

Geohydrologische verkenning kabeltrace Noordoostpolder

27 juli 2010

Geohydrologische verkenning kabeltracé Noordoostpolder

Verantwoording

Titel	Geohydrologische verkenning kabeltrace Noordoostpolder
Opdrachtgever	TenneT TSO B.V.
Projectleider	Ir. J. (Johan) de Putter
Auteur(s)	Drs. I.A. (Inger) de Groot, ir. J. (Johan) de Putter
Projectnummer	4732180
Aantal pagina's	28 (exclusief bijlagen)
Datum	27 juli 2010
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale versie. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
Vestiging Utrecht
Australiëlaan 5
Postbus 3015
3502 GA Utrecht
Telefoon (030) 282 48 24
Fax (030) 288 94 84

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom.
De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Inhoud

Verantwoording en colofon	5
1 Inleiding.....	9
2 Huidige situatie Bodem en Water	11
2.1 Inleiding	11
2.2 Geohydrologie	11
2.2.1 Bodemopbouw	11
2.2.2 Grondwaterstanden en fluctuaties.....	14
2.3 Aardkundige waarden	14
2.3.1 UNESCO Werelderfgoed Schokland.....	15
2.3.2 Het aardkundig waardevol gebied rondom Emmeloord	16
2.3.3 Almere afzetting	16
2.4 Bodemverontreinigingen	16
3 Berekeningen.....	17
3.1 Civieltechnische uitgangspunten bemalingsberekeningen.....	17
3.2 Uitgangspunten berekeningen	18
3.3 Berekening invloedsstraal	19
3.4 Berekening kwelstroming	20
4 Effecten	23
4.1 Aardkundige waarden	23
4.2 Verontreinigingen	23
4.3 Geohydrologie	24
4.3.1 Zetting	24
4.3.2 Verandering van kwel.....	24
4.4 Mitigerende maatregelen.....	25
4.4.1 Retourbemaling	25
4.4.2 Kleinere drooglegging	26
4.5 Nader onderzoek.....	26
5 Conclusies	27
5.1 Inleiding	27
5.2 Effecten	27
5.2.1 Aardkundige waarden	27

5.2.2	Verontreinigingen	27
5.2.3	Zetting	27
5.2.4	Verandering van kwel & wegzijging.....	28
5.3	Mitigerende maatregelen.....	28

Bijlage(n)

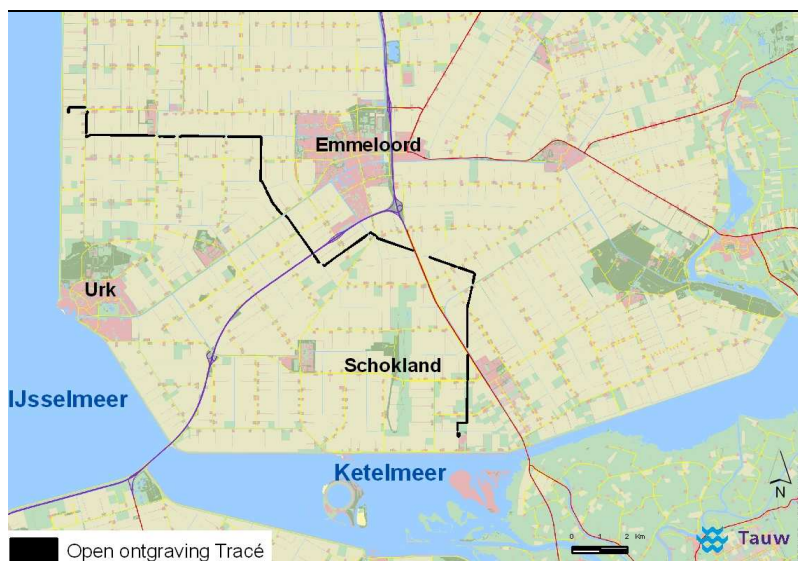
1. Kaarten
2. Opbarstingsberekening deelgebied 3

1 Inleiding

Aanleiding

TenneT heeft Tauw bv opdracht gegeven een verkennend onderzoek (deskstudie) uit te voeren naar de effecten van de aanleg van het geplande kabeltracé Noordoostpolder op bodem en water. Het kabeltracé bestaat uit vijf circuit van elk drie kabels.

Om het kabeltracé in den droge aan te kunnen leggen is bemaling noodzakelijk. Bemaling kan ongewenste effecten veroorzaken. Zo kunnen veenlagen die tijdelijk droog komen te liggen gaan oxideren waardoor zetting op kan treden en kunnen grondwaterverontreinigingen worden verplaatst. In figuur 1.1 is het tracé weergegeven.



Figuur 1.1 Locatie Tracé (het deel met open ontgraving)

Doelstelling

In deze rapportage wordt een verkenning uitgevoerd naar de effecten van het kabeltracé op bodem en water. Hierbij zal worden ingegaan op de volgende onderdelen:

1. Doorsnijding van aardkundige waarden
2. Doorsnijding van bodemverontreinigingen
3. Geohydrologische effecten op de directe omgeving

Leeswijzer

In dit rapport wordt in hoofdstuk 2 de huidige situatie beschreven voor bodem, grondwater, aardkundige waarden en verontreinigingen.

In hoofdstuk 3 worden de geohydrologische berekeningen beschreven en wordt de indicatieve invloedssfeer van de bemaling bepaald.

In hoofdstuk 4 zijn de potentiële effecten op Bodem en Water beschreven door de aanleg van het kabeltracé. Hierbij wordt onderzocht of zich aardkundige waarden en bodemverontreinigingen binnen de invloedsstraal van de bemaling bevinden. Vervolgens worden mitigerende maatregelen benoemd. Er wordt afgesloten met conclusies van het onderzoek.

2 Huidige situatie Bodem en Water

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de huidige situatie beschreven ter plaatse van het plangebied voor Bodem en Water. Allereerst wordt de geohydrologische situatie beschreven (bodemopbouw en grondwater), vervolgens de aardkundige waarden en verontreinigingen.

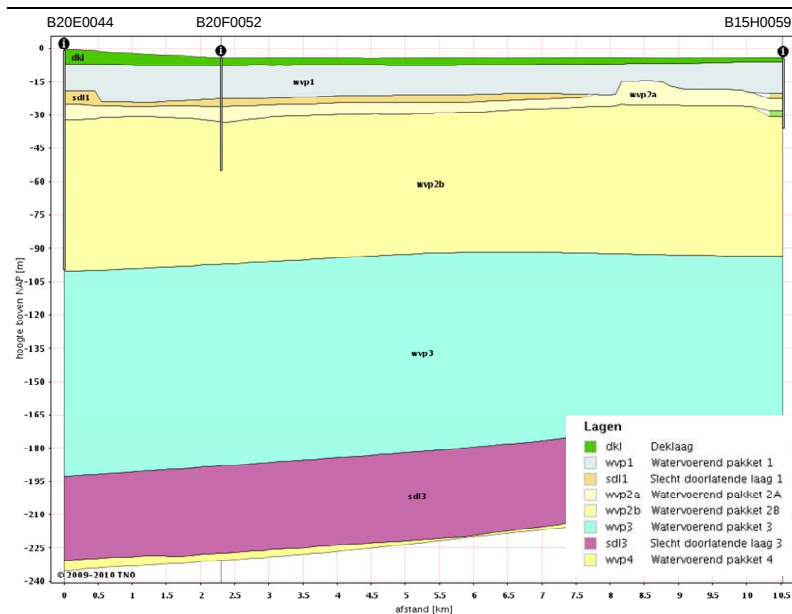
2.2 Geohydrologie

2.2.1 Bodemopbouw

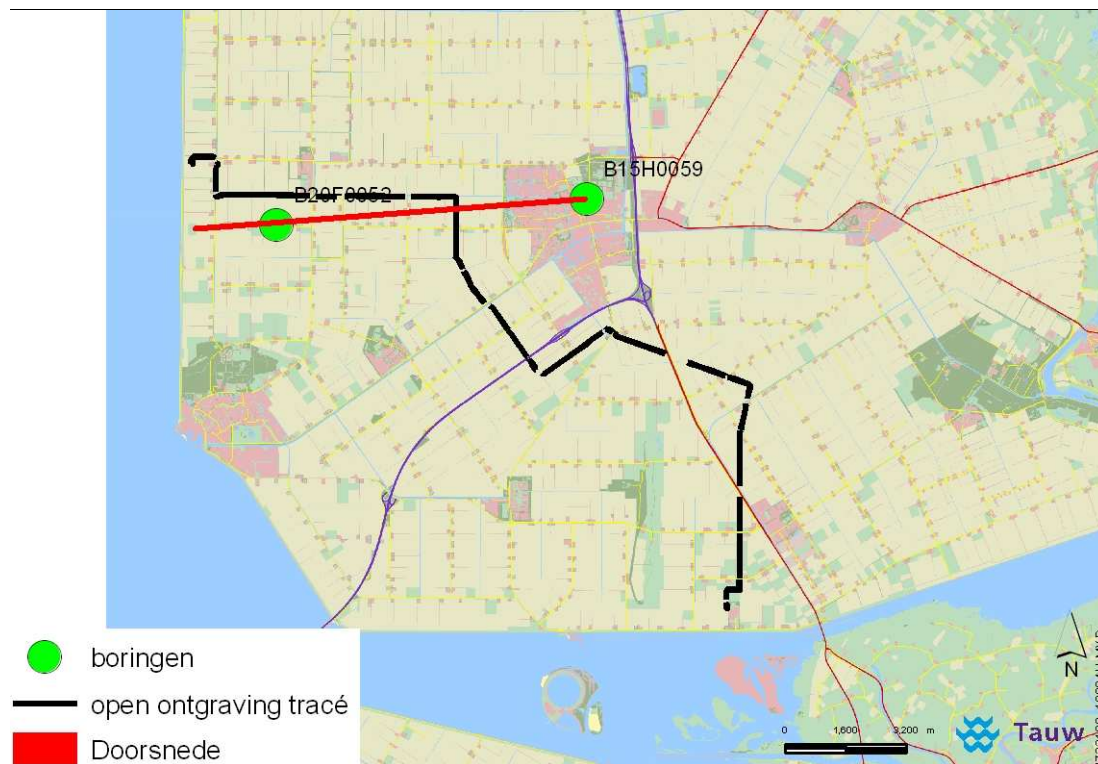
Regionale bodemopbouw

De regionale bodemopbouw is gebaseerd op de gegevens van de Grondwaterkaart van Nederland en op boringen van TNO-NITG en het hydrogeologische model REGIS II.

In figuur 2.1 is de REGIS bodemopbouw geschematiseerd weergegeven.



Figuur 2.1 REGIS schematisatie langs het trace



Figuur 2.2 Geohydrologische doorsnede Noordoostpolder (West – Oost)

Ter plaatse van het gehele tracé is een deklaag aanwezig. De deklaag in het gebied is tussen de 3 en 8 m dik en bestaat uit klei, veen en zeer fijn zand. Onder de deklaag bevindt zich het eerste watervoerende pakket dat bestaat uit matig fijn tot zeer grof zand. Het eerste watervoerende pakket loopt door tot een diepte van 14 á 20 meter minus maaiveld (m-mv). Hieronder bevindt zich de eerste scheidende laag met een dikte variërend tussen de 1 en 5 m. Lokaal is deze scheidende laag echter geheel afwezig en gaat het eerste watervoerend pakket gelijk over in watervoerend pakket 2a. Lokaal bevindt zich tussen het watervoerend pakket 2a en 2b een scheidende laag van circa 2 á 4 m. Tussen watervoerend pakket 2b en het derde watervoerende pakket bevindt zich geen scheidende laag. Op een diepte van 180 tot 195 m bevindt zich de derde scheidende laag. Deze scheidende laag kan worden beschouwd als de geohydrologische basis. Het voorkomen van de eerste scheidende laag en scheidende laag 2a kan lokaal sterk verschillen.

Tabel 2.1 Geschematiseerde regionale bodemopbouw

Diepte [m-mv]	Samenstelling	Geohydrologische eenheid	Opmerking	kD* [m ² /dag]
0 tot 3 á 8	Klei, veen en fijn zand	Deklaag		
3 á 8 tot 14 a 20	Matig fijn tot grof zand	Eerste watervoerende pakket		200 tot 500
14 á 20 tot 22	Klei	Eerste scheidende laag	Zeer lokaal	
22 tot 32	Zand	Watervoerend pakket 2a		20 tot 50
32 tot 35	Klei	Scheidende laag 2a	Zeer lokaal	
35 tot 100	Zand	Watervoerend pakket 2b		1500 tot 1700
100 tot 180	Zand	Derde watervoerende pakket		1500 tot 2500
180 tot 225	Klei	Derde scheidende laag		

* kD is het doorlaatvermogen van het betreffende zandpakket (de doorlatendheid van het zand vermenigvuldigd met de dikte van het pakket).

Voor de gebieden waar de watervoerende pakketten 1 t/m 3 niet onderbroken worden door een scheidende laag loopt de kD-waarde van oost naar west op van 3000 naar 4500 m²/dag voor de gecombineerde pakketten.

Lokale bodemopbouw

De dikte van de deklaag varieert over het tracé tussen de 1 en 6 m. Op het zuidelijkste deel van het tracé nabij Schokland is de deklaag ongeveer 5 m of dikker. Noordelijk van Schokland is de deklaag dunner dan de ontgravingsdiepte van 2,3 m (zie kaart 4 bijlage 1). Onder de deklaag bevindt zich langs het gehele tracé het eerste watervoerende pakket. De eerste scheidende laag is niet overal aanwezig, de laag komt alleen voor in het oost-west gelegen deel van het tracé ten noorden van Urk. Hier is de scheidende laag overal dikker dan 1,5 m (figuur 2.2).

Ter plaatse van het overige deel van het traject is de ondiepst voorkomende scheidende laag scheidende laag 3 op een diepte van ongeveer 14 m minus maaiveld.



Figuur 2.3 Voorkomen eerste scheidende laag

2.2.2 Grondwaterstanden en fluctuaties

Om inzicht te krijgen in de fluctuatie van de stijghoogten langs het kabeltracé zijn gegevens opgevraagd bij DINO-loket van TNO. Uit de opgevraagde gegevens komt een gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) van 0,7 m-mv. De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) ligt gemiddeld 0,3 m lager op ongeveer 1,0 m –mv.

Gemiddeld is de grondwaterstroming naar het midden van de polder gericht. Globaal vanuit het oosten en het westen van de polder richting de A6.

Het gebied wordt gekenmerkt door lichte kwel vanuit het eerste watervoerend pakket richting de deklaag.

2.3 Aardkundige waarden

“Naast oude menselijke sporen bevinden zich in de ondergrond van Flevoland ook sporen van vroegere landschappen. Elementen als oude geulsystemen en rivierduinen, zeldzame veenresten en zeer oude bodems vormen onderdelen van deze zeer oude, fossiele landschappen. Uit deze aardkundige elementen is de ontstaansgeschiedenis van de Flevolandse ondergrond af te lezen. De provincie heeft een eerste inventarisatie en waardering van de aanwezige aardkundige waarden uitgevoerd. Dit heeft geresulteerd in de globale begrenzing van aardkundig waardevolle gebieden. Hierbinnen zijn sterlocaties aangegeven waar de waarden het hoogst zijn vanwege o.a. gaafheid, zeldzaamheid en combinatie met archeologische en landschappelijke waarden. In de provinciale archeologische en aardkundige kerngebieden (PAK'en) worden de aardkundige waarden, in combinatie met archeologische waarden, beschermd via de Verordening voor de fysieke leefomgeving. In deze gebieden zijn vrijwel alle ontgroningen vergunningplichtig en worden zij getoetst op de effecten op de aardkundige en archeologische waarden. Bescherming

van de aardkundige waarden in de overige aardkundig waardevolle gebieden is geregeld via vergunningverlening in het kader van de Ontgrondingenwet, conform het toetsingskader in de beleidsregel vergunningverlening milieuwetgeving. Bij ontgrondingen in deze gebieden die vergunningplichtig zijn wordt speciale aandacht geschonken aan de effecten op de aardkundige waarden” [bron: Omgevingsplan 2006, provincie Flevoland] .

In de nabijheid van het tracé zijn de volgende aardkundige waarden gelegen:

- Globale begrenzing gebied van aardkundige waarde: Gestuwde keileem, complex van oerstroombdal, eemveen, rivierduinen, Schokland
- Onderdeel hiervan zijn:
 - het provinciale aardkundige kerngebied en sterlocatie Schokland
 - de sterlocatie Almere Afzetting
- Globale begrenzing gebied van aardkundige waarde: Uniomeer, strandwal, dekzandvlakte.

In onderstaande paragrafen zijn deze waarden beschreven.

2.3.1 UNESCO Werelderfgoed Schokland

Schokland is een voormalig eiland in de Zuiderzee. Het is een veenbult waarvan de omgeving is weggeslagen door de zee. Bij de drooglegging van de Noordoostpolder is Schokland tegenwoordig helemaal door land omgeven. Sinds 1995 is Schokland opgenomen als Werelderfgoed door Unesco. Onder werelderfgoed wordt cultureel en natuurlijk erfgoed verstaan dat behouden dient te worden voor de mensheid vanwege de grote, unieke universele waarde. Schokland is eveneens benoemd als aardkundig monument (provinciale aardkundig kerngebied (PArK)). In figuur 4.1 is het eiland Schokland te zien in de tijd dat het nog een eiland was.



Figuur 2.4 Kaart van voormalig eiland Schokland op een kaart uit de 18e eeuw

Het meest urgent na het toekennen van het eiland als werelderfgoed was het wegzinken van het eiland (veen) en het verval van de monumenten. Om het wegzakken van het eiland tegen te gaan en de organische archeologische vondsten te beschermen is het water in de bodem teruggebracht in de 130 ha grote hydrologische zone [bron: Plan van aanpak Schokland 1996 – 2007]. Deze 130 ha grote hydrologische bufferzone bevindt zich rondom het eiland waar de grondwaterstanden hoger zijn dan de omgeving. Hierdoor wordt uitdroging van het voormalig eiland Schokland tegengegaan.

Het aardkundig waardevolle gebied van zuidelijk deel van de Noordoostpolder wordt “Gestuwde keileem, complex van oerstroomdal, eemveen, rivierduinen, Schokland” genoemd. Dit bestaat uit onder andere Schokland, de Almere afzetting, rivierduinen in het zuidwestelijk deel van de Noordoostpolder en het Van der Lijn reservaat, een zwerfkeiengebied ten noorden van Urk.

2.3.2 Het aardkundig waardevol gebied rondom Emmeloord

Het aardkundig waardevol gebied rondom Emmeloord bestaat uit een meerafzetting, een strandwal en een dekzandvlakte.

2.3.3 Almere afzetting

In de middeleeuwen bevond zich een groot meer (Almere geheten) ter plaatse van het huidige IJsselmeer. Dit meer komt in de late middeleeuwen door stijging van de zeespiegel in verbinding met de zee te staan. Hierdoor wordt sediment gevormd met een pakketdikte van ca. 2 m. De hoogste waarde binnen dit waardevolle gebied, de zogenaamde sterwaarde, is gelegen ten zuiden van Emmeloord.

2.4 Bodemverontreinigingen

Indien grond- en grondwaterverontreinigingen voorkomen binnen de invloedsstraal van de bemaling, kunnen deze door de bemalingen worden verplaatst of aangetrokken. In bijlage 1 zijn de in het plangebied bekende verontreinigingen weergegeven. De verontreinigingen zijn hierbij ingedeeld naar de status van de verontreiniging (bijvoorbeeld ernstig, niet urgent). Uit de gegevens van bodemloket blijkt dat een groot deel van de verontreinigingen reeds is gesaneerd of dat er geen vervolgonderzoek en sanering noodzakelijk is, omdat grond en/of grondwater alleen licht verhoogde gehalten van de gemeten parameters zijn aangetoond. Op deze locaties zullen de bemalingen geen consequenties hebben.

3 Berekeningen

3.1 Civieltechnische uitgangspunten bemalingsberekeningen

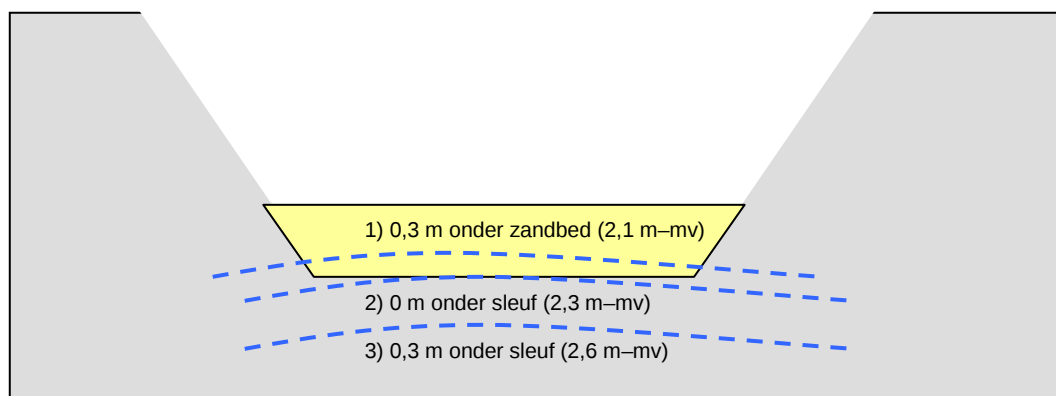
Op basis van de door Tennet geleverde gegevens zijn in tabel 2.1 de uitgangspunten voor de aan te leggen kabelsleuf weergegeven.

Tabel 3.1 Uitgangspunten

Sleuf			
Diepte	2,3 m-mv		
Dikte opgebrachte zandbed	0,5 m		
Lengte (totaal)	Ca 25 km		
Breedte op bodem bouwput	15 m		
Breedte bovenaan	17,5 m		
Bemalingsduur	Onbekend; uitgegaan wordt van een stationaire situatie*		
Drooglegging (3 scenario's)	0,3 m minus het zandbed van 0,5 m dikte	0 m minus de sleuf	0,3 m onder de sleuf**

* Een stationaire situatie betekent dat er aangenomen wordt dat er een (tijdelijk) hydrologisch evenwichtssituatie is ontstaan als gevolg van de onttrekking. Direct na aanzetten en stopzetting van de onttrekking is er gedurende enkele dagen sprake van een niet-stationaire situatie.

**Deze drooglegging van 0,3 m onder de sleuf is op basis van NEN 6740.



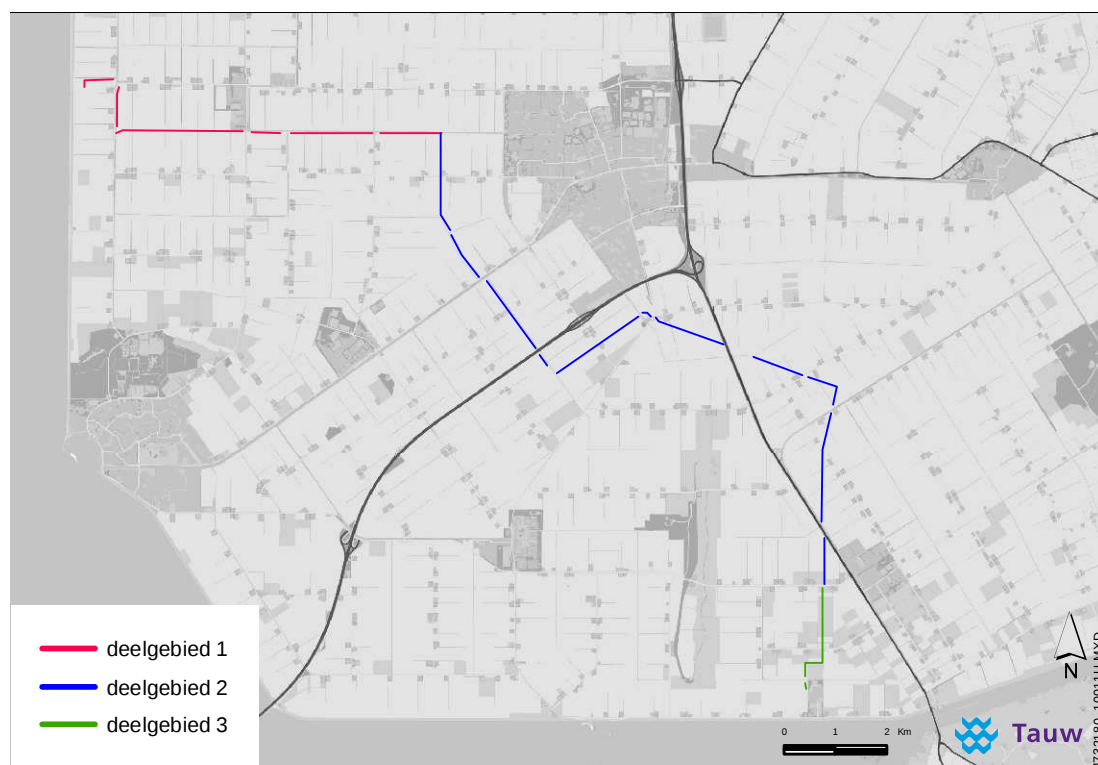
Figuur 3.1 Schematische weergave scenario's drooglegging onder de sleuf

3.2 Uitgangspunten berekeningen

Voor de berekening van de invloedsstraal van de benodigde bemaling is het gebied in 3 deelgebieden ingedeeld op basis van de dikte van de deklaag en het voorkomen van een scheidende laag in de ondergrond. De onderverdeling is te zien in figuur 3.1. De uitgangspunten voor de 3 deelgebieden zijn weergegeven in tabel 3.2.

Tabel 3.2 Uitgangspunten

	Deelgebied 1	Deelgebied 2	Deelgebied 3
Dikte deklaag	3 m	2 m	5 m
Voorkomen scheidende laag 1	Ja	Nee	Nee
c-waarde deklaag	500	500	500
k-waarde	25 m/dag	20 m/dag	20 m/dag
Dikte watervoerende pakket(ten)	14 m	175 m	175 m
kD-waarde	350	3500	3500
Grondwaterstand	0,7 m-mv	1,4 m-mv	1,4 m-mv



Figuur 3.2 Geohydrologische onderverdeling in deelgebieden

3.3 Berekening invloedsstraal

Hieronder is per deelgebied de berekende indicatieve invloedsstraal toegelicht. Onder de invloedsstraal van de bemaling wordt de 0,05 meter verlagingscontour verstaan. De berekende verlagingscontour is ook weergegeven in bijlage 1.

Tabel 3.3 Invloedsstraal

	Scenario 1` Verlaging tot 2,1 m-mv	Scenario 2 Verlaging tot 2,3 m-mv	Scenario 3 Verlaging tot 2,6 m-mv
Deelgebied 1	1080	1100	1140
Deelgebied 2	1770	1980	2200
Deelgebied 3	1770	1980	2200

In deelgebied 1 Urk – Emmeloord wordt bij het graven van de sleuf voor de aanleg van het kabeltracé door de deklaag heen gegraven. De bemaling voor het droog houden van de sleuf zal

dus plaatsvinden in het watervoerende pakket. In dit gebied bevindt zich op een diepte van circa 17 m een scheidende laag. Het watervoerende pakket waarin wordt bemalen is dus ongeveer 14 m dik.

De grondwaterstand dient tot 2,6 m –mv te worden verlaagd. Bij een grondwaterstand van 0,7 m-mv dient een verlaging te worden gerealiseerd van 1,9 m. De invloedsstraal die daarbij hoort is berekend voor scenario 1 1080 m, voor scenario 2 1100 en voor het maximale verlagingsscenario 3 op 1140 m.

In deelgebied 2 omgeving Marknesse is de deklaag eveneens zo dun dat bemalen zal moeten worden in het watervoerende pakket. In dit gebied is scheidende laag 1 afwezig waardoor de dikte van het totale watervoerende pakket veel groter is dan bij deelgebied 1, namelijk ongeveer 175 m.

De grondwaterstand dient tot 2,6 m –mv te worden verlaagd. Bij een grondwaterstand van 1,4 m-mv dient een verlaging te worden gerealiseerd van 1,2 m. De invloedsstraal die daarbij hoort is berekend voor scenario 1 1770 m, voor scenario 2 1980 en voor het maximale verlagingsscenario 3 op 2200 m.

In deelgebied 3 Marknesse - Ketelmeer is de situatie vergelijkbaar met deelgebied 2. Alleen is de deklaag in deelgebied 3 dikker en zal er bij de aanleg van de sleuf niet door de deklaag heen worden gegraven. Op locaties die gekenmerkt worden door een slecht doorlatende deklaag met daaronder een watervoerend pakket kan er sprake zijn van een gevaar voor opbarsting. Door het gedeeltelijk ontgraven van de deklaag wordt de druk van de deklaag op het eerste watervoerende pakket kleiner. De druk van het eerste watervoerende pakket blijft gelijk. Hierdoor kan er een drukverschil ontstaan waardoor de ontgravingsbodem kan opbarsten.

Aan de hand van opbarstberekeningen is bepaald of opbarst risico aanwezig is. De berekening is uitgevoerd op basis van NEN 6740, waarbij de soortelijk gewichten zijn ingeschat op basis van uitgevoerde analyses en literatuurwaarden. De opbarstberekening is weergegeven in bijlage 2. Hieruit blijkt dat er sprake is van opbarstgevaar. Om opbarstgevaar tegen te gaan dient een spanningsbemaling te worden uitgevoerd. Middels de spanningsbemaling dient de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket te worden verlaagd. In dit rapport wordt uitgegaan van een *worst-case* benadering met eenzelfde stijghoogteverlaging als bij deelgebied 2. Dit komt omdat de invloedstraal van deelgebied 2 grotendeels overlapt met deelgebied 3. De invloedsstraal in deelgebied 3 zal dan gelijk zijn aan deelgebied 2.

3.4 Berekening kwelstroming

Per deelgebied zijn indicatieve kwelberekeningen uitgevoerd.

Er is een stijghoogte aangenomen op basis van de isohypsenkaart van de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket van TNO. Tevens is de weerstand uit het hydrogeologisch model

REGIS gebruikt. De uitgangspunten en resultaten van de berekening zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 3.4 Kwelstroming ter plaatse van het zandbed

	Grondwaterstand (m NAP)	Stijghoogte Watervoerend pakket (m NAP)	Weerstand deklaag (dagen)	Weerstand deklaag zandbed (dagen)	Kwelflux voor (mm/dag)	Kwelflux zandbed (mm/dag)
Deelgebied 1 (Urk – Emmeloord	-5,2	-5,0	500	170	-0,4	-1,2
Deelgebied 2 Emmeloord – Marknesse	-4,4	-4,5	700	20	+0,1*	+ 5**
Deelgebied 3 Marknesse – Ketelmeer	-2,9	-3,0	850	460	+0,1*	+ 0,2

* Wegzijging

** Als gevolg van zeer dunne deklaag staat het zandbed in open verbinding met het watervoerend pakket

4 Effecten

4.1 Aardkundige waarden

Het kabeltracé doorsnijdt één gebied van aardkundige waarde met 16,5 km maar doorsnijdt geen kerngebieden (PAK'en). Het betreft het complex van aardkundige waarde van "gestuwde keileem, complex van oerstroombal, eemveen, rivierduinen, Schokland".

Als gevolg van het aanleggen in den droge van de kabel wordt grondwater onttrokken aan het watervoerend pakket. Het invloedsgebied (het gebied binnen de indicatieve 5 cm verlagingcontour) omvat 6650 ha gebied van aardkundige waarde en 550 ha kerngebied (PAK). Dit betreft een deel van het werelderfgoed Schokland.

De sterlocatie "Almere afzetting" valt eveneens binnen het indicatieve invloedsgebied van de bemaling.

4.2 Verontreinigingen

Hieronder staan de 11 verontreinigingen die worden aangesneden door de ontgraving genoemd per locatiecode.

Tabel 4.1 Verontreinigingen aangesneden door ontgraving

Locatiecode	Type
FL017100132	Grond- en grondwaterverontreiniging (minerale olie)
FL017100169	Onbekend
FL017100289	Onbekend
FL017100253	Onbekend
FL017100279	Grond- en grondwaterverontreiniging (minerale olie)
FL017100244	Onbekend
FL017100245	Onbekend
FL017100248	Onbekend
FL017100072	Waterbodemverontreiniging (PCB)
FL017100226	Onbekend
FL017100065	Diverse waterbodemverontreinigingen

105 verdachte locaties zijn binnen het indicatieve invloedsgebied gelegen en daarvan zijn 43 locaties verontreinigd. Er is niet bekend welke verontreinigingen hiervan gevoelig zijn voor verplaatsing als gevolg van grondwateronttrekking.

4.3 Geohydrologie

4.3.1 Zetting

Als gevolg van de aanleg in den droge wordt grondwater bemalen. Dit gebeurt afhankelijk van het opbarstrisico in de deklaag danwel in het watervoerend pakket. Bemaling kan leiden tot zetting bij zettingsgevoelige bodems zoals veen en in mindere mate klei.

Voor het zettingsrisico is gebruik gemaakt van de bodemkaart van de Noordoostpolder. Hierbij zijn alle bodems tussen 0,5 en 1,0 m diep met zand geclassificeerd als weinig zettingsgevoelig, de bodem met klei / zavel als matig zettingsgevoelig en veen en Schokland als sterk zettingsgevoelig geclassificeerd.

Uit de analyse van de bodemkaart van de Noordoostpolder blijkt dat de bodem ter plaatse van de sleuf overwegend matige zettingsrisico heeft met enkele locaties waar weinig zettingsrisico is. Uit aanvullende boorgegevens blijkt echter dat er aan de onderzijde van de deklaag veel veenlagen voorkomen. Gezien de dikte van de deklaag is dit risicovol voor zetting.

Zetting als gevolg van bemaling heeft risico's voor kwetsbare objecten en gebieden. Kwetsbare objecten hier wegen, riolering, leidingen en niet onderheide bouwwerken (bijvoorbeeld historische gebouwen op Schokland). Omdat de Noordoostpolder na 1950 is bebouwd wordt ervan uitgegaan dat alle boerderijen in de polder zijn onderheid (gebouwd op heipalen). Overblijft het risico voor breuk / lekkage in de riolering en andere leidingen. Schade hieraan is sterk afhankelijk van de exacte wijze van bemaling, duur en tijdstip en diepteligging van de leidingen.

Het tweede zettingsrisico is aantasting van de veenbodem te Schokland. Afhankelijk van de exacte wijze van uitvoering (bijvoorbeeld duur van de bemaling) en mogelijk mitigerende maatregelen is het effect te bepalen.

In deze fase van het onderzoek kan de verwachte zetting bij leidingen en in de veenbodem te Schokland niet bepaald worden.

4.3.2 Verandering van kwel

Als gevolg van het aanleggen van een zandbed ter plaatse van de kabels in plaats van klei kan het zijn dat de kwel of wegzijging lokaal verandert.

- In deelgebied 1 verandert de kwel ter plaatse van het kabeltracé van 0,4 tot 1,2 mm/dag
- In deelgebied 2 verandert de wegzijging ter plaatse van het kabeltracé van 0,1 tot 5 mm/dag
- In deelgebied 3 verandert de wegzijging ter plaatse van het kabeltracé met 0,1 tot 0,2 mm/dag

In het deelgebied 2 rondom Marknesse waar de sleuf tot in het watervoerend pakket reikt vindt de grootste verandering van wegzijging plaats.

Aangezien in een deel van het tracé de kwel iets kan toenemen en in een deel de wegzijging toe kan nemen is de verwachting dat dit het totale effect een beperkte invloed heeft op de grondwaterstroming en dus op de toe- of afname van de totale waterbezwaar uit de polder.

4.4 Mitigerende maatregelen

Om de effecten op Bodem en Water zoveel mogelijk te beperken is een aantal mitigerende maatregelen opgesteld. In de onderstaande tabel zijn deze weergegeven.

Tabel 4.2 Mitigerende maatregelen

Aardkundige waarden	Boren in plaats van open ontgraving Andere configuratie van de kabels waardoor de sleuf smaller wordt Onttrekking tot in het zandbed in plaats van tot onder de sleuf waardoor er minder water onttrokken hoeft te worden Toepassen van retourbemaling bij zettingsgevoelige aardkundige waarden Zo kort mogelijke onttrekking op de mogelijk zettingsschade te minimaliseren
Verontreinigingen	Het toepassen van retourbemaling bij een grondwaterverontreiniging Het saneren van een bestaande bodemverontreiniging ter plaatse van de sleuf Het saneren van een grondwaterverontreiniging die anders verplaatst worden door de bemaling Onttrekking tot in het zandbed in plaats van tot onder de sleuf waardoor er minder water onttrokken hoeft te worden
Zetting	Het toepassen van retourbemaling rondom de meest kwetsbare objecten Toepassen van retourbemaling bij zettingsgevoelige aardkundige waarden Onttrekking tot in het zandbed in plaats van tot onder de sleuf waardoor er minder water onttrokken hoeft te worden
Verandering van kwel	Het afdichten van de sleuf met niet doorlatend materiaal (klei) op locaties waar de deklaag zeer dun is

4.4.1 Retourbemaling

Het toepassen van retourbemaling is de belangrijkste mitigerende maatregel voor bodem en water. Hiermee kan aantasting van het werelderfgoed Schokland voorkomen worden.

Tevens kan zetting worden beperkt van kwetsbare objecten in de omgeving en verplaatsing van grondwaterverontreinigingen voorkomen / beperkt worden.

Retourbemaling vindt plaats door op enige afstand van de sleufbemaling een retourbemalingsveld in te richten. Dit veld dient op enkele honderden meters van de bemaling te worden ingericht; niet te dichtbij de onttrekking omdat er dan het zogenaamde rondpompen plaats kan vinden; niet te ver weg om het invloedsgebied zo klein mogelijk te houden. Idealiter

wordt al het opgepompte water geretourneerd. In de praktijk blijkt dat dit niet altijd werkt; bij calamiteiten is er in sommige gevallen toch een lozing op oppervlaktewater nodig. Aandachtspunt bij retourbemaling is dat de capaciteit van het retourveld (iets) groter moet zijn dan de onttrekking.

4.4.2 Kleinere drooglegging

Het reduceren van de onttrekkingshoeveelheid is ook mogelijk door het aanhouden van een kleinere drooglegging in de bouwsleuf. De ontgraving van de sleuf kan mogelijk plaatsvinden in den natte waarna 0,5 m bouwzand worden gestort. Hierna kan bemalen worden met een drooglegging tot in het zandbed. Hierdoor hoeft minder grondwater onttrokken te worden.

4.5 Nader onderzoek

In deze verkennende studie zijn de effecten op Bodem en Water onderzocht.

Nader onderzoek is nodig ter voorbereiding op de uitvoeringsfase voor onder andere vergunningverlening. Wij adviseren de volgende studies uit te voeren:

1. Het opstellen van een uitgebreid bemalingsadvies waarin de effecten op de directe omgeving worden meegenomen zoals zetting kwetsbare objecten (leidingen, wegen, riolering) in het kader van de grondwaterverordening / Waterwet
2. Het uitvoeren van een bodemonderzoek voor de te doorsnijden verontreinigingen en de mogelijk aan te trekken grondwaterverontreinigingen in het kader van het Bodembesluit. Dit geldt voor de zone die ook met de te nemen mitigerende maatregelen wordt beïnvloed.
3. Het opstellen van een effectenstudie van het kabeltracé voor de situaties waarin de mogelijke risico's niet door mitigatie kunnen worden voorkomen op aardkundige waarden
4. Effecten van de bemaling op de natuur (EHS, Vogel- en Habitatrichtlijngebieden etc.)

5 Conclusies

5.1 Inleiding

TenneT is voornemens een kabeltracé aan te leggen voor een hoogspanningsverbinding in het westelijk deel van de Noordoostpolder, provincie Flevoland. Het kabeltracé wordt aangelegd met een ontgravingsbreedte van 17 m en een ontgravingsdiepte van 2,3 over een lengte van circa 26 km. In de sleuf wordt 0,5 m bouwzand gelegd. Deze ontgraving kan leiden tot effecten op de bodem en het grondwater. De kabel dient namelijk in den droge aangelegd te worden. Dit betekent dat er grondwater moet worden onttrokken uit het zandpakket.

In dit verkennend effectenonderzoek zijn de indicatieve effecten op bodem en water onderzocht. Omdat de wijze van uitvoering nog niet bekend is, wordt op basis van aannames een inschatting verkregen van de mogelijke risico's op de bodem en water. De volgende subthema's zijn onderzocht:

- Doorsnijding of aantasting van aardkundige waarden
- Het doorsnijden van bodemverontreinigingen of het aantrekken van grondwaterverontreinigingen
- Risico op zetting kwetsbare gebieden / objecten
- Verandering geohydrologische situatie (verandering van de kwelsituatie) als gevolg van het weghalen van de deklaag en het aanbrengen van een zandbed.

5.2 Effecten

5.2.1 Aardkundige waarden

Er wordt 16,5 km gebied van aardkundige waarde doorsneden. Er worden echter geen kerngebieden (PAK'en) doorsneden. De doorsnijding betreft het complex van aardkundige waarde van "gestuwde keileem, complex van oerstroomdal, eemveen, rivierduinen, Schokland". Het UNESCO monument & aardkundig kerngebied Schokland valt binnen de verwachte invloedsstraal van de bemaling. Hierdoor kan aantasting van de veenlaag in Schokland (zetting) optreden.

5.2.2 Verontreinigingen

Er vinden 11 doorsnijdingen van verontreinigingen plaats. 43 verontreinigingen zijn binnen de invloedsstraal van de bemaling gelegen.

5.2.3 Zetting

De sleuf is gelegen in een gebied met een matig zettingsrisico op basis van de Bodemkaart. Uit boringen blijkt dat er veel veenlagen aan de onderzijde van de deklaag voorkomen. Hierdoor is (afhankelijk van de exacte diepte en droogval) er mogelijk sprake van hoog zettingsrisico.

Nader onderzoek naar de verwachte zetting van kwetsbare objecten (wegen, leidingen, riolering) is noodzakelijk.

Zetting van het aardkundig monument Schokland door de bemaling is mogelijk. Dit is een zeer ongewenst risico waardoor mitigerende maatregelen moeten worden getroffen.

5.2.4 Verandering van kwel & wegzijging

In de verschillende onderscheiden deelgebieden kan een toename van de kwel en de wegzijging voorkomen. De grootste toename van wegzijging wordt verwacht in het gebied rondom Marknesse waar de sleuf tot in het watervoerend pakket reikt. 0,1 mm/dag tot 5 mm/dag.

5.3 Mitigerende maatregelen

- Met het toepassen van retourbemaling kan het aantasten van het aardkundig monument Schokland worden gemitigeerd. Tevens kan hiermee het risico op verplaatsing van lokale grondwaterverontreinigingen worden voorkomen
- Het afdichten van de bodem van de sleuf met klei is een mitigerende maatregel voor de verandering in kwel of wegzijging
- Een kleinere drooglegging (tot 0,3 m onder het zandbed in plaats van onder de bodem van de sleuf) leidt tot minder grondwateronttrekking

Bijlage

1

Kaarten

Kenmerk R001-4732180IAG-ibs-V02-NL

Bijlage

2

Opbarstingsberekening deelgebied 3

Stabiliteitsberekening bouwputbodem volgens NEN tbv spanningsbemaling

INVOER

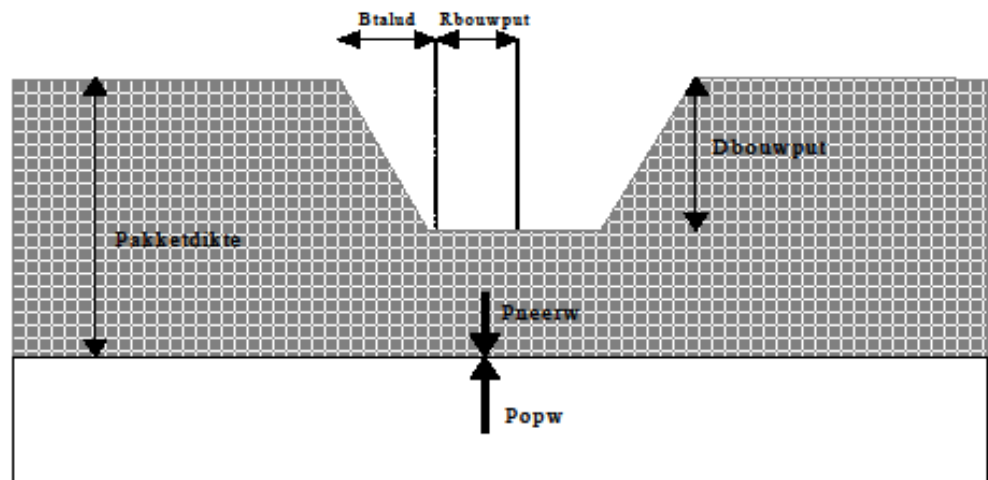
Bouwputgegevens		bovenzijde laag (m-mv)	onderzijde laag (m-mv)	soort. gew. (kN/m3)	P1*D (kN/m2)	P2*D (kN/m2)
Pakketdikte	5 m	0	4	16	36,8	27,2
Dbouwput	2,3 m	4	5	11	0	11
Rbouwput	8,5 m	-	0	0	0	0
Btalud	2,3 m	-	0	0	0	0
Stijghoogte	1,4 m -mv (WVP)	-	0	0	0	0
Drest	2,7 m	-	0	0	0	0
totaal					36,8	38,2
gemiddelde PHI					16,0	14,1

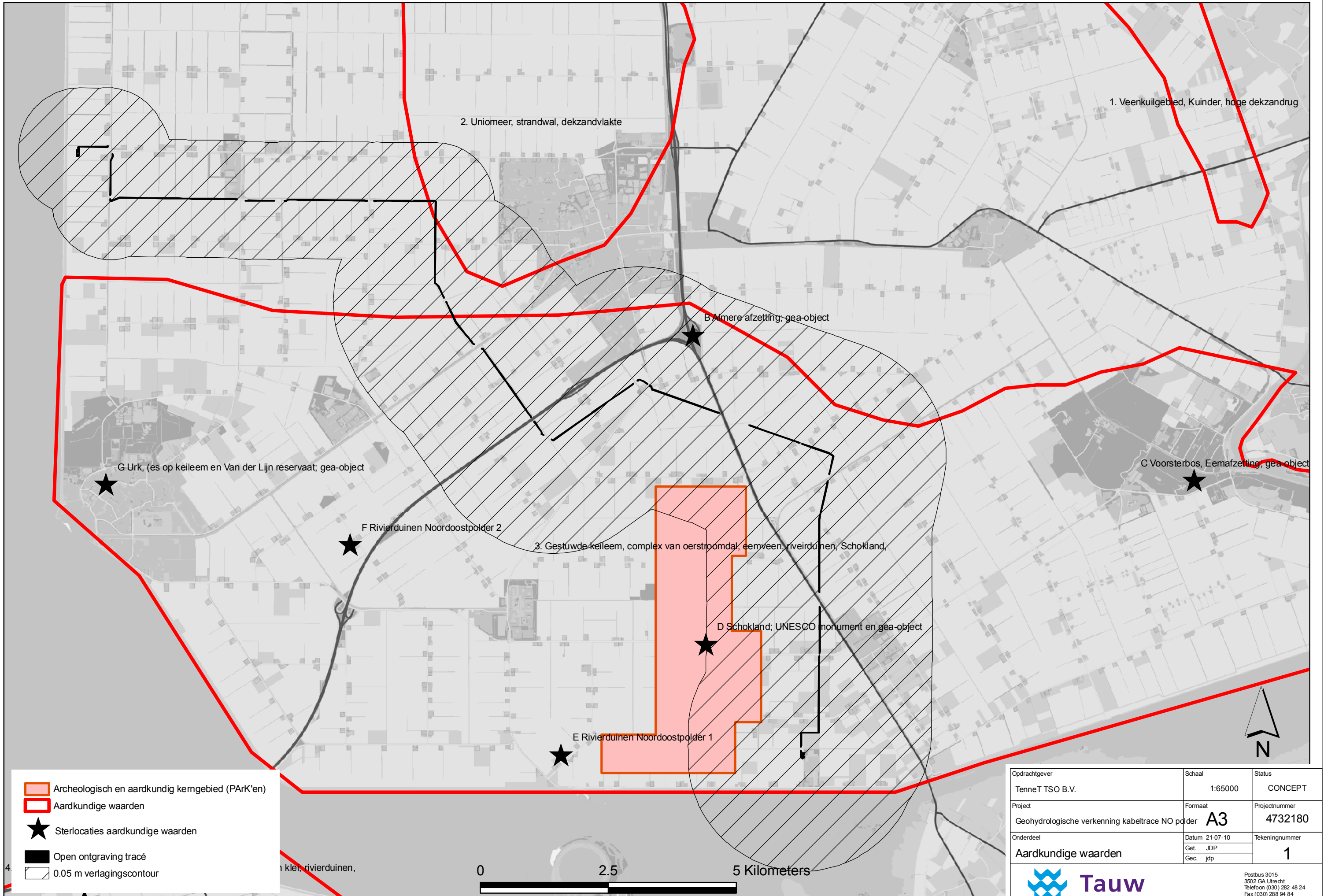
RESULTAAT

$f = 0,0087048$
 $P1 = 36,8 \text{ kN/m}^2$ (grondspanning naast bouwput)
 $P2 = 38,2 \text{ kN/m}^2$ (grondspanning onder bouwput)
 $P_{neerw} (f \cdot P1 + P2) / 1,05 = 36,7 \text{ kN/m}^2$ (resulterende grondspanning)
 $P_{opw} = 36 \cdot 1,05 = 37,8 \text{ kN/m}^2$ (opwaartse spanning)
 verschil $-1,1 \text{ kN/m}^2$

Benodigde stijghoogteverlaging

0,1 m

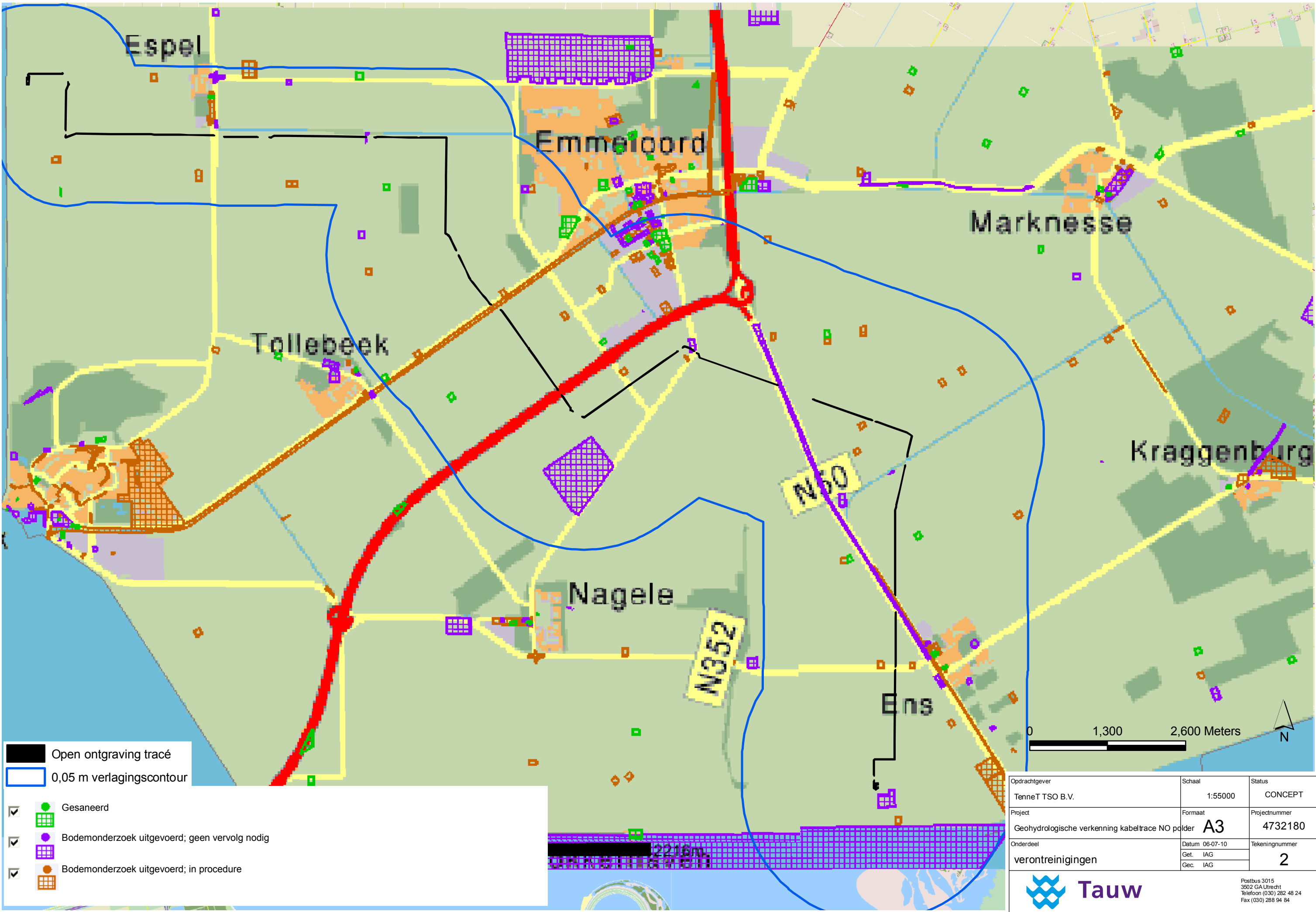




Opdrachtgever	Schaal	Status
TenneT TSO B.V.	1:65000	CONCEPT
Project	Formaat	Projectnummer
Geohydrologische verkenning kabeltracé NO polder	A3	4732180
Onderdeel	Datum 21-07-10	Tekeningnummer
Aardkundige waarden	Get. JDP	1
	Gec. jdp	



Postbus 3015
3502 GA Utrecht
Telefoon (030) 282 48 24
Fax (030) 288 94 84



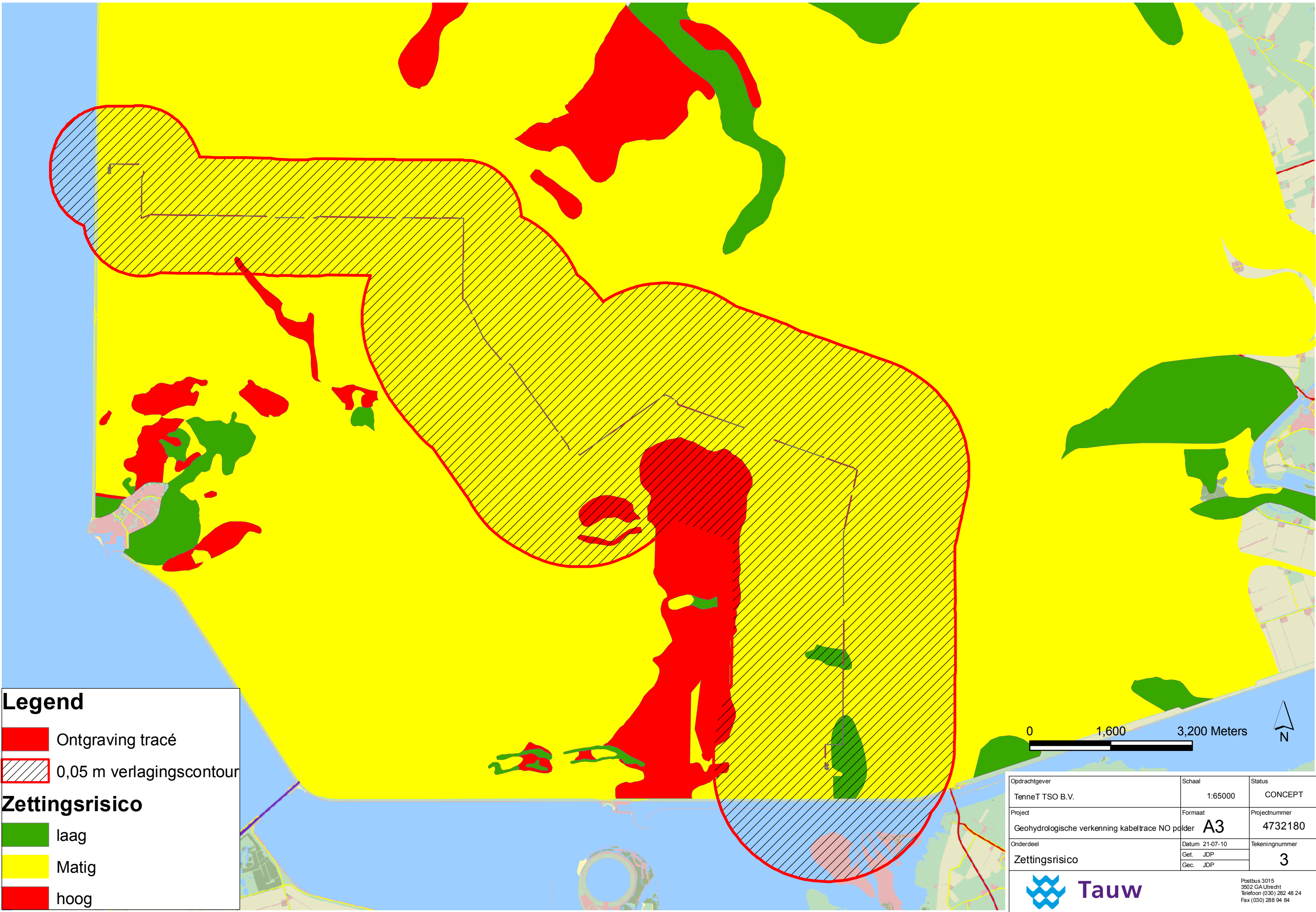
Open ontgraving tracé
0,05 m verlagingscontour

- ☒ Gesaneerd
- ☒ Bodemonderzoek uitgevoerd; geen vervolg nodig
- ☒ Bodemonderzoek uitgevoerd; in procedure

Opdrachtgever	Schaal	Status
TenneT TSO B.V.	1:55000	CONCEPT
Project	Formaat	Projectnummer
Geohydrologische verkenning kabeltrace NO polder	A3	4732180
Onderdeel	Datum 06-07-10	Tekeningnummer
verontreinigingen	Get. IAG	2
	Gec. IAG	



Postbus 3015
3502 GA Utrecht
Telefoon (030) 282 48 24
Fax (030) 288 94 84



Legend

Ontgraving tracé

0,05 m verlagingscontour

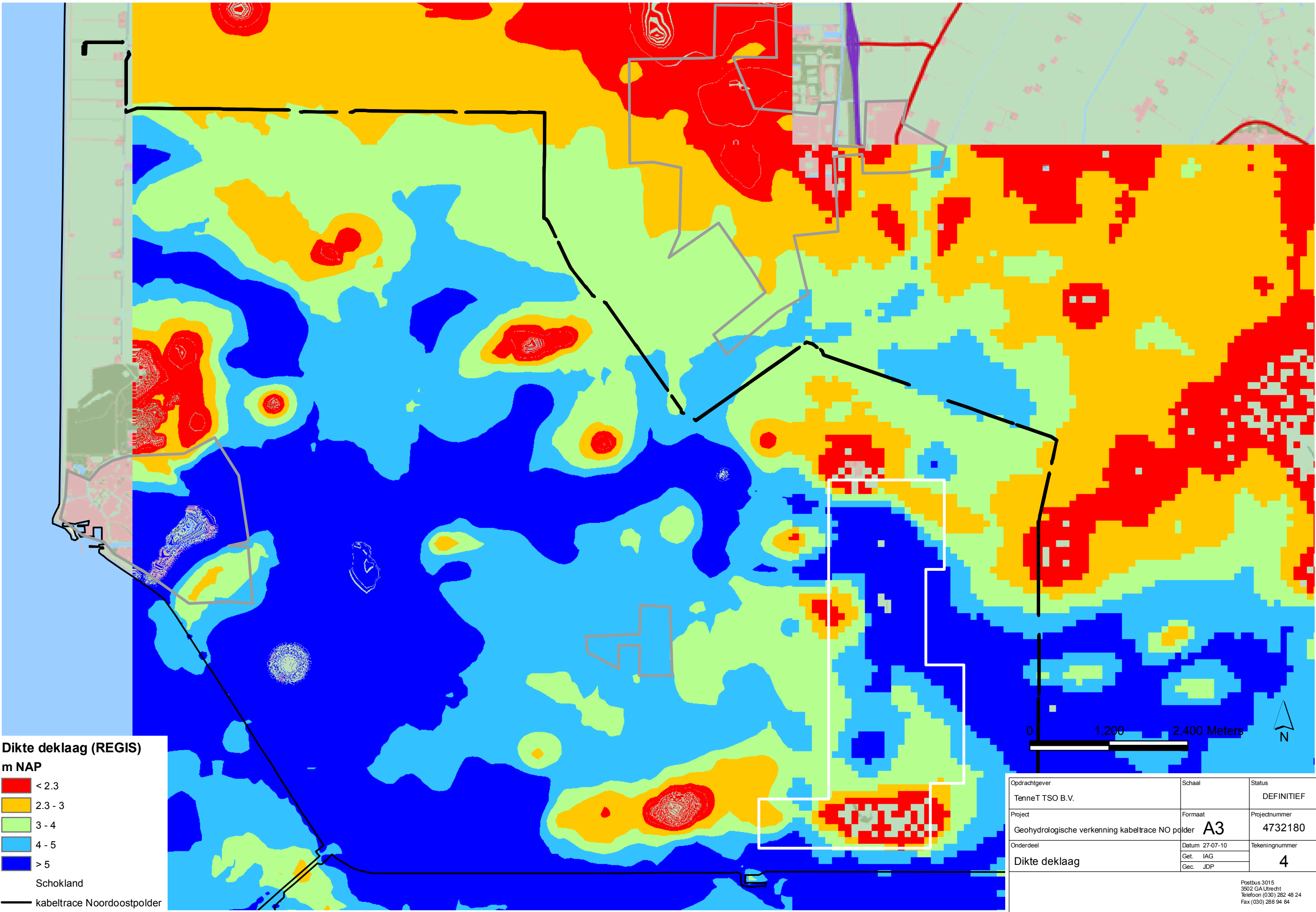
Zettingsrisico

laag

Matig

hoog

Opdrachtgever	TenneT TSO B.V.	Schaal	1:65000	Status	CONCEPT
Project	Geohydrologische verkenning kabeltrace NO polder	Formaat	A3	Projectnummer	4732180
Onderdeel	Zettingsrisico	Datum	21-07-10	Tekeningnummer	3
		Get.	JDP		
		Gec.	JDP		
		Postbus 3015 3502 GA Utrecht Telefoon (030) 282 48 24 Fax (030) 288 94 84			



Dikte deklaag (REGIS)
m NAP

	< 2.3
	2.3 - 3
	3 - 4
	4 - 5
	> 5

Schokland

kabeltrace Noordoostpolder

Opdrachtgever	Schaal	Status
TenneT TSO B.V.		DEFINITIEF
Project	Formaat	Projectnummer
Geohydrologische verkenning kabeltrace NO polder	A3	4732180
Onderdeel	Datum 27-07-10	Tekeningnummer
Dikte deklaag	Get. IAG	4
	Gec. JDP	
Postbus 3015 3502 GA Utrecht Telefoon (030) 282 48 24 Fax (030) 288 94 84		



Tauw

Tauw bv
Australiëlaan 5
Postbus 3015
3502 GA Utrecht
T +31 30 28 24 82 4
F +31 30 28 89 48 4
E info.utrecht@tauw.nl
www.tauw.nl

Postbus 3015, 3502 GA Utrecht

TenneT TSO B.V.
t.a.v. de heer S.A.M.J. Huvenaars
Postbus 718
6800 AS Arnhem

Contactpersoon

Johan de Putter

Doorkiesnummer

+31 62 23 90 71 0

E-mail

johan.deputter@tauw.nl

Datum 14 april 2011

Ons kenmerk L001-4784924JDP-kmi-V01-NL

Uw kenmerk

Onderwerp Wijziging geohydrologische verkenning kabeltracé NOP

Geachte heer Huvenaars,

Voor het project kabeltracé Noordoostpolder is de rapportage "Geohydrologische verkenning kabeltracé Noordoostpolder" opgesteld (met het kenmerk R001-4732180IAG-ibs-V02-NL).

Naar aanleiding van wijzigingen in het kabeltracé heeft u aan Tauw gevraagd om de resultaten van het bovengenoemd onderzoek te controleren en te verklaren of de wijzigingen in het tracé al dan niet tot wijzigingen in de effecten op geohydrologie kunnen leiden.

De resultaten van deze verificatie zijn hieronder weergegeven.

1. Geohydrologische uitgangspunten

- De wijziging van het kabeltracé betreft een toename van circa 1.100 m open ontgraving. Deze ontgraving dient bemalen te worden
- Ten opzichte van de rapportage is de breedte van de sleuf van 17,5 m gewijzigd in 15 m
- De diepte van de ontgraving blijft ongewijzigd, n.l. 2 meter
- Uitgaande van een drooglegging van 0,3 m onder de ontgraving (scenario 2 van de rapportage) is de hydrologische invloedsstraal circa 250 meter verkleind (van 2000 naar 1750 meter)

2. Omgevingseffecten Kwel

De kweldruk blijft in de veranderde situatie gelijk. Hierdoor zal naar verwachting geen wijziging in de effecten optreden.



Datum 14 april 2011

Ons kenmerk L001-4784924JDP-kmi-V01-NL

Pagina 2 van 2

Verontreinigingen

Het extra aantrekken van grondwaterverontreinigingen wordt in de veranderde situatie niet verwacht. Er dient namelijk minder grondwater te worden onttrokken waardoor de potentiële effecten op verplaatsing van grondwaterverontreinigingen kleiner zijn.

Aardkundige waarden

In de gewijzigde situatie is de afstand van de kabel tot het aardkundig monument Schokland circa 800 m (was 1100 m). Het hydrologisch invloedsgebied reikt dus in beide situaties tot het monument. Zoals genoemd in de rapportage zijn mitigerende maatregelen noodzakelijk om mogelijke beïnvloeding van de werkzaamheden op het aardkundig monument Schokland uit te sluiten. Specifiek betreft dit het retourneren van het bronneringswater in hetzelfde pakket. Het retourveld dient aan de zijde van Schokland (de westzijde) van het tracé te worden geplaatst. Deze mitigerende maatregel wordt nader beschreven in de bovengenoemde rapportage.

Conclusies

Hierbij verklaren wij dat wij geen wezenlijke verandering van de effecten op geohydrologie verwachten als gevolg van de wijziging van het kabeltracé mits de mitigerende maatregelen (m.n. retourbemaling) correct worden toegepast.

Met vriendelijke groet,

ing. C.G. Schreuders, groepshoofd waterbeheer en ecologie