6. Situering expansie lussen.

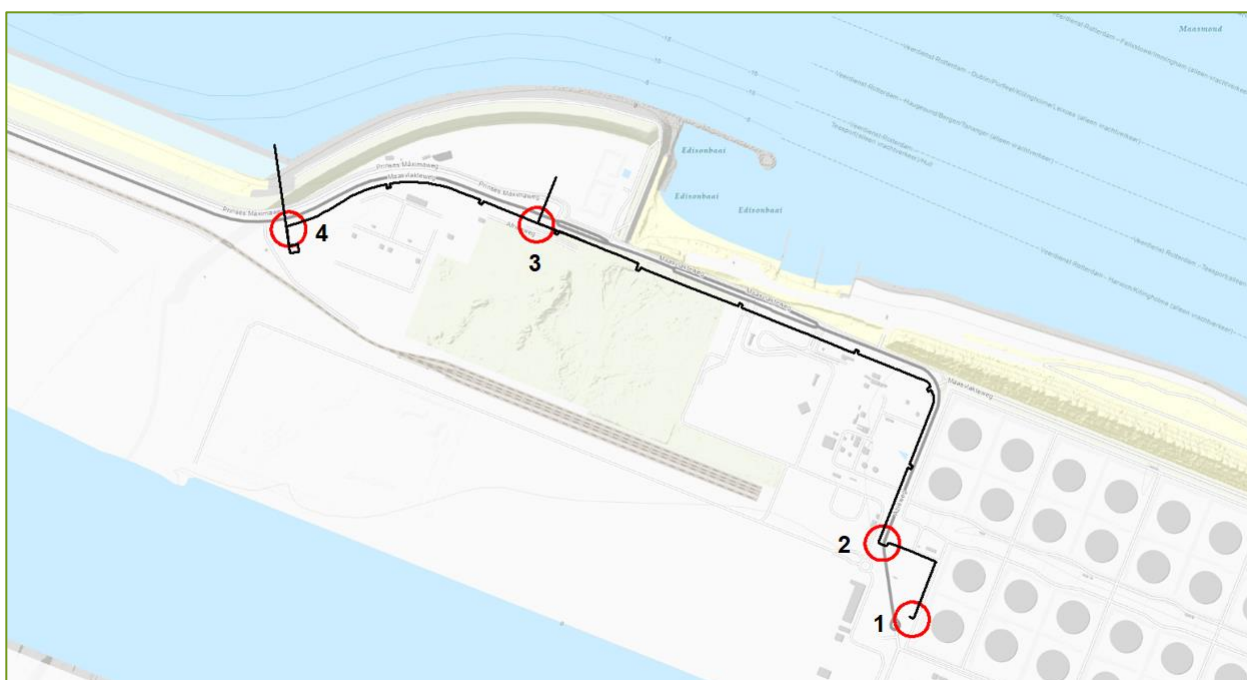


Afbeelding 7. Principeschets expansielus.

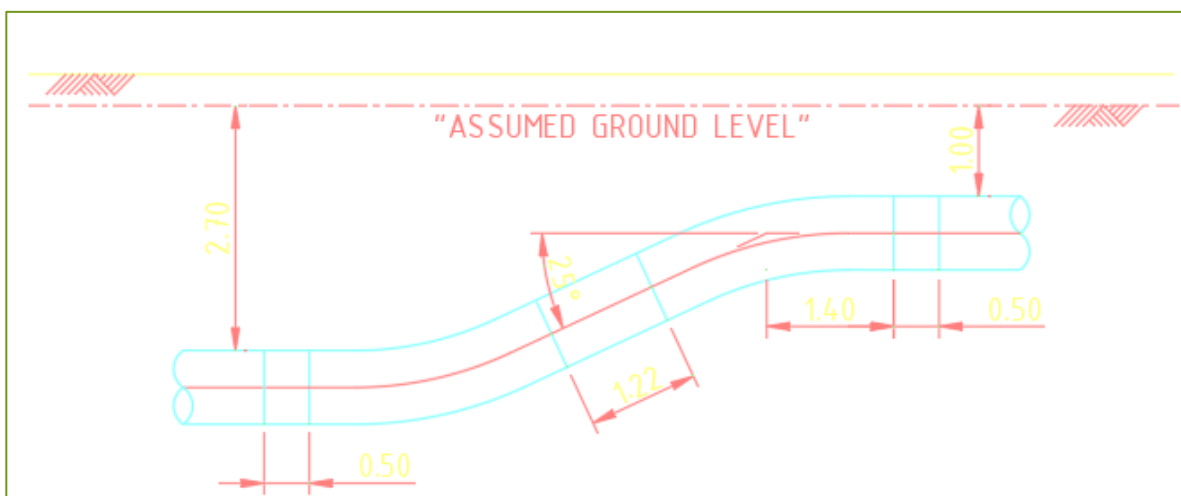
Aangenomen wordt dat de bouwkuipen (l x b x diepte = 29m x 13m x 3.8m) in zijn geheel worden bemalen en dat er geen fasering wordt toegepast. Het ontwateringsniveau ter plaatse van de bouwkuipen bedraagt NAP +0.7 meter. De bemalingsduur per bouwkuip bedraagt van de 45 dagen.

Kruisingen

Op basis van de uitgevoerde Klic melding en de situering van het leidingtracé kunnen 4 additionele locaties worden onderscheiden waarin de leiding ook verdiept moet worden aangelegd (zie afbeelding 8). Een principeschets van deze kruisingen is weergegeven in afbeelding 9. Ter hoogte van de kruisingen bedraagt de dekking 2.7 meter. De maximale ontgravingsdiepte in deze secties bedraagt NAP +1.3 meter en het ontwateringsniveau NAP +1.0 meter. Gezien de aanwezigheid van kabels en leidingen worden ter hoogte van de kruisingen grondkerende constructies toegepast.



Afbeelding 8. Situering kruisingen leidingtracé.



Afbeelding 9. Principeschets kruisingen.

De breedte van de sleuf bedraagt circa 3 meter. De bemalingsduur per kruising bedraagt 30 dagen.

Alternatief 1. Microtunnel/Segmented tunnel

In alternatief 1 wordt de Maasgeul gekruist middels tunneling. Tunneling is een bouwmethode die veelal wordt toegepast in gebieden waar geen ruimte is voor grote bouwkuipen. De tunnelbouwmethode begint met de aanleg van de schacht (zie afbeelding 11). De schacht met een interne diameter van 20 meter wordt tot een diepte van 80 meter beneden maaiveldniveau aangebracht. Hiertoe wordt een diepe sleuf tot 80 meter diepte gegraven. Tijdens het graven wordt de circa 1 meter brede sleuf gevuld met bentoniet om instorting te voorkomen en het binnendringen van grondwater tegen te gaan. Na het bereiken van de gewenste einddiepte wordt een stalen wapeningskorf in de sleuf aangebracht waarna de sleuf voorzichtig wordt volgestort met beton.

Specificaties schacht

In dit kader is uitgegaan van een ontgravingsdiepte van 42.3 meter. Tussentijdse studies wijzen uit dat de schacht mogelijk aanzienlijk minder diep kan worden uitgevoerd (22.2 meter). In voorliggende rapportage wordt nog uitgegaan van de conservatieve aanname van 42.3 meter. Definitieve specificaties worden nog aangeleverd. De bij de berekeningen toegepaste randvoorwaarden zijn echter conservatief genoeg om alle veranderingen van de schacht (minder diep en aanpak) te dekken.

Voordat de schacht tot een diepte van 42.3 meter kan worden ontgraven wordt de bodem onder het beoogde ontgravingsniveau waterdicht gemaakt middels (bijvoorbeeld middels een groutinjectie). Na het aanbrengen van de groutplug wordt de grond tot een diepte van 42.3 meter verwijderd waarna vervolgens een betonvloer in de bodem van de schacht wordt gestort (onderwaterbeton). Na het aanbrengen van de betonvloer wordt de schacht leeggepompt.

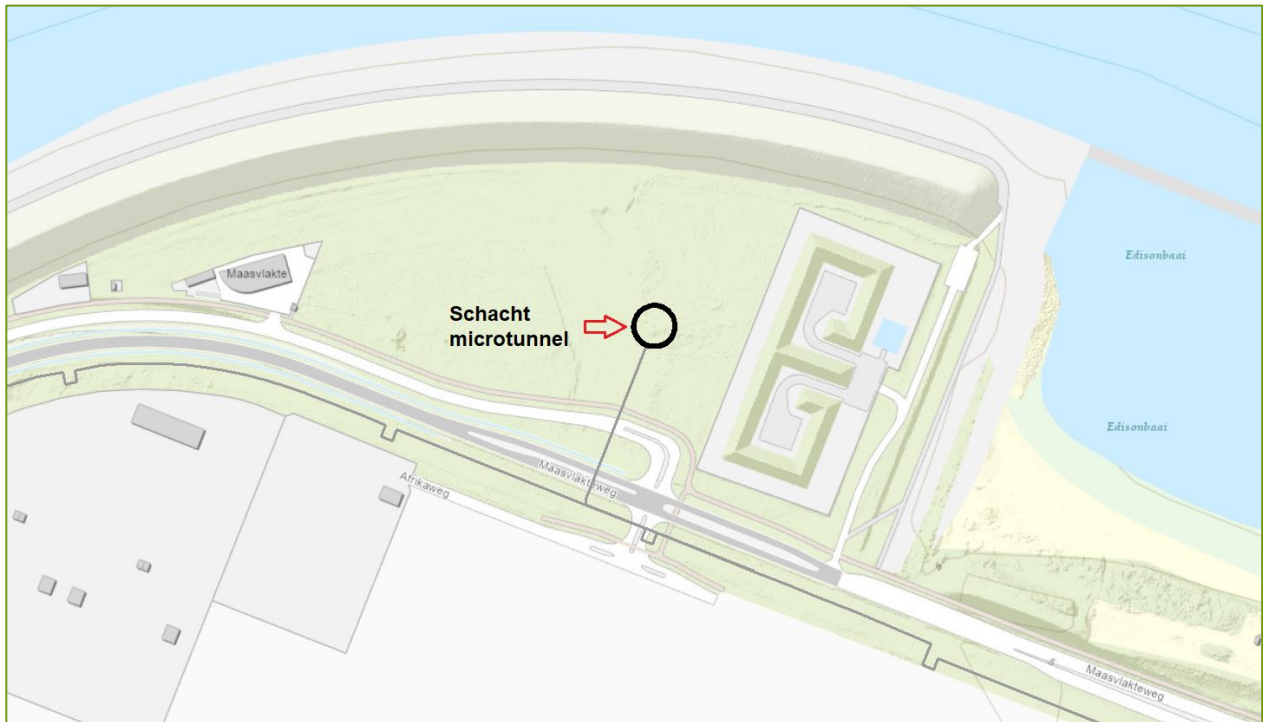
Na het installeren van de benodigde voorzieningen wordt vervolgens de tunnelboormachine in de schacht neergelaten waarna de TBM via een waterafdichte koppeling door de schachtwand wordt geleid waarna met boren gestart kan worden,

Karakteristiek aan tunneling is het voorafgaan van de tunnelelementen door een tunnelboormachine. Het principe van tunneling is te omschrijven als het gebruik van hydraulische jacks die prefab tunnelelementen door een tunnelboormachine-geboord gat duwen. Na het bereiken van de eindbestemming in de Maas wordt de TBM ontkoppeld waarna de zich tunnel met Maaswater vult.

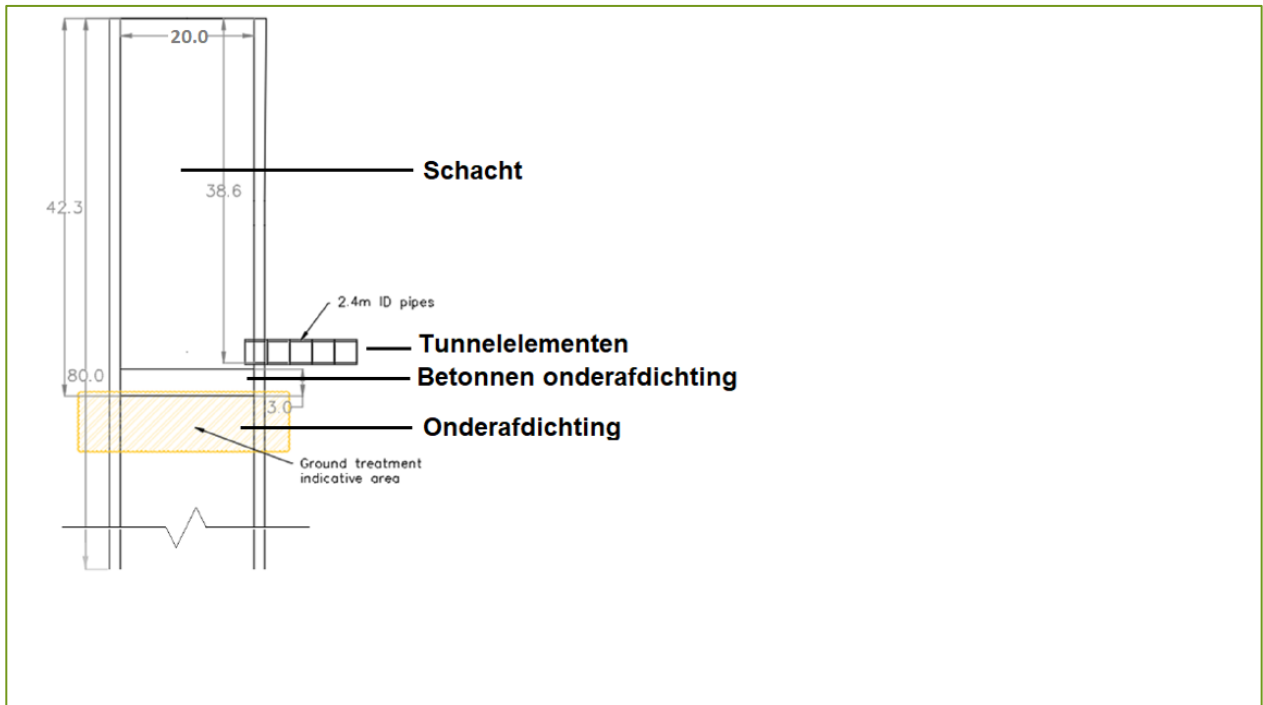
Tijdens het ontgraven van de grond wordt grondwater onttrokken en bij het leegpompen van de schacht.

Optie: Additionele intredeput

Een variantenstudie heeft uitgewezen dat er in aanvulling op de schacht mogelijk ook een intredeput wordt gerealiseerd. Voor de karakteristieken van de eventuele intredeput wordt verwezen naar alternatief 2. Hoewel de realisatie van een additionele intredeput onzeker is is deze voorziening wel meegenomen in de berekeningen (conform de in alternatief 2 genoemde specificaties).



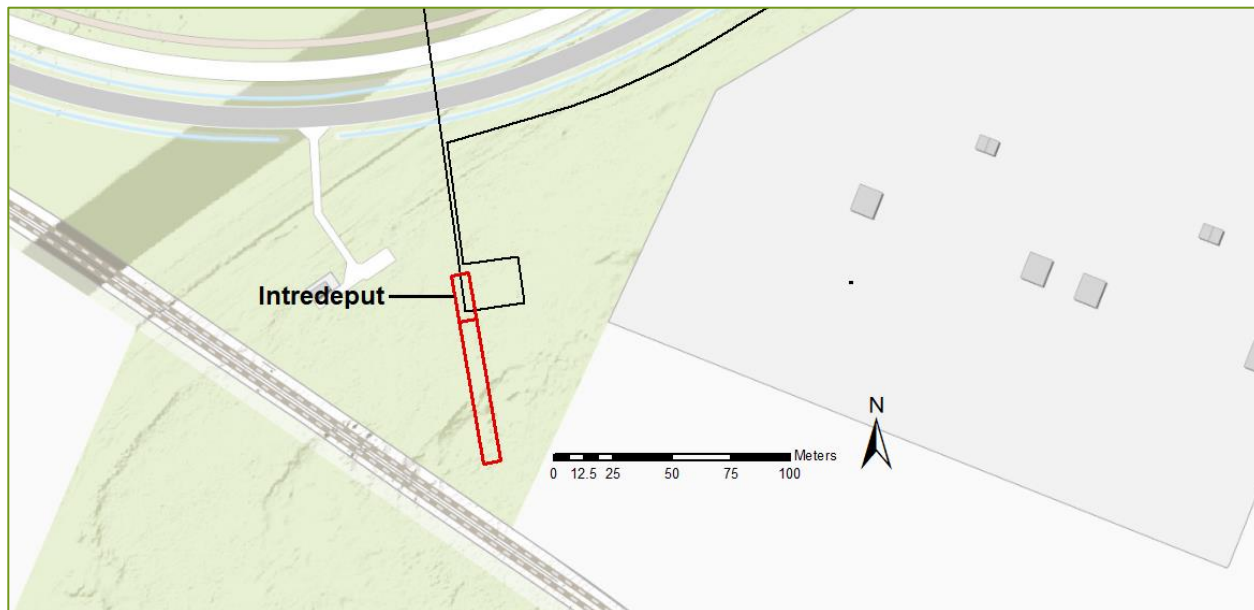
Afbeelding 10. Situering schacht tunnel.



Afbeelding 11. Principeschets schacht.

Alternatief 2. Direct pipe (DPI)

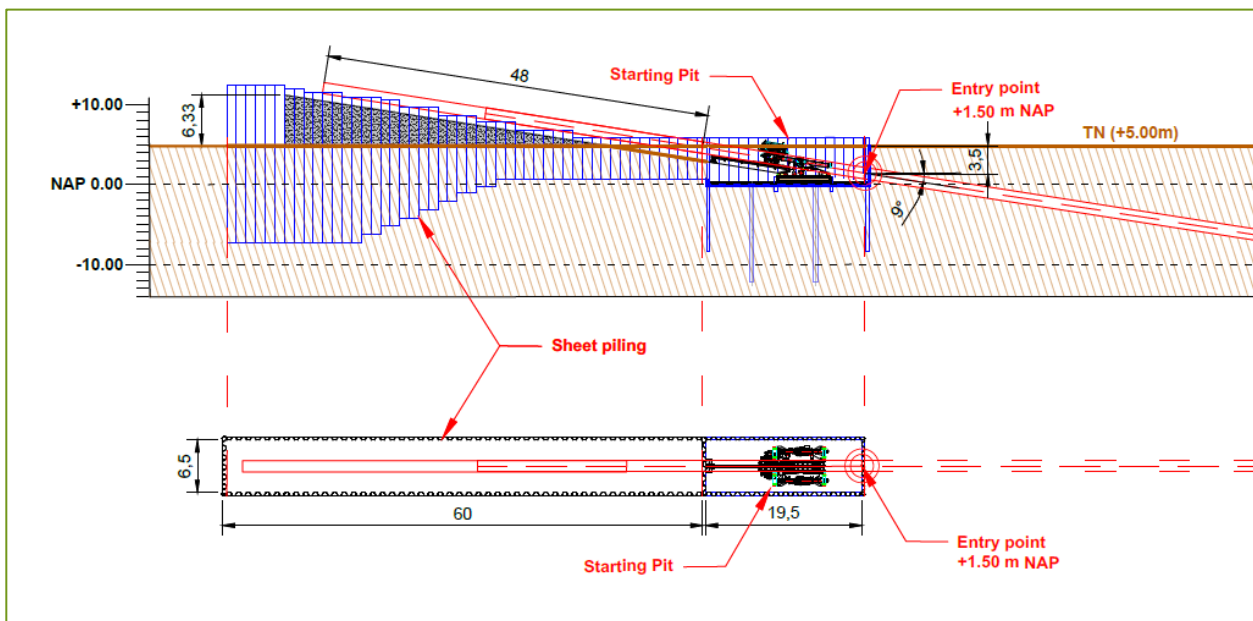
In alternatief 2 wordt de Maasgeul gekruist middels de Direct Pipe Methode. Ten behoeve van de boring wordt op de locatie, binnen een gesloten damwandconstructie, een intredeput gerealiseerd (zie afbeelding 12). Ten einde de intredeput waterdicht te krijgen wordt een onder afdichting van beton aangebracht. Een bovenaanzicht en een lengteprofiel is weergegeven in afbeelding 13. De intredeput is 19.5 meter lang en 6.5 meter breed. Aangenomen wordt dat de damwandplanken rondom de intredeput tot NAP -10 meter worden aangebracht.



Afbeelding 12. Situering intredeput.

Overige randvoorwaarden:

- Breedte damwandplanken: 0.5 meter.
- Doorlatendheid damwandsloten: 10^{-7} m³/s.



Afbeelding 13. Bovenaanzicht en lengteprofiel intredepunt.

Aangenomen wordt dat de bemaling ter plaatse van de intredepunt 30 dagen bedraagt en dat na het aanbrengen van de onderafdichting de damwandsloten worden gedicht en dat de intredepunt vanaf dat moment waterdicht is.

Tabel 7. Karakteristieken intredepunt DPI.

Locatie	Afmetingen (LxB) [m]	Bodem bouwput [m+NAP]	Maaiveldhoogte [m + NAP]	Beoogde ontwateringdiepte [m+NAP]
Intredepunt	19.5 x 6.5	-0.5	+5.0	-1.0

4.2 Opbarstanalyse

Veldstrekkingen, expansielussen en kruisingen

De ondergrond is tot een diepte van NAP -8 meter voornamelijk opgebouwd uit (opgespoten) zand. Lokaal wordt dit zandpakket doorsneden door dunne kleilaagjes met een veelal beperkte verspreiding. Met betrekking tot de veldstrekkingen is er geen verhoogd risico op opbarsten. Gezien de aanwezigheid van scheidende laagjes is het risico op opbarsten van ondiepe scheidende laagjes ter plaatse van de expansielussen en de kruisingen niet geheel uit te sluiten. Dit risico kan echter weggenomen worden door de bemaling uit te voeren met verticale haalfilters (zwaartekrachtbemaling) die voldoende diep worden door aangebracht (zie ook par. 4.3).

Intredepunt

Ter hoogte van de intredepunt zijn drie sonderingen gezet: sondering 50, sondering 51 (zie bijlage 3) en sondering CPT000000130180 (zie bijlage 2). In sonderingen 50 en 51 wordt tussen NAP -0.5 en NAP -1.0 meter een scheidende laag aangetroffen. Met name in sondering 51 worden tot een diepte van NAP -8 meter diverse scheidende lagen aangetroffen. Om opbarsting te voorkomen wordt geadviseerd om de filters door te zetten tot NAP -8 meter. Tabel 8 geeft een overzicht van de uitgevoerde opbarstanalyse voor de diepere scheidende laag uitgaande van een ontgravingniveau van NAP -0.5 meter.

Bij de berekening is uitgegaan van een stijghoogte van NAP +3.0 m en een ontgravingsniveau van NAP -0.5 m. De bodemopbouw is gebaseerd op sondering CPT000000130180 (zie bijlage 2).

Tabel 8. Opbarstanalyse intredeput.

Laag	Van [m t.o.v. NAP]	Tot [m t.o.v. NAP]	Dikte [m]	Volumiek gewicht [kN/m ³]	Druk [kN/m ²]
Zand	-0.5	-9.5	9.0	18.0	162.0
Klei	-9.5	-11.3	1.8	14.0	25.2
		Neerwaartse druk			187.2
		Totaal neerwaartse druk * (veiligheidsfactor 0.9)			168.5
Stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Basis SDL [m t.o.v. NAP]				
+3.0	-8.0	Totaal opwaartse druk			110.00

Op basis van de berekening blijkt dat er geen verhoogd risico is op opbarsten van de scheidende laag en dat er dus geen bemaling beneden NAP -8 meter noodzakelijk is.

4.3 Bemalingsontwerp

Grondwateronttrekking

Het bemalingsontwerp dient de vereiste verlagingen te bewerkstelligen, de bouwputten en de sleuven tijdens de werkzaamheden droog te houden en opbarsten van niet ontgraven scheidende lagen te voorkomen. Ter plaatse van de veldstrekkingslagen kan de bemaling uitgevoerd worden met verticale haalfilters (zwaartekrachtbemaling) die aan weerszijden van de sleuf met een geringe h.o.h. afstand tot op circa NAP +0 meter worden aangebracht. Ter plaatse van de kruisingen dienen de haalfilters dieper worden doorgezet.

De bouwkuipen voor de expansielussen kunnen bemalen worden met drains en haalfilters. Gezien de omvang van de bouwkuip dient rekening gehouden te worden met opbolling van de grondwaterstand. Naar verwachting dienen in de bouwkuipen ook bemalingsvoorzieningen worden aangebracht.

De intredeput kan bemalen worden met ontlastingsfilters of verticale haalfilters (zwaartekrachtbemaling) die binnen de damwandconstructie tot een diepte van circa NAP -8 meter worden aangebracht.

Lozing

Naar verwachting wordt het onttrokken grondwater geloosd op het oppervlaktewater. Het gehalte aan onopgeloste bestanddelen is hoger dan de 50 mg/l en vertroebeling van het oppervlaktewater bij lozing van het bemalingswater is dus niet uit te sluiten. Gezien de aanwezigheid van opgelost ijzer is ook verkleuring niet uit te sluiten. Bij de lozing van het bemalingswater dient voldaan te worden aan de voorschriften van het Bal (Besluit activiteiten leefomgeving). Geadviseerd wordt waar nodig mitigerende maatregelen toe te passen. Gedacht kan worden aan een strofilter en/of een bezinkbak.

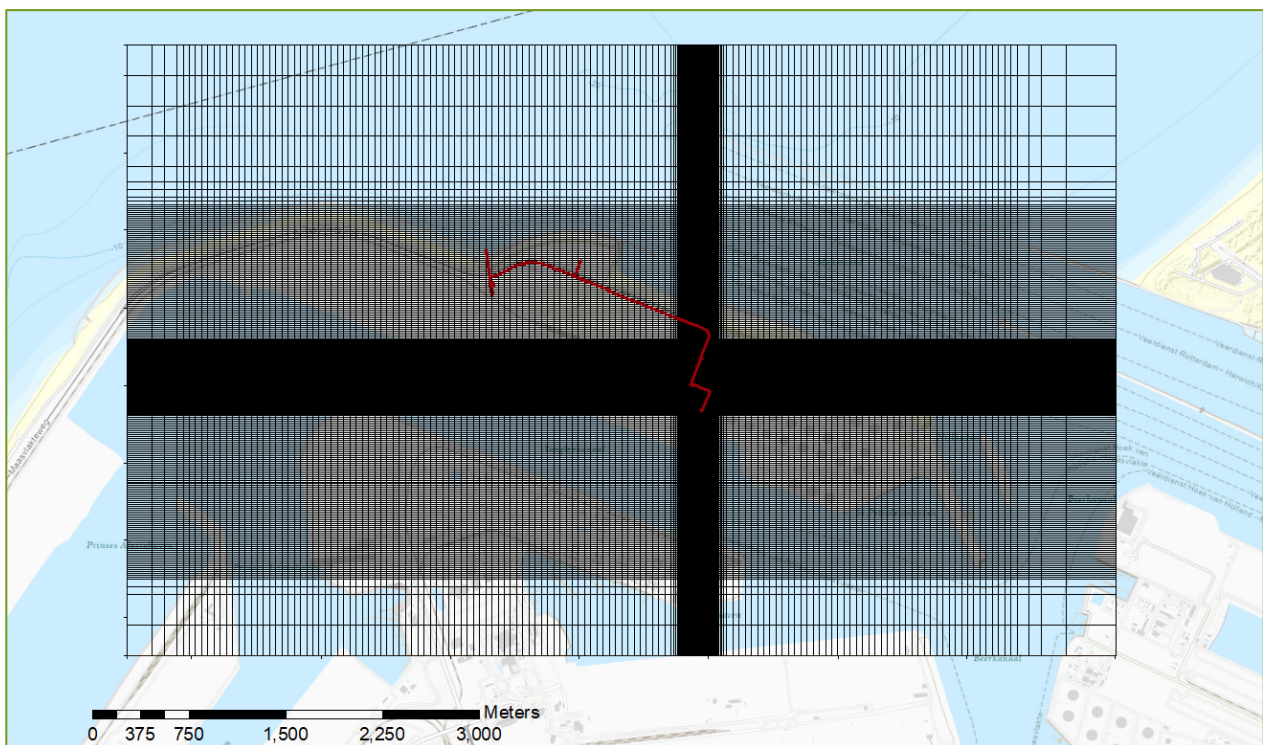
5 Hydrologisch modelonderzoek

5.1 Inleiding

Om inzicht te krijgen in de benodigde bemalingsinspanning en in de hydrologische effecten zijn berekeningen uitgevoerd met het computerprogramma MODFLOW. MODFLOW kan de verzadigde grondwaterstroming stationair en niet-stationair simuleren in drie dimensies.

5.2 Modelgebied en grid

Ten behoeve van de berekeningen is een modelgebied van 7.6 bij 4.7 kilometer aangehouden. Ter plaatse van sleuven en de bouwputten is het netwerk sterk verfijnd. Afbeelding 14 geeft de situering van het modelgebied weer. In dit kader zijn verschillende deelmodellen opgetuigd, in afbeelding 14 is het modelgrid weergegeven waarmee de berekeningen voor het oostelijke deel van het tracé zijn uitgevoerd.



Afbeelding 14. Situering modelgrid.

5.3 Geohydrologische opbouw

De ondergrond is op basis van de hydraulische karakteristieken opgedeeld in zes lagen. Tabel 9 geeft een overzicht van de onderscheiden lagen en de hydraulische karakteristieken die aan de modellagen zijn toegekend.

Tabel 9. Modelschematisatie.

Geohydrologische indeling	Modellaag	Top / basis [m +NAP]	K_n [m/d]	K_v [m/d]
Deklaag (Antropogene ophooglaag)	1	+5.0 tot -3.0	20	10
Deklaag (Antropogene ophooglaag)	2	-3.0 tot -8.0	20	10
Deklaag (Antropogene ophooglaag)	3	-8.0 tot -10.0	5	2.5
Deklaag (Holocene deklaag)	4	-10.0 tot -19.0	10	5
Deklaag (Holocene deklaag)	5	-19.0 tot -21.0	0.1	0.05
WVP 1	6	>- 21.0	50	25

5.4 Plan van aanpak en hydrologische randvoorwaarden

Om de effecten van de bemalingen in beeld te brengen zijn met het grondwatermodel tijdsafhankelijke berekeningen uitgevoerd. Tabel 10 geeft een overzicht van de beschouwde onderdelen. De onderdelen zijn nader omschreven in paragraaf 4.1.

Tabel 10. Karakteristieken onderdelen.

Onderdeel	Alternatief	Uitvoering
Veldstrekkingen	1, 2	Sleuf, open ontgraving, talud 1:1
Kruisingen	1, 2	Sleuf, open ontgraving, grondkerende constructie
Expansielussen	1, 2	Bouwkuip, open ontgraving, talud 1:1
Intredeput DPI	1*, 2	Ontgraving binnen damwand
Microtunnel	1	Ontgraving binnen gesloten schacht

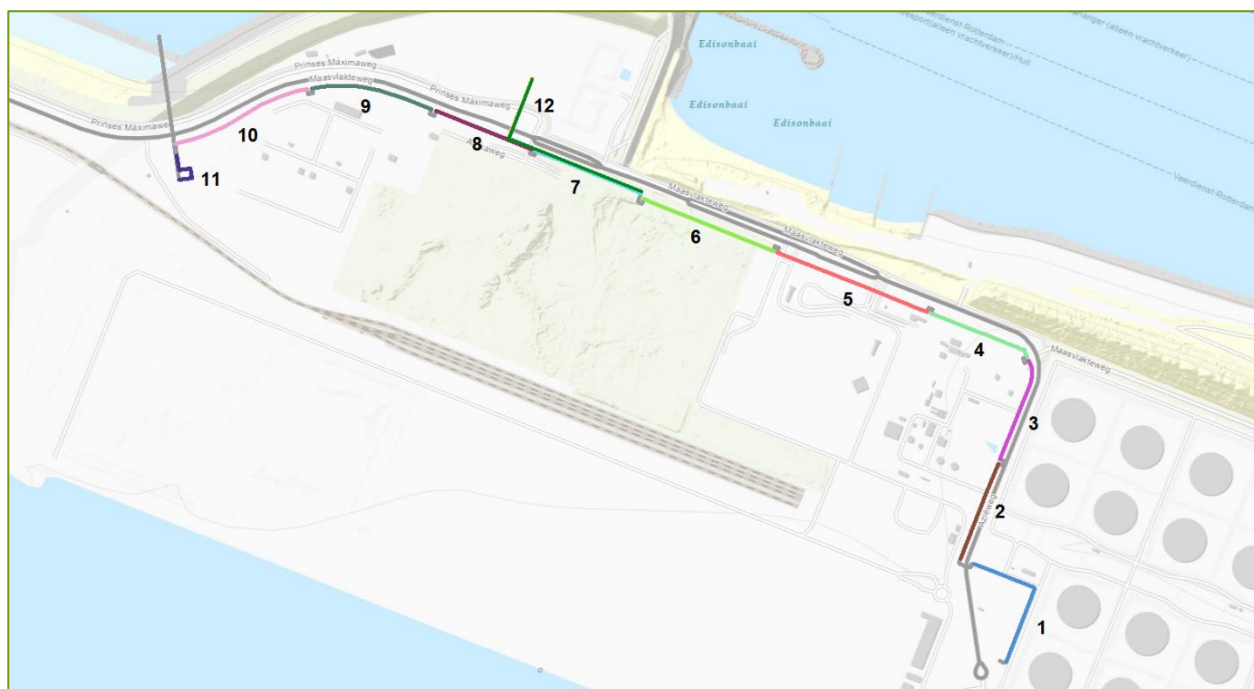
* Onzeker

Met betrekking tot de veldstrekkingen worden 12 deeltrajecten onderscheiden (zie afbeelding 15). Aangenomen wordt dat elk deeltraject in zijn geheel wordt bemalen. De lengte van de deeltrajecten varieert en daarmee ook de bemalingsduur. In dit kader wordt uitgegaan van aanlegssnelheid van 10 m/d plus een opstartperiode van 2 dagen. Een veldstrekking van 200 meter staat dus 22 dagen in de bemaling.

Tabellen 11 t/m 15 geven een overzicht van de karakteristieken en de gehanteerde randvoorwaarden met betrekking tot de veldstrekkingen, kruisingen, expansielussen, intredeput en de microtunnel.

Tabel 11. Karakteristieken en randvoorwaarden kruisingen.

Kruising	Alternatief	Lengte [m]	Breedte [m]	Ontwateringsdiepte [m+NAP]	Bemalingsduur [d]
1	1, 2	15	3.0	1.0	30
2 (2 stuks)	1, 2	10	3.0	1.0	30
3	1	8	3.0	1.0	30
4	2	24	3.0	1.0	30



Afbeelding 15. Situering deeltrajecten.

Tabel 12. Karakteristieken en randvoorwaarden intredeput DPI.

Alternatief	Lengte [m]	Breedte [m]	Ontwateringsdiepte [m+NAP]	Bemalingsduur [d]
1*, 2	19.5	6.5	-1.0	30

* Onzeker

Tabel 13. Karakteristieken en randvoorwaarden veldstrekkingen.

Deeltraject	Alternatieven	Lengte [m]	Breedte [m]	Ontwateringsdiepte [m+NAP]	Bemalingsduur [d]
1	1, 2	284	6.3	2.6	31
2	1, 2	202	6.3	2.6	23
3	1, 2	207	6.3	2.6	23
4	1, 2	213	6.3	2.6	24
5	1, 2	319	6.3	2.6	34
6	1, 2	275	6.3	2.6	30
7	1, 2	225	6.3	2.6	25
8	2	204	6.3	2.6	23
9	2	245	6.3	2.6	27
10	2	285	6.3	2.6	31
11	2	96	6.3	2.6	12
12	1	184	6.3	2.6	21

Tabel 14. Karakteristieken en randvoorwaarden expansielussen.

Kruising	Alternatief	Lengte [m]	Breedte [m]	Ontwateringsdiepte [m+NAP]	Bemalingsduur [d]
1	1, 2	29	13	0.7	45
2	1, 2	29	13	0.7	45
3	1, 2	29	13	0.7	45
4	1, 2	29	13	0.7	45
5	1, 2	29	20	0.7	45
6	2	29	13	0.7	45
7	2	29	13	0.7	45
8	2	29	13	0.7	45

Tabel 15. Karakteristieken en randvoorwaarden Microtunnel.

Alternatief	Diepte [m]	Diameter [m]	Ontwateringsdiepte [m+NAP]	Bemalingsduur [d]
1	80	20	-37.3	Duur van de ontgraving

Met het grondwatermodel zijn voor alle onderdelen de benodigde debieten en het waterbezwaar doorgerekend bij een gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en een gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG).

In dit kader zijn de volgende scenario's doorgerekend:

- Scenario 1: Alternatief 1, GLG (NAP +1.0 meter)
- Scenario 2: Alternatief 1, GHG (NAP +3.0 meter)
- Scenario 3: Alternatief 2, GLG (NAP +1.0 meter)
- Scenario 4: Alternatief 2, GHG (NAP +3.0 meter)

5.5 Berekenende debieten en waterbezwaar

Op iteratieve wijze is het bemalingsdebiet voor de vereiste verlagingen berekend. In tabellen 16 en 17 zijn de berekende debieten en het waterbezwaar weergegeven voor scenario's 1 en 2 (Alternatief 1) en in tabellen 18 en 19 de berekende debieten en het waterbezwaar voor scenario's 3 en 4 (Alternatief 2).

Het maximaal berekende debiet (aanvangsdebiet) wordt berekend voor de ontwatering van expansielus 5 en bedraagt 2600 m³/d. Afhankelijk van de fasering van de bemalingen kan het maximale debiet hoger uitvallen. Een resume van de bevindingen is opgenomen in tabel 20. Voor alternatief 1 varieert het totaal berekende waterbezwaar tussen 57.680 m³ (GLG) en 590.260 m³ (GHG), voor alternatief 2 varieert het totaal berekende waterbezwaar tussen 77.250 m³ (GLG) en 849.000 m³ (GHG).

Het berekende waterbezwaar, uitgaande van de GHG, betreft een worst-case scenario. Gezien het dynamische karakter van de grondwaterstanden zal het daadwerkelijke waterbezwaar aanzienlijk lager uitvallen.

Tabel 16. Berekende debieten en waterbezwaar Alternatief 1 (scenario 1).

Scenario	Onderdeel	GWS [m+NAP]	Duur bemaling [d]	Aanvangsdebiet [m ³ /d]	Eindebriet [m ³ /d]	Gemiddeld debiet [m ³ /d]	Waterbezwaar [m ³]
1	Veldstrekking 1	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
1	Veldstrekking 2	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
1	Veldstrekking 3	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
1	Veldstrekking 4	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
1	Veldstrekking 5	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
1	Veldstrekking 6	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
1	Veldstrekking 7	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
1	Veldstrekking 12	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
1	Kruising 1	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
1	Kruising 2	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
1	Kruising 3	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
1	Expansielus 1	+1.0	45	310	195	200	9.000
1	Expansielus 2	+1.0	45	310	195	200	9.000
1	Expansielus 3	+1.0	45	310	195	200	9.000
1	Expansielus 4	+1.0	45	310	200	205	9.925
1	Expansielus 5	+1.0	45	310	220	225	10.125
1	Microtunnel	+1.0					7.630*
1	Intredeput**	+1.0	30	110	105	100	3.000
						Totale onttrekking [m³]:	57.680

* Tijdens verwijderen grond en leegpompen schacht **Optioneel

Tabel 17. Berekende debieten en waterbezwaar Alternatief 1 (scenario 2).

Scenario	Onderdeel	GWS [m+NAP]	Duur bemaling [d]	Aanvangsdebiet [m ³ /d]	Einddebiet [m ³ /d]	Gemiddeld debiet [m ³ /d]	Waterbezwaar [m ³]
2	Veldstrekking 1	+3.0	31	1.530	665	726	22.500
2	Veldstrekking 2	+3.0	23	1.200	570	622	14.300
2	Veldstrekking 3	+3.0	23	1.210	580	635	14.600
2	Veldstrekking 4	+3.0	24	1.250	605	656	15.800
2	Veldstrekking 5	+3.0	34	1.770	835	885	30.100
2	Veldstrekking 6	+3.0	30	1.550	735	787	23.600
2	Veldstrekking 7	+3.0	25	1.320	625	680	17.000
2	Veldstrekking 12	+3.0	25	1.320	625	680	17.000
2	Kruising 1	+3.0	30	990	735	757	22.700
2	Kruising 2	+3.0	30	1.420	970	1.007	30.200
2	Kruising 3	+3.0	30	720	570	583	17.500
2	Expansielus 1	+3.0	45	2.280	1.465	1.516	68.200
2	Expansielus 2	+3.0	45	2.250	1.470	1.511	68.000
2	Expansielus 3	+3.0	45	2.240	1.490	1.528	68.800
2	Expansielus 4	+3.0	45	2.240	1.490	1.528	68.800
2	Expansielus 5	+3.0	45	2.600	1.665	1.711	77.000
2	Microtunnel	+3.0					7.860
2	Intredeput**	+3.0	30	220	215	210	6.300
						Totale onttrekking [m³]:	590.260

* Tijdens verwijderen grond en leegpompen schacht **Optioneel

Tabel 18. Berekende debieten en waterbezwaar Alternatief 2 (scenario 3).

Scenario	Onderdeel	GWS [m+NAP]	Duur bemaling [d]	Aanvangsdebiet [m ³ /d]	Eindebriet [m ³ /d]	Gemiddeld debiet [m ³ /d]	Waterbezwaar [m ³]
3	Veldstrekking 1	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
3	Veldstrekking 2	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
3	Veldstrekking 3	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
3	Veldstrekking 4	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
3	Veldstrekking 5	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
3	Veldstrekking 6	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
3	Veldstrekking 7	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
3	Veldstrekking 8	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
3	Veldstrekking 9	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
3	Veldstrekking 10	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
3	Veldstrekking 11	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
3	Kruising 1	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
3	Kruising 2	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
3	Kruising 4	+1.0	N.v.t.	0	0	0	0
3	Expansielus 1	+1.0	45	310	195	200	9.000
3	Expansielus 2	+1.0	45	310	195	200	9.000
3	Expansielus 3	+1.0	45	310	195	200	9.000
3	Expansielus 4	+1.0	45	310	200	205	9.925
3	Expansielus 5	+1.0	45	310	220	225	10.125
3	Expansielus 6	+1.0	45	310	200	205	9.225
3	Expansielus 7	+1.0	45	310	200	205	9.225
3	Expansielus 8	+1.0	45	310	205	210	9.450
3	Intredeput DPI	+1.0	30	110	105	100	3.000
						Totale onttrekking [m³]:	77.250

Tabel 19. Berekende debieten en waterbezwaar Alternatief 2 (scenario 4).

Scenario	Onderdeel	GWS [m+NAP]	Duur bemaling [d]	Aanvangsdebiet [m ³ /d]	Eindebriet [m ³ /d]	Gemiddeld debiet [m ³ /d]	Waterbezwaar [m ³]
4	Veldstrekking 1	+3.0	31	1.530	665	726	22.500
4	Veldstrekking 2	+3.0	23	1.200	570	622	14.300
4	Veldstrekking 3	+3.0	23	1.210	580	635	14.600
4	Veldstrekking 4	+3.0	24	1.250	605	656	15.800
4	Veldstrekking 5	+3.0	34	1.770	835	885	30.100
4	Veldstrekking 6	+3.0	30	1.550	735	787	23.600
4	Veldstrekking 7	+3.0	25	1.320	625	680	17.000
4	Veldstrekking 8	+3.0	23	1.200	575	630	14.500
4	Veldstrekking 9	+3.0	27	1.400	660	711	19.200
4	Veldstrekking 10	+3.0	31	1.600	765	813	25.200
4	Veldstrekking 11	+3.0	12	550	335	367	4400
4	Kruising 1	+3.0	30	990	735	757	22.700
4	Kruising 2	+3.0	30	1.420	970	1.007	30.200
4	Kruising 4	+3.0	30	1.250	900	923	27.700
4	Expansielus 1	+3.0	45	2.280	1.465	1.516	68.200
4	Expansielus 2	+3.0	45	2.250	1.470	1.511	68.000
4	Expansielus 3	+3.0	45	2.240	1.490	1.528	68.800
4	Expansielus 4	+3.0	45	2.240	1.490	1.528	68.800
4	Expansielus 5	+3.0	45	2.600	1.665	1.711	77.000
4	Expansielus 6	+3.0	45	2.330	1.500	1.549	69.700
4	Expansielus 7	+3.0	45	2.300	1.490	1.533	69.000
4	Expansielus 8	+3.0	45	2.350	1.550	1.596	71.800
4	Intredeput DPI	+3.0	30	220	215	210	6.300
						Totale onttrekking [m³]:	849.000

Tabel 20. Resume waterbezwaar.

Scenario	Alternatief	GWS [m+NAP]	Waterbezwaar [m3]
1	1	+1.0	57.680
2	1	+3.0	590.260
3	2	+1.0	77.250
4	2	+3.0	849.000

5.6 Effecten bemalingsactiviteiten

Grondwaterstandsverlagingen

De berekende grondwaterstandsverlagingen zijn opgenomen in bijlage 5. Figuur 1 geeft de berekende verlagingen weer tijdens de GHG, figuur 2 geeft de berekende verlagingen weer tijdens de GLG.

6 Beschouwing grondwaterafhankelijke belangen

Inleiding

De werkzaamheden dienen in den droge uitgevoerd te worden en hiervoor is een tijdelijke bemaling noodzakelijk. De voorgenomen activiteiten vinden plaats op de Maasvlakte. Dit betekent dat het waterschap Hollandse Delta bevoegd gezag is. Het waterschap staat niet afwijzend ten opzichte van tijdelijke bemalingen. Echter om de bestaande grondwater afhankelijke belangen te kunnen waarborgen mogen er geen onaanvaardbare effecten in de omgeving optreden. Met betrekking tot de bestaande grondwaterafhankelijke belangen mag de bemaling niet leiden tot:

- de verplaatsing van de zoet-zout grens (verzilting);
- aantasten van natuurwaarden;
- aantasting van monumenten en aardkundige waarden;
- landbouwschade;
- een negatieve beïnvloeding van WKO-systemen en overige grondwateronttrekkingen;
- optreden van onaanvaardbare zettingen;
- verplaatsing van grondwaterverontreinigingen;
- optreden van onaanvaardbare zettingen.

Om meer inzicht te krijgen in de potentiële invloed van de bemaling op de omgeving is een Inventarisatie uitgevoerd waarbij de bestaande grondwaterafhankelijke belangen in kaart zijn gebracht. Op basis van de berekende grondwaterstandsverlagingen is vervolgens onderzocht in hoeverre de bemaling een negatieve invloed op de omliggende belangen kan hebben.

6.1 Effecten op brak-zout grensvlak

Het ondiepe freatische grondwater in de top van de deklaag heeft een zoet water signatuur. De overgang zoet naar brak en van brak naar zout water [1000 mg Cl/l] liggen waarschijnlijk ook in de deklaag. Gezien de situering van het tracé (omgeven door zout oppervlaktewater) kan aangenomen worden dat de bemaling niet tot een onacceptabele verzilting gaat leiden.

6.2 Effecten op WKO systemen en overige onttrekkingen

Grondwaterbeschermingsgebieden

In het invloedsgebied van de bemaling zijn geen grondwaterbeschermingsgebieden aanwezig.

Onttrekkingen

Afbeelding 16 geeft de geregistreerde grondwateronttrekkingen weer (blauwe punten). In het invloedsgebied van de bemalingen is één geregistreerde grondwateronttrekking aanwezig. Ter plaatse van de bron wordt een maximale grondwaterstandsverlaging van 0.06 meter berekend. Gezien de geringe verlaging zal de bron niet droogvallen en is geen nadelig effect op de onttrekkingscapaciteit te verwachten.

WKO systemen

In het invloedsgebied van de bemaling zijn geen open- en gesloten WKO systemen aanwezig (bron:wkotool.nl).

6.3 Effecten op archeologische monumenten en aardkundige waarden

Archeologie

In het invloedsgebied van de bemaling zijn geen archeologische monumenten aanwezig.

Aardkundig waardevolle gebieden

In het invloedsgebied van de bemaling zijn geen aardkundig waardevolle gebieden aanwezig.



Afbeelding 16. Situering geregistreerde grondwateronttrekking.

6.4 Effecten op bodem- en grondwaterverontreinigingen

Raadpleging van de DCMR website (Milieudienst Rijnmond, bron: <https://dcmr.gisinternet.nl/>) heeft uitgewezen dat het grondwater in de omgeving van het tracé lokaal licht verontreinigd (>streefwaarde) is met arseen, molybdeen, naftaleen, trichlooretheen (MWH B.V., 2008 en Tauw, 2016) en xylenen (ATKB, 2010).

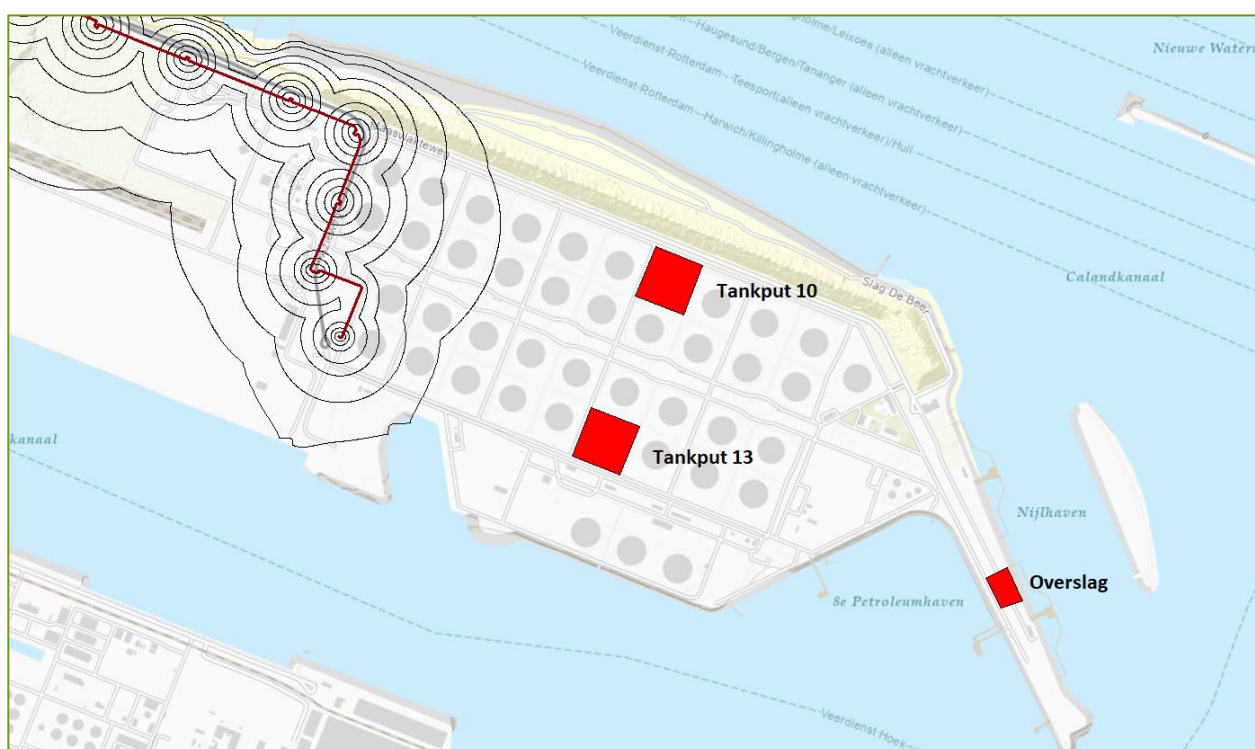
Door Antea Group is een milieukundig onderzoek uitgevoerd ter plaatse van het Porthos tracé:

- Verkennend bodemonderzoek Porthos – onshore pipeline (DN1050 CO₂-leiding) van Shell Pernis tot Maasvlakte 1 Rotterdam, Vondelingenplaat, Botlek en Europoort (sectie 3,4 en 5), d.d. 14 januari 2022.

Middels het bodemonderzoek zijn mogelijke verontreinigde locaties in beeld gebracht. In bijlage 6 zijn de situatietekeningen opgenomen met de onderzoekspunten en de ligging van de verdachte deellocaties uit het historisch bodemonderzoek. Volgens de situatietekeningen zijn er ter plaatse en in de directe omgeving van het Aramis tracé geen grondwaterverontreinigingen aanwezig.

Ten oosten van het tracé, op het terrein van Maasvlakte Olie Terminal (MOT) aan de Maasvlakteweg 975, is de grond en het grondwater lokaal verontreinigd met minerale olie. De situatie wordt door de Milieudienst als potentieel ernstig bestempeld en op het terrein wordt de kwaliteit van het grondwater actief gemonitord.

Uit de reguliere monitoringsrapportage 2022 (Royal Haskoning, 2022) kan opgemaakt worden dat er drie locaties zijn waar sprake is van een ernstige grondwaterverontreiniging met minerale olie (C10-C40) en BTEX-componenten: tankputten 10 en 13 en het overslagpunt (zie afbeelding 17). Uit de afbeelding 17 is op te maken dat de grondwaterverontreinigingen buiten het invloedsgebied van de bemaling vallen en dat er dus geen risico is op verspreiding van verontreinigingen.



Afbeelding 17. Situering grondwaterverontreinigingen en berekende verlaging [m].

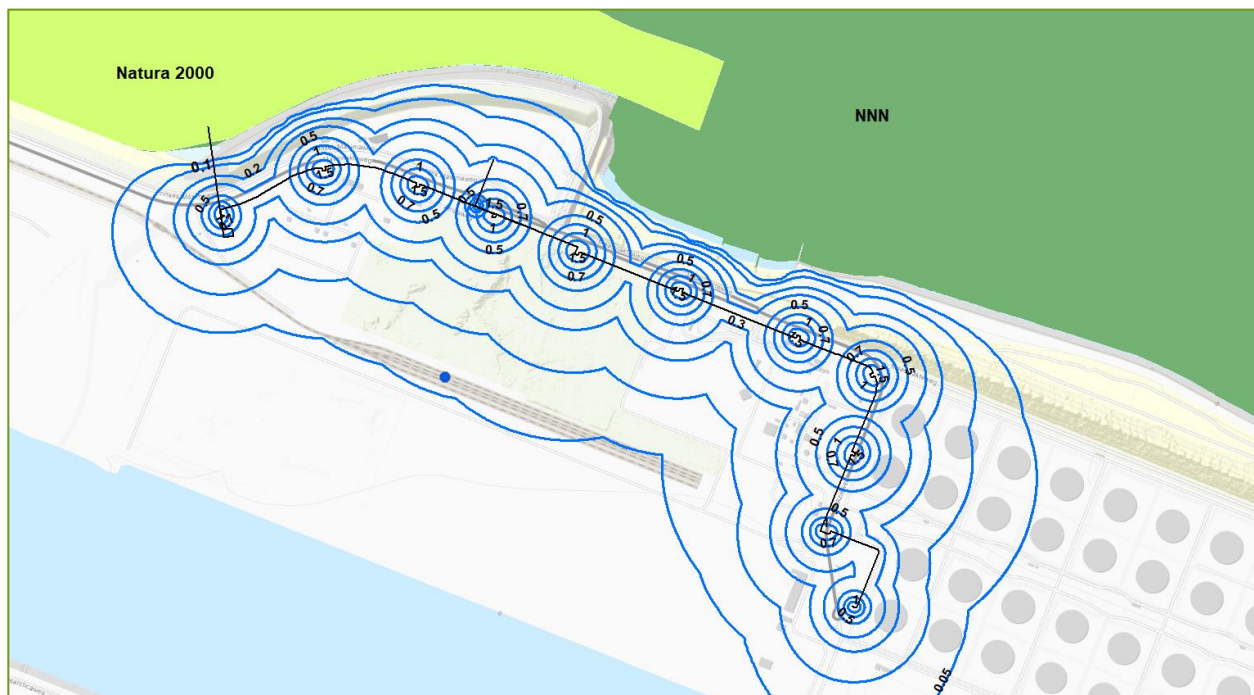
6.5 Effecten op landbouw

In het invloedsgebied van de bemaling wordt geen landbouw bedreven.

6.6 Effecten op natuurwaarden

Ten noorden van het projectgebied ligt het Natura 2000 gebied De Voordelta (VR+HR). De Voordelta omvat het ondiepe zeegedeelte van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta. Het gebied wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van een gevarieerd en dynamisch milieu van kustwateren (zout), intergetijdengebied en stranden, dat een relatief beschutte overgangszone vormt tussen de (voormalige) estuaria en volle zee (bron: natura2000gebieden.nl). In westelijke richting, ter hoogte van de Edison Baai, gaat het Natura 200 gebied over in een NNN-gebied (Natuur Netwerk Nederland).

De bemalingen hebben geen invloed op het oppervlaktewaterpeil en de watersamenstelling van de oppervlaktewaterlichamen en hebben dus ook geen effect op de natuurwaarden.



Afbeelding 18. Situering Natura 2000 gebied (lichtgroen) en NNN gebied (donkergroen).

6.7 Effecten op groenvoorzieningen

In het invloedsgebied van de bemaling zijn bosschages en bomen aanwezig.

6.8 Effecten op de bestaande infrastructuur

Gezien het zandige karakter van de deklaag en met het oog op de bemalingen die reeds in het gebied zijn uitgevoerd wordt het risico op schade door zettingen beperkt geacht. Kabels en leidingen kunnen doorgaans enige zettingen ondergaan zonder dat schade ontstaat. Leidingen kunnen, afhankelijk van het type leiding, ook enige zetting ondergaan zonder dat schade ontstaat.

De aanleg van de leiding dient besproken te worden met overige leidingeigenaren via de geldende procedures. Aanbevolen wordt om de noodzaak van een eventuele zettingsberekening met de K&L eigenaren bespreken.

7 Vergunningen en meldingen

Grondwateronttrekking

Voor de voorwaarden m.b.t. de bemaling wordt verwezen naar bijlage 7. De onderzoekslocatie ligt niet in een kwetsbaar gebied en/of milieubeschermingsgebied.

De wateronttrekkingsactiviteit is niet vergunningsplichtig in het kader van de Omgevingswet indien:

- Niet meer dan 150 m³ per uur wordt onttrokken;
- Niet meer dan 50.000 m³ per maand wordt onttrokken;
- Niet meer dan 200.000 m³ in totaal wordt onttrokken;
- De bemaling niet langer dan 6 maanden duurt.

Aangezien de grondwateronttrekkingen langer dan 6 maanden duren zijn de bemalingsactiviteiten vergunningsplichtig in het kader van de Omgevingswet.

Omgevingsvergunning en aanmeldnotitie

Sinds de wijziging van het Besluit m.e.r. op 7 juli 2017 zijn de bemalingsactiviteiten, indien vergunningsplichtig ook m.e.r. beoordelingsplichtig. In dat geval moet er naast een effectenstudie dus ook een aanmeldingsnotitie worden opgesteld en dient de wettelijke m.e.r.-beoordelingsprocedure doorlopen te worden.

Lozing

Bij de lozing van het bemalingswater dient voldaan te worden aan de lozingseisen. De benodigde meldingen en/of vergunningen hangen af van de manier van lozen. Afhankelijk van de locatie, de debieten en de kwaliteit van het onttrokken grondwater zijn er vier lozingsopties:

- 1 Lozen op de bodem
- 2 Lozen in de bodem (retourbemaling)
- 3 Lozen op het riool
- 4 Lozen op het oppervlaktewater

Een nadere beschouwing van de lozingsopties (zie bijlage 8) heeft uitgewezen dat qua robuustheid en met het oog op de omliggende belangen (risico's) lozing op het oppervlaktewater de voorkeur geniet.

Bij de lozing van het bemalingswater op het oppervlaktewater dient voldaan te worden aan de voorschriften van het BAL (Besluit activiteiten Leefomgeving) en waar nodig dienen mitigerende maatregelen toegepast te worden. Gedacht kan worden aan een strofilter en/of een bezinkbak.

De lozing is naar verwachting, qua kwantiteit- en kwaliteit, niet vergunningsplichtig in het kader van de Omgevingswet. Wel is een melding benodigd.

Noot: Geadviseerd wordt om met Rijkswaterstaat in overleg te treden met betrekking tot de lozingsvoorschriften.

7.1 Monitoring

In overleg met het Waterschap Hollandse Delta dient een monitoringsplan te worden opgesteld. Het monitoringsplan omvat de meetlocaties, de te analyseren parameters, meetfrequentie, grens- en actiewaarden en een actie- en communicatieplan.

8 Samenvatting

Op dit moment wordt gewerkt aan CCS in het Rotterdams havengebied in het kader van het Porthos CO₂ transport- en opslagproject. In dat project wordt afgevangen CO₂ van verschillende industriële bedrijven in het Rotterdamse havengebied met een landleiding via een compressorstation op de Maasvlakte en vervolgens middels een zeeleiding naar nabijgelegen lege gasvelden onder de Noordzee getransporteerd en daar permanent opgeslagen. Om de klimaatdoelstellingen te halen, is er behoefte aan additionele transportinfrastructuur voor CO₂, waarmee meerdere opslaglocaties op zee worden ontsloten voor meer industriële emissiebronnen. Het Aramis initiatief speelt in op die behoefte middels de realisatie van een extra transportleiding. De beoogde transportleiding wordt in den droge gerealiseerd en hiertoe is een tijdelijke bemaling noodzakelijk. In het onderhavige rapport zijn de lokale geohydrologische situatie, het te verwachten waterbezwaar en de effecten en mogelijke risico's van de bemaling beschouwd.

Geohydrologie

Op basis van de boringen en sonderingen kan opgemaakt worden dat de deklaag tot een diepte van circa NAP -19 meter voornamelijk is opgebouwd uit zand. De zanden hebben een variërende siltgehalte en worden doorsneden door dunne kleilaagjes. De zanden tot een diepte van circa NAP -8 meter zijn kunstmatig aangebracht en betreffen dus een antropogene laag waarmee het gebied is opgehoogd. Deze zanden zijn in het algemeen grover dan de dieper gelegen afzettingen. Uit de boringen die in het kader van de Porthos leiding zijn gezet is op te maken dat de deklaag lokaal matig grove tot zeer grove zandlagen bevat. De dieper gelegen afzettingen zijn onder natuurlijke condities afgezet. Op basis van de falling-head proeven en de boorbeschrijvingen wordt de gemiddelde doorlatendheid van de ophooglaag geschat op 20 m/d.

Door de getijdewerking kan het peil van de oppervlaktewateren sterk fluctueren. Het peil varieert in het algemeen tussen NAP +1,50 m en NAP -1,00 m (bron: AnteaGroup, 2020).

De grondwaterstanden en stijghoogten ter plaatse van het projectgebied zijn ontleend aan het geohydrologische rapport dat is opgesteld voor de Porthos leiding. Voor het projectgebied zijn de volgende karakteristieken afgeleid:

- Gemiddeld laagste grondwaterstand: NAP +1.0 meter
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand: NAP +3.0 meter
- Gemiddeld laagste stijghoogte WVP 1: NAP -0.3 meter
- Gemiddeld hoogste stijghoogte WVP 1: NAP +0.6 meter

Uit de analyseresultaten is op te maken dat het freatische grondwater een zoet water signatuur heeft. Naar verwachting is het grondwater in het onderste deel van de deklaag brak tot zout. In alle peilbuizen wordt opgelost ijzer (FE-II) aangetroffen wat op anaerobe condities duidt. Het water wordt tevens gekarakteriseerd door een relatief hoge concentratie aan onopgeloste bestanddelen.

De Aramis leiding

Met betrekking tot de kruising van de Maasgeul zijn twee alternatieven uitgewerkt. In het eerste alternatief (Alternatief 1) wordt de kruising uitgevoerd middels microtunneling en in het tweede alternatief (Alternatief 2) wordt de kruising uitgevoerd middels de direct pipe methode (DPI). De lengte van het tracé dat middels een open ontgraving wordt aangelegd is alternatief afhankelijk. Indien de keuze valt op alternatief 1 bedraagt de lengte van het tracé 1990 meter, uitgaande van alternatief 2 bedraagt de lengte 2880 meter. Naast de reguliere veldstrekkingsen omvat de leiding diverse expansielussen en kruisingen.

Bemalingsontwerp en opbarsten

De ondergrond is tot een diepte van NAP -8 meter voornamelijk opgebouwd uit (opgespoten) zand. Lokaal wordt dit zandpakket doorsneden door dunne kleilaagjes met een veelal beperkte verspreiding. Met betrekking tot de veldstrekkingen is er geen verhoogd risico op opbarsten. Gezien de aanwezigheid van scheidende laagjes is het risico op opbarsten van ondiepe scheidende laagjes ter plaatse van de expansielussen en de kruisingen niet geheel uit te sluiten. Dit risico kan echter weggenomen worden door de bemaling uit te voeren met verticale haalfilters (zwaartekrachtbemaling) die voldoende diep worden door aangebracht.

Ter plaatse van de veldstrekkingen kan de bemaling uitgevoerd worden met verticale haalfilters (zwaartekrachtbemaling) die aan weerszijden van de sleuf met een geringe h.o.h. afstand tot op circa NAP +0 meter (veldstrekking) worden aangebracht. Ter plaatse van de kruisingen dienen de haalfilters dieper worden doorgezet. De bouwkuipen voor de expansielussen kunnen bemalen worden met drains en haalfilters. Gezien de omvang van de bouwkuip dient rekening gehouden te worden met opbolling van de grondwaterstand. Naar verwachting dienen in de bouwkuipen ook bemalingsvoorzieningen worden aangebracht. De intredeput kan bemalen worden met ontlastingsfilters of verticale haalfilters (zwaartekrachtbemaling) die binnen de damwandconstructie tot een diepte van circa NAP -8 meter worden aangebracht.

Een nadere beschouwing van de lozingsopties (zie bijlage 8) heeft uitgewezen dat qua robuustheid en met het oog op de omliggende belangen (risico's) lozing op het oppervlaktewater de voorkeur geniet en naar verwachting wordt het onttrokken grondwater geloosd op het oppervlaktewater. Het gehalte aan onopgeloste bestanddelen is hoger dan 50 mg/l en vertroebeling van het oppervlaktewater bij lozing van het bemalingswater is dus niet uit te sluiten. Gezien de aanwezigheid van opgelost ijzer is ook verkleuring niet uit te sluiten. Bij de lozing van het bemalingswater dient voldaan te worden aan de voorschriften van het Bal (besluit activiteiten leefomgeving). Geadviseerd wordt waar nodig mitigerende maatregelen toe te passen. Gedacht kan worden aan een strofilter en/of een bezinkbak.

Debieten en waterbezwaar

Met een grondwatermodel zijn voor alle onderdelen de benodigde debieten en het waterbezwaar doorgerekend bij een gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en een gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG).

In dit kader zijn de volgende scenario's doorgerekend:

- Scenario 1: Alternatief 1, GLG (NAP +1.0 meter)
- Scenario 2: Alternatief 1, GHG (NAP +3.0 meter)
- Scenario 3: Alternatief 2, GLG (NAP +1.0 meter)
- Scenario 4: Alternatief 2, GHG (NAP +3.0 meter)

Het maximaal berekende debiet (aanvangsdebiet) wordt berekend voor de ontwatering van expansielus 5 en bedraagt 2.600 m³/d. Afhankelijk van de fasering van de bemalingen kan het maximale debiet hoger uitvallen. Voor alternatief 1 varieert het totaal berekende waterbezwaar tussen 57.680 m³ (GLG) en 590.260 m³ (GHG), voor alternatief 2 varieert het totaal berekende waterbezwaar tussen 77.250 m³ (GLG) en 849.000 m³ (GHG). Het berekende waterbezwaar, uitgaande van de GHG, betreft een worst-case scenario. Gezien het dynamische karakter van de grondwaterstanden zal het daadwerkelijke waterbezwaar aanzienlijk lager uitvallen.

Afgeleide effecten

In het invloedsgebied van de bemalingen zijn geen archeologische monumenten, open- en gesloten WKO systemen, landbouwgebieden en groenvoorzieningen aanwezig. Tevens ligt het invloedsgebied van de bemaling niet in een grondwaterbeschermingsgebied of aardkundig waardevol gebied.

Brak-zout grensvlak

Het ondiepe freatische grondwater in de top van de deklaag heeft een zoet water signatuur. De overgangen van zoet naar brak en van brak naar zout water [1000 mg Cl/l] liggen waarschijnlijk ook in de deklaag. Gezien de situering van het tracé (omgeven door zout oppervlaktewater) kan aangenomen worden dat de bemaling niet tot een onacceptabele verzilting gaat leiden.

Grondwateronttrekkingen

In het invloedsgebied van de bemalingen is één geregistreerde grondwateronttrekking aanwezig. Ter plaatse van de bron wordt een maximale grondwaterstandsverlaging van 0.06 meter berekend. Gezien de geringe verlaging zal de bron niet droogvallen en is geen nadelig effect op de onttrekkingscapaciteit te verwachten.

Grond- en grondwaterverontreinigingen

Middels een milieukundig onderzoek en historisch bodemonderzoek zijn mogelijke verontreinigde locaties in beeld gebracht. Op basis van de onderzoeken kan geconcludeerd worden dat er ter plaatse en in de directe omgeving van Aramis tracé geen ernstige en urgente grondwaterverontreinigingen aanwezig. Ten oosten van het tracé, op het terrein van Maasvlakte Olie Terminal (MOT) aan de Maasvlakteweg 975, is de grond en het grondwater verontreinigd met minerale olie. De situatie wordt door de Milieudienst als potentieel ernstig bestempeld en op het terrein wordt de kwaliteit van het grondwater actief gemonitord.

Uit de reguliere monitoringsrapportage 2022 (Royal Haskoning, 2022) kan opgemaakt worden dat er drie locaties zijn waar sprake is van een ernstige grondwaterverontreiniging met minerale olie (C10-C40) en BTEX-componenten: tankputten 10 en 13 en het overslagpunt. De grondwaterverontreinigingen zijn echter gesitueerd buiten het invloedsgebied van de bemaling en er is dus geen risico op verspreiding van verontreinigingen.

Natuurwaarden

Ten noorden van het projectgebied ligt het Natura 2000 gebied De Voordelta (VR+HR). De Voordelta omvat het ondiepe zeegedeelte van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta. Het gebied wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van een gevarieerd en dynamisch milieu van kustwateren (zout), intergetijdengebied en stranden, dat een relatief beschutte overgangszone vormt tussen de (voormalige) estuaria en volle zee. In westelijke richting, ter hoogte van de Edison Baai, gaat het Natura 200 gebied over in een NNN gebied (Natuur Netwerk Nederland). De bemalingen hebben geen invloed op het oppervlaktewaterpeil en de watersamenstelling van de oppervlaktewaterlichamen en hebben dus ook geen effect op de natuurwaarden.

Zettingen en risicovolle objecten

Gezien het zandige karakter van de deklaag en met het oog op de bemalingen die reeds in het gebied zijn uitgevoerd wordt het risico op schade door zettingen beperkt geacht. Kabels en leidingen kunnen doorgaans enige zettingen ondergaan zonder dat schade ontstaat. Leidingen kunnen, afhankelijk van het type leiding, ook enige zetting ondergaan zonder dat schade ontstaat.

De aanleg van de leiding dient besproken te worden met overige leidingeigenaren via de geldende procedures. Aanbevolen wordt om de noodzaak van een eventuele zettingsberekening met de K&L eigenaren bespreken.

Vergunningen en meldingen

Aangezien de grondwateronttrekkingen langer dan 6 maanden duren zijn de bemalingsactiviteiten vergunningsplichtig in het kader van de Omgevingswet.

Een nadere beschouwing van de lozingsopties heeft uitgewezen dat qua robuustheid en met het oog op de omliggende belangen (risico's) lozing op het oppervlaktewater de voorkeur geniet. De lozing is naar verwachting, qua kwantiteit- en kwaliteit, niet vergunningsplichtig in het kader van de Omgevingswet. Wel is een melding benodigd.

Aanbevelingen/aandachtspunten vervolgtraject

- Een nadere beschouwing van de lozingsopties heeft uitgewezen dat het lozen van het onttrokken grondwater op het oppervlaktewater het meest kansrijk is. Op basis van de beschikbare gegevens wordt verwacht dat het onttrokken water aan de lozingseisen voldoet en dat de lozing zowel kwantitatief als kwalitatief niet vergunningsplichtig is. Geadviseerd wordt om met Rijkswaterstaat in overleg te treden met betrekking tot de lozingsvoorschriften.
- De aanleg van de leiding dient besproken te worden met overige leidingeigenaren via de geldende procedures. Aanbevolen wordt om de noodzaak van een eventuele zettingsberekening met de K&L eigenaren bespreken.

9 Literatuur

- TNO, 2023. REGIS II.2 Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond (DINO).
- AnteaGroup, 2020. Geohydrologisch rapport, Bureau studie Porthos tracé (DN1050 CO2 leiding) tussen Shell Pernis en Maasvlakte 2, documentnummer 453199-BS-GHR-01.
- Antea Group, 2022a. Geohydrologisch rapport Constructiefase, Porthos Onshore Pipeline Lot 1&2 Engineeringfase, documentnummer DE10354-0065.
- Antea Group, 2022b. Verkennend bodemonderzoek Porthos – onshore pipeline (DN1050 CO2-leiding) van Shell Pernis tot Maasvlakte 1 Rotterdam, Maasvlakte en Europoort (sectie 3, 4 en 5), documentnummer 0465543-MKO-01.
- RHDHV, 2012. Grondwater onttrekkingen t.b.v. kadeconstructies TEW, MER realisatie insteekhaven en afmeergelegenheden Tankterminal Europoort West, kenmerk 9X2667.02/R0008/Rev9/Rott.
- RHDHV, 2022. Reguliere monitoring grondwater 2022, kenmerk BI3851 -IB-CO-221104-1526.
- MWH B.V., 2008. Eind- en nulsituatie bodemonderzoek Europaweg te Rotterdam (terugname van BAM en uitgifte aan Euromax), kenmerk B08A0403.
- ATKB, 2010. Nulsituatie bodemonderzoek, Prinses Maximaweg te Rotterdam Maasvlakte, rapportnummer 20100812.
- Tauw, 2016. TenneT, Veldonderzoeken Hollandse Kust (zuid), Verkennend bodemonderzoek stationslocatie Maasvlakte Noord, kenmerk Kenmerk R003-1238129MBQ-kmi-V01-NL.

Bijlage

1. Boringen (Dinoloket, 2023)

Bijlage

2. Sonderingen (Dinoloket, 2023)

Bijlage

3. Boringen en sonderingen (Antea Group, 2021; Koops Grondmechanica, 2019)

Bijlage

4. Hydraulische karakteristieken (REGIS II.2, 2023)

Bijlage

5. Figuren (verlaging grondwaterstand)

Bijlage

6. Onderzoekspunten en ligging verdachte deellocaties (Antea Group, 2022b)

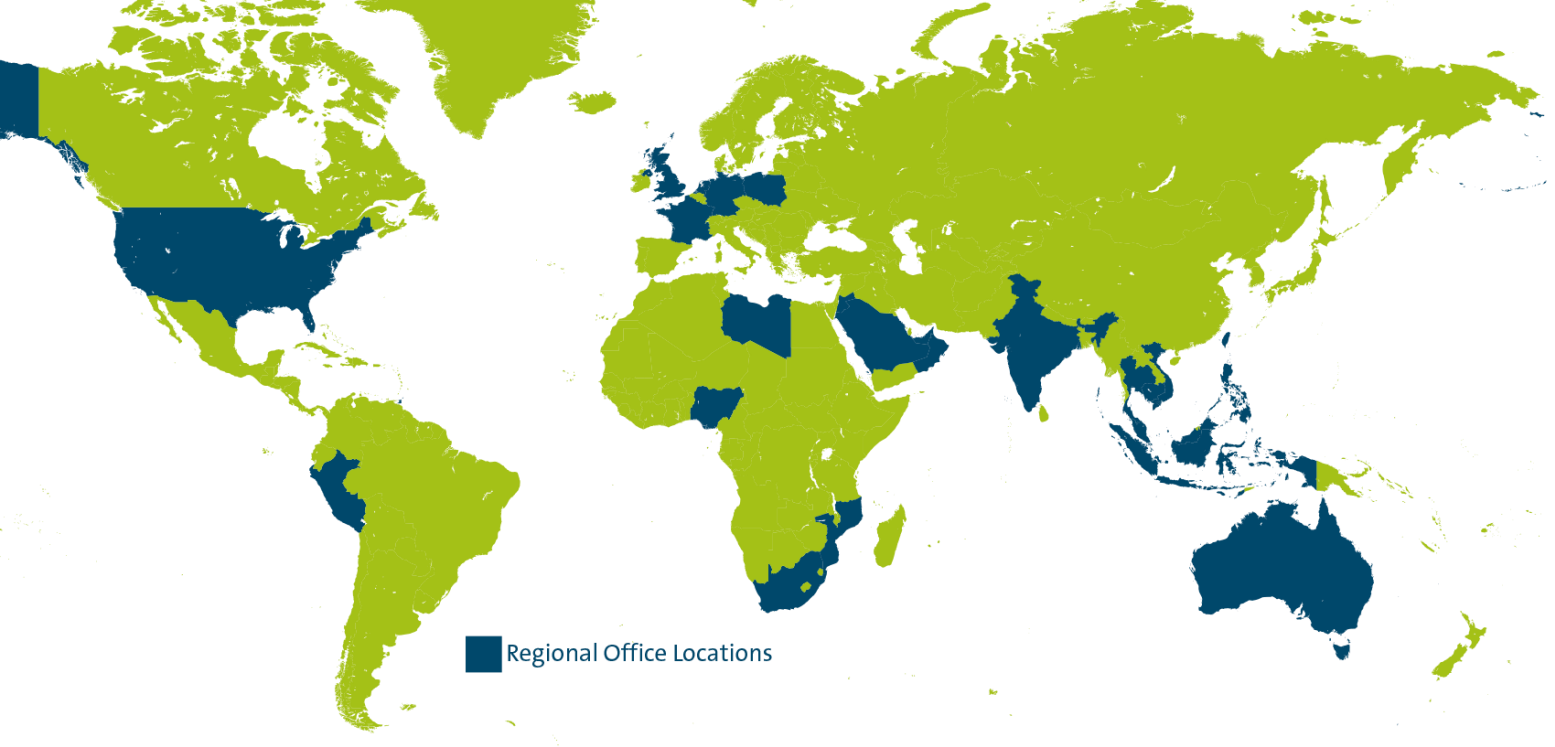


7. Overzicht meld- en vergunningplicht onttrekken grondwater (WSHD)



Bijlage

8. Beschouwing lozingsopties



Regional Office Locations

Royal HaskoningDHV is een onafhankelijk internationaal advies- en ingenieursbureau. We combineren 140 jaar engineering- en ontwerpexpertise met consultancy, software en technology diensten. We leveren hiermee toegevoegde waarde voor klanten en hebben een positieve impact op mensen en onze leefomgeving. Dat is onze drijfveer: Enhancing Society Together. Daar hoort bij dat we onszelf en anderen voortdurend uitdagen om bij te dragen aan duurzame oplossingen voor lokale en wereldwijde vraagstukken in de gebouwde omgeving en de industrie.

In onze snel veranderende wereld wordt de agenda bepaald door onder meer klimaatverandering, de digitale transformatie, een veranderende consumentenvraag en hybride werken. Met onze geïntegreerde duurzame oplossingen willen we bijdragen aan het bredere technologische en maatschappelijke plaatje.

Gesteund door de kennis en ervaring van meer dan 6.000 collega's werken we vanuit kantoren in meer dan 20 landen. We ondersteunen klanten om de transitie te maken naar een slimme en duurzame organisatie. We koppelen onze engineering- en ontwerpexpertise aan onze software- en technologische diensten om toegevoegde waarde te leveren voor onze klanten en de lifecycle van hun assets.

We zijn oprecht, handelen integer en transparant in al onze activiteiten, ook onze bedrijfsvoering. Ons team is divers en inclusief. De veiligheid en het welzijn van mensen, in ons team en daarbuiten, staat onder alle omstandigheden voorop.

In projecten en initiatieven werken we actief samen met overheden en het bedrijfsleven, partners en stakeholders. We zien een belangrijke rol voor onszelf in innovatieve duurzame ontwikkeling en willen bijdragen aan een betere leefomgeving, nu en in de toekomst.

Ons hoofkantoor is gevestigd in Nederland en we hebben kantoren in Europa, Azië, Afrika, Australië en Amerika.

