**ROYAL HASKONING****HASKONING NEDERLAND B.V.
RUIMTELIJKE ONTWIKKELING**

Hoofdweg 490
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam
+31 (0)10 286 54 32 Telefoon
(010) 220 00 25 Fax
info@rotterdam.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel **Geo-hydrologisch onderzoek ten behoeve van
herziening bestemmingsplan Noordelijke Randweg
rond het terrein van de huidige Alexanderkazerne**

Verkorte documenttitel **Geo-hydrologische onderzoek**

Status **Definitief rapport**

Datum **19 februari 2007**

Projectnummer **9R9753**

Opdrachtgever **Gemeente Den Haag
de heer R. Sakkee**

Referentie **9R9753/R00002/500517/Rott1**

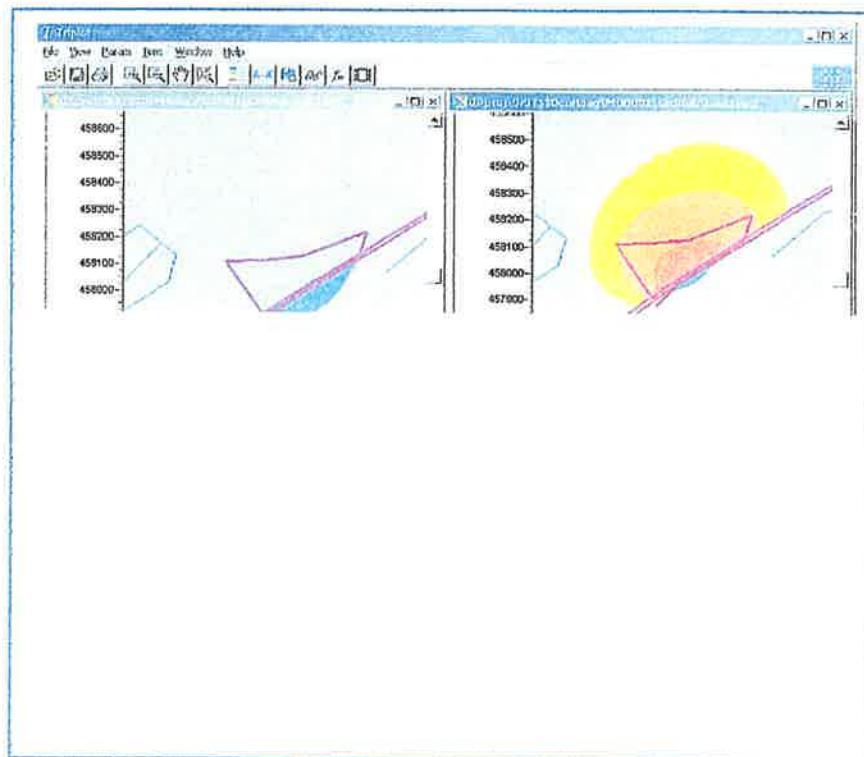
Auteur(s) **Dr. Ir. W.J. Zaadnoordijk**

Collegiale toets **Ir. A. Soetens**

Datum/paraaf **19 februari 2007**

Vrijgegeven door **Ir. R. Speets**

Datum/paraaf **19 februari 2007**



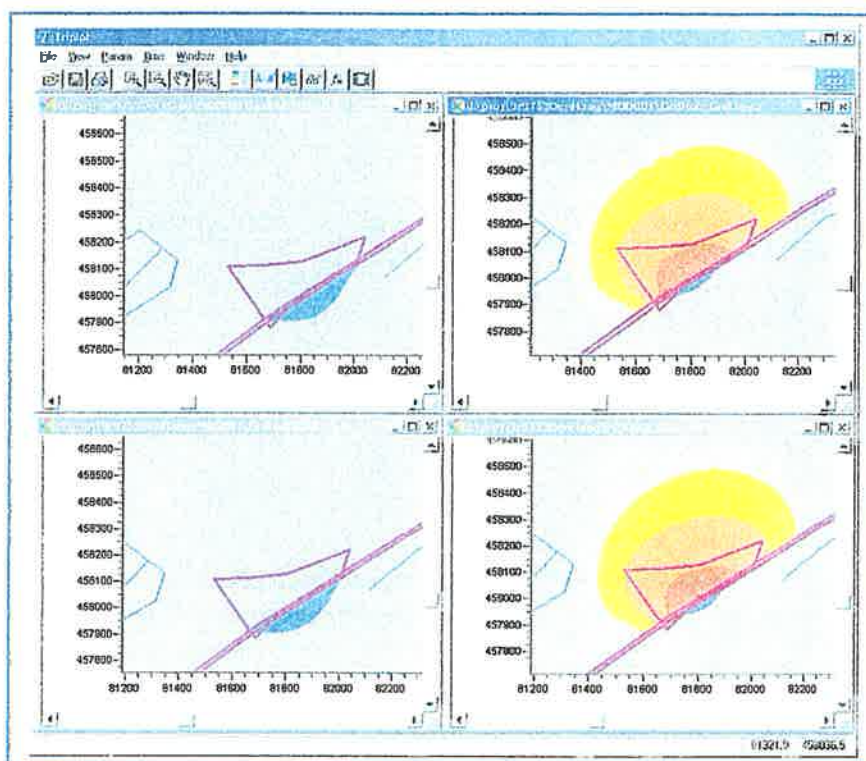
**Geo-hydrologisch onderzoek ten behoeve van herziening bestemmingsplan
Noordelijke Randweg rond het terrein van de huidige Alexanderkazerne**

Gemeente Den Haag

19 februari 2007

Definitief rapport

9R9753



**Geo-hydrologisch onderzoek ten behoeve van herziening bestemmingsplan
Noordelijke Randweg rond het terrein van de huidige Alexanderkazerne**

Gemeente Den Haag

19 februari 2007

Definitief rapport

9R9753

Hoofdweg 490
Postbus 8520
3009 AM Rotterdam
+31 (0)10 286 54 32 Telefoon
(010) 220 00 25 Fax
info@rotterdam.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel Geo-hydrologisch onderzoek ten behoeve van
 herziening bestemmingsplan Noordelijke Randweg
 rond het terrein van de huidige Alexanderkazeme

Verkorte documenttitel Geo-hydrologische onderzoek

 Status Definitief rapport

 Datum 19 februari 2007

Projectnummer 9R9753

Opdrachtgever Gemeente Den Haag
 de heer R. Sakkee

 Referentie 9R9753/R00002/500517/Rott1

 Auteur(s) Dr. Ir. W.J. Zaadnoordijk

Collegiale toets Ir. A. Soetens

 Datum/paraaf 19 februari 2007

Vrijgegeven door Ir. R. Speets

 Datum/paraaf 19 februari 2007

INHOUDSOPGAVE

	Blz.
1 AANLEIDING	1
2 VELDBEZOEK	2
3 CONCLUSIE	6

FIGUREN

1. Mogelijke invloed grondwaterstanden
2. Huidige grondwaterstanden en met scenario's

BIJLAGE

1. Aanpassingen DZH model

1 AANLEIDING

De gemeente Den Haag heeft het voornemen het terrein van de huidige Alexanderkazerne te herontwikkelen. Er wordt hiervoor een globaal eindplan in procedure gebracht. De bebouwingsgrenzen en het bebouwingsoppervlak worden hierbij ingeperkt ten opzichte van het huidige bestemmingsplan. Binnen het bebouwingsvlak mag een deel worden bebouwd en mag tot maximaal 9 meter beneden peil 0 gebouwd worden. De invloed van de veranderingen op het grondwater is vooral van belang aangezien het terrein grenst aan het waterwingebied van het Duinwaterbedrijf Zuid-Holland (DZH). De gemeente Den Haag heeft aan Haskoning Nederland B.V. opdracht verleend voor een geo-hydrologisch onderzoek naar de effecten van dergelijke bebouwing op het grondwater en de grondwaterstroming.

Werkzaamheden

De effecten van de nieuwe bebouwing op het grondwater en de grondwaterstroming zijn gekwantificeerd met een geohydrologisch computermodel. DZH heeft zijn geo-hydrologisch model ter beschikking gesteld. Voor dit onderzoek hebben wij het model lokaal aangepast. De Hubertustunnel is in het model opgenomen zoals deze momenteel wordt aangelegd. Het ingenieursbureau van de gemeente Den Haag heeft hiervoor de relevante gegevens over de tunnel aangeleverd. De tunnel bestaat uit twee ronde buizen die achter een boor in de grond worden aangebracht. Zowel tijdens de bouw als daarna is geen drainage of ontwatering langs het tunneltracé voorzien.

Met het aangepaste model zijn de effecten van nieuwe bebouwing op het terrein van de Alexanderkazerne bepaald in relatie tot het waterwingebied, de stuwing van het duin en de bestaande bebouwing in de omgeving. Hierbij zijn de effecten als gevolg van mogelijke veranderingen in de grondwaterstroming en in de grondwaterstand in beeld gebracht worden. Er wordt rekening gehouden met zowel het ondiepe als de diepere watervoerende pakketten. Hierbij zijn de twee uitersten met betrekking tot infiltratie van hemelwater beschouwd:

1. Een variant waarbij alle neerslag op bebouwing afgevoerd wordt (bijv. via de riolering).
2. Een variant waarbij alle neerslag op bebouwing in de bodem geïnfiltreerd wordt (volledige afkoppeling).

Het onderzoek is gestart met een veldbezoek om de huidige situatie in ogenschouw te nemen.

2 VELDBEZOEK

De heer Van Zonneveld heeft op 17 augustus Willem Jan Zaadnoordijk van ons bureau op het terrein van de Alexanderkazerne rondgeleid. De heer Van Zonneveld is Adviseur Juridisch Beheer bij het ministerie van Defensie en heeft in het verleden jarenlang op het terrein gewerkt.

Een groot deel van het terrein is verhard met straatstenen. Langs de bestrating liggen straatkolken, er is een apart regenwaterriool en er zijn geen infiltratievoorzieningen. Dit betekent dat niet alleen het hemelwater van de daken maar ook een deel van het overige hemelwater via het riool wordt afgevoerd en dat er in de huidige situatie relatief weinig grondwateraanvulling is vanuit de neerslag.

Het maaiveld is geëgaliseerd met een paar verschillende niveaus met een hoger niveau aan de noordwest zijde en een lager aan de zuidoost zijde. Buiten langs de noordrand is een aantal meters diepe insnijding waar tegenwoordig een fietspad ligt en vroeger een tram reed. Ten zuid (oost)en van het terrein loopt het maaiveld verder af in de richting van het water langs de Else Mauhslaan. Het feit dat de insnijding bij het fietspad geheel droog is en dat de waterstand bij de Else Mauhslaan een stuk lager ligt dan het maaiveld op het terrein suggereren dat de grondwaterstand hier op een diepte van enkele meters ligt. Dit wordt bevestigd door het gegeven dat geen wateroverlast bekend is.

Vrij recent is een gebouw van enkele verdiepingen neergezet op het terrein. De oudere gebouwen zijn beperkt tot een of twee lagen. Deze gebouwen zijn allemaal op staal gefundeerd. Bij geen van deze gebouwen zijn zichtbare problemen met zettingen. Dit, gecombineerd met het ontbreken van wateroverlast, geeft aan dat de ondiepe ondergrond geheel zandig is en geen belangrijke stoorlagen van klei of veen bevat.

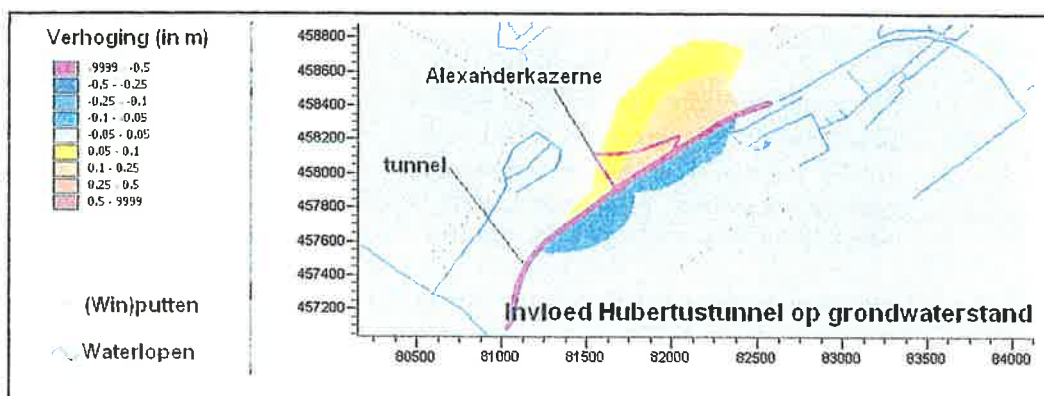
De aanleg van de Hubertustunnel is op dat moment nog niet gevorderd tot onder het terrein, zodat het ontbreken van gevolgen van de tunnelbouw verder geen informatie oplevert.

Modelaanpassing en -resultaten

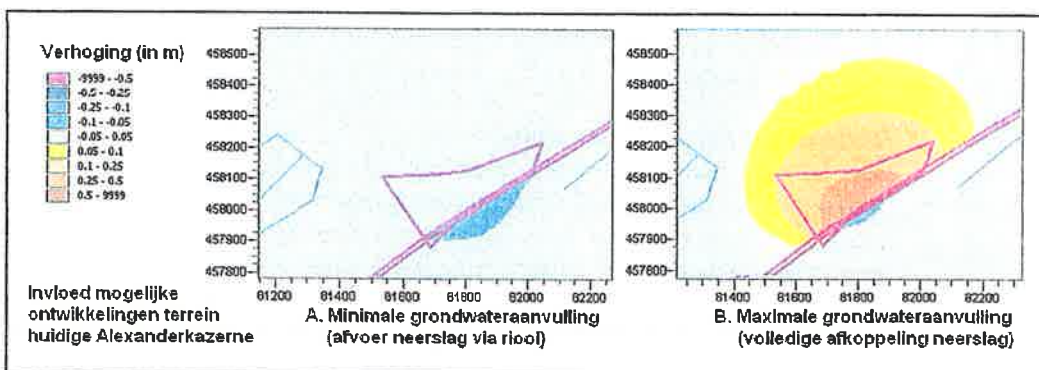
Het DZH-model is gemaakt met het grondwatersimulatiepakket Triwaco. Het is gebaseerd op driehoekige eindige elementen. Hiermee is het mogelijk om eenvoudig lokaal te verdichten als een grotere detaillering is vereist. Het model omvat het duingebied tussen Den Haag en Katwijk met ruime omgeving. Het aangeleverde rekennetwerk van het model is te grof om de Hubertustunnel en de veranderingen op het terrein van de Alexanderkazerne adequaat te kunnen simuleren. Daarom is eerst een nieuw rekennetwerk gemaakt met een grotere knoepdichtheid in het betreffende gebied. De bodem- en geohydrologische parameters voor het nieuwe rekennetwerk zijn bepaald op basis van de basiskaarten zoals die in het Triwaco-model zijn gedefinieerd (zie bijlage).

Vervolgens is de Hubertustunnel in het model aangebracht. Ter hoogte van de tunnel is de doorlatendheid sterk verlaagd. Dit betreft de tweede en derde modelaQUIFER, waarin de grondwaterstroming sterk bemoeilijkt wordt door de aanleg van de tunnel. De tunnel ligt min of meer dwars op de huidige grondwaterstroming en heeft daardoor een duidelijk opstuwende werking aan de bovenstroomse zijde en veroorzaakt een daling van de grondwaterstand aan benedenstroomse zijde.

Dit wordt geïllustreerd in de onderstaande afbeelding. Deze geeft boven de verandering van de freatische grondwaterstand (in de eerste modelaquifer). De opstuwung van het grondwater aan de noordzijde is duidelijk herkenbaar evenals de daling aan de zuidzijde.



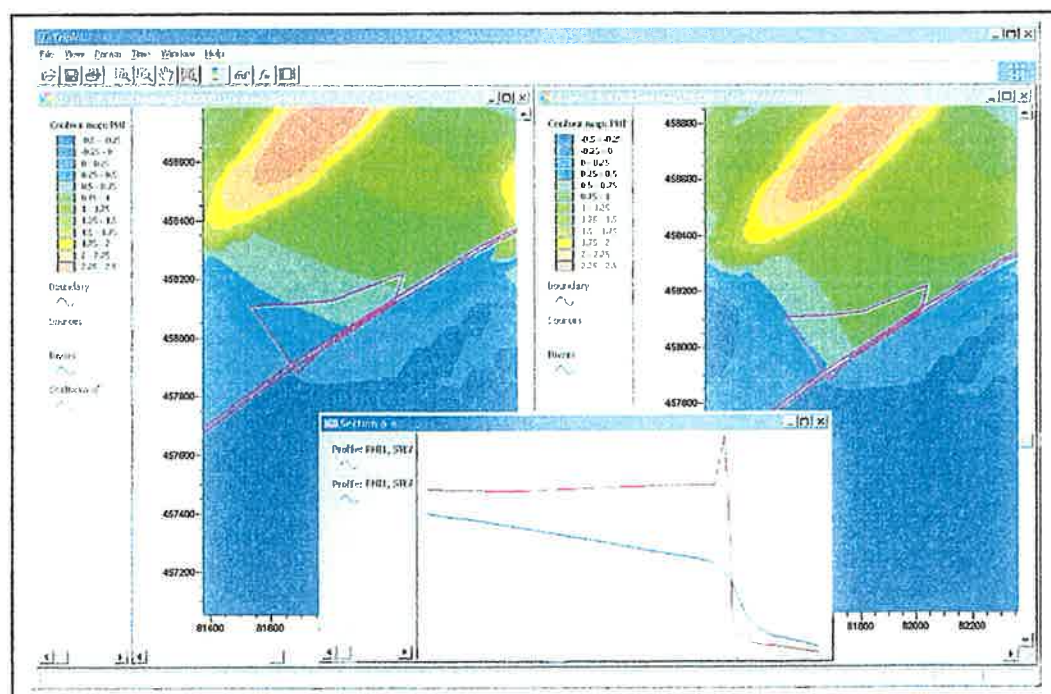
Tenslotte zijn de aanpassingen gedaan die de mogelijke veranderingen op het terrein van de Alexanderkazerne representeren. Het mogelijke ondergronds bouwen is weergegeven door de doorlatendheid van de eerste modelaquifer te verlagen. De veranderingen met de afwatering zijn gesimuleerd door de twee uitersten in de mogelijke grondwateraanvulling. Het ene uiterste is dat er helemaal geen regenwater meer in de grond dringt, het andere dat de hemelwaterafvoer op het terrein geheel wordt afgekoppeld en dat alle neerslag in de grond dringt. De onderstaande afbeelding geeft voor beide varianten de verandering van de ondiepe grondwaterstand, die in meer detail ook in Figuur 1 achterin het rapport is gegeven. De veranderingen voor de situatie zonder grondwateraanvulling staan links, die voor de situatie met maximale grondwateraanvulling staan rechts.



De invloed bij de minimale grondwateraanvulling is zeer gering. Op het terrein zelf heffen de extra opstuwung door het ondergronds bouwen en de verlaging door de gereduceerde grondwateraanvulling elkaar op. Aan de andere kant van de Hubertustunnel versterken beide factoren elkaar doordat ze beide een verlaging veroorzaken. De grootte van de verlaging is zo gering dat deze geen zettingen of andere schade zal veroorzaken. De invloed is niet merkbaar meer bij de winputten van de DZH die buiten getoonde details meer naar het zuidoosten langs de rand van het park Clingendaal liggen. Figuur 1 achterin het rapport geeft de invloed in meer detail op een topografische ondergrond.

De invloed op de grondwaterstand van de ontwikkelingen op het terrein van de huidige Alexanderkazerne is geringer dan het effect van de Hubertus tunnel, zowel qua beïnvloed oppervlak als qua grootte van de veranderingen buiten het terrein (vergelijk bovenstaande afbeelding en de voorgaande afbeelding). Bij de maximale infiltratie treedt op het terrein boven de tunnel een maximale verhoging op van 95cm. Deze waarde is een extreme inschatting omdat hierbij de ondergrondse bebouwing aansluit op de tunnel. In werkelijkheid zal dit niet het geval zijn en zal de afstroming in zuidelijke richting makkelijker zijn waardoor de opstuwung minder zal zijn. De nu berekende verlaging ten zuiden van de tunnel zal dan waarschijnlijk niet meer optreden. Buiten het huidige kazemeterrein is de verhoging minder dan een halve meter. Deze verhoging zelf is geen probleem. Alleen de samenhangende verandering van de stromingsrichting zou in principe de bescherming van het waterwingebied in gevaar kunnen brengen, maar dat blijkt niet het geval te zijn zoals in de volgende paragraaf wordt uiteengezet.

De onderstaande afbeelding geeft contourlijnen van de ondiepe grondwaterstand in de uitgangssituatie met de Hubertustunnel (links) en de situatie met volledige afkoppeling (rechts). De grondwaterstanden voor deze beide situaties zijn in meer detail met een topografische ondergrond gegeven in figuur 2 achter in dit rapport.



De inzet in de bovenstaande afbeelding geeft de grondwaterstand in de aangegeven dwarsdoorsnede voor beide situaties in respectievelijk blauw en rood. Door de tunnel ontstaat er ter plaatse een steile gradiënt, maar de afstroming blijft in zuidelijke richting. De richting verandert wel enigszins, maar draait niet om. Uit de contouren is te zien dat de stroming door de opstuwung langs de tunnel meer zuidwestelijk gericht wordt, terwijl de huidige stroming meer zuidelijk vanuit het duin in de richting van de bebouwing is gericht. Met de extra grondwateraanvulling draait op het kazemeterrein zelf de richting van de stroming wel om. De extra infiltratie stroomt nog meer westelijk af en heeft zelfs een lichte gradiënt naar het noorden.

De noordelijke gradiënt is zeer lokaal en betreft alleen neerslag water dat om het gebouw heen naar de ondergrond stroomt. Er stroomt freatisch nooit water vanuit het kazemeterrein naar de winningen.

In het diepe watervoerende pakket (onder het Basisveen) zijn de effecten nauwelijks merkbaar. De diepe winningen van de DZH (waarvan Kaswetering en diepinfiltratie Waalsdorp de dichtst bijzijnde zijn) zullen geen invloed ondervinden. Ook zal geen verandering in de ligging van de brakwatergrens in de ondergrond optreden.

Zodoende wordt zelfs in het meest extreme geval de bescherming van het waterwingebied niet in gevaar gevaar gebracht door de voorgenomen aanpassingen op het terrein van de Alexanderkazerne.

3 CONCLUSIE

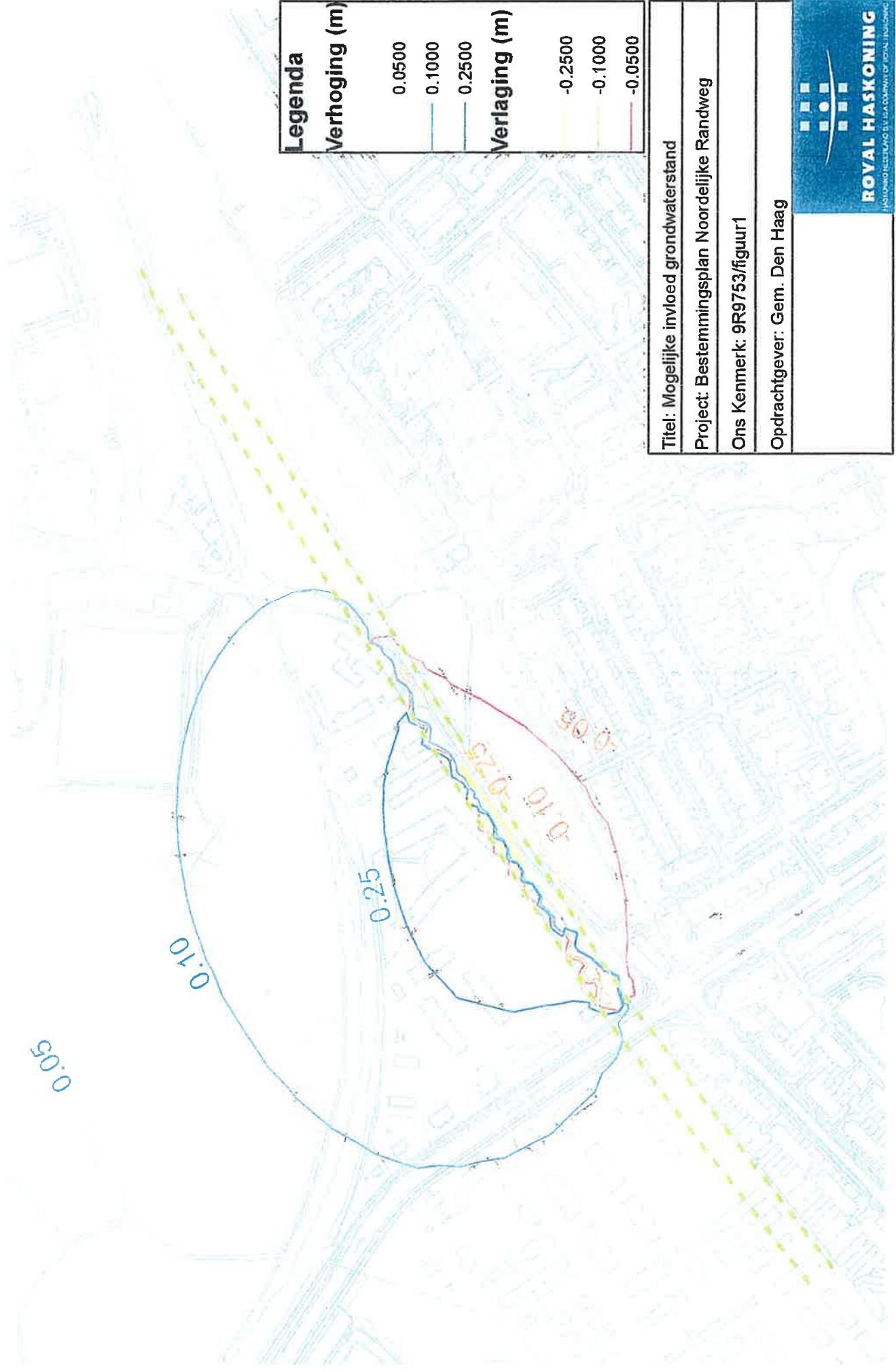
De invloed van de mogelijke veranderingen op het terrein van de huidige Alexanderkazerne hebben zeer beperkte hydrologische effecten. De verhogingen treden op in het noorden, waar de grondwaterstanden zich diep beneden het maaiveld bevinden. De verlagingen vormen geen bedreiging voor de bebouwing of de winputten langs het park Clingendaal. De richting van de grondwaterstroming verandert voornamelijk aan de noordzijde. Zelfs bij de maximale opstuwning door een onrealistisch groot vlak met ondergrondse bebouwing en volledige afkoppeling van neerslagwater loopt de bescherming van het waterwingebied, dat ten noorden van het plangebied is gelegen, echter geen gevaar. De gepresenteerde effecten vormen een absolute bovengrens voor de te verwachten effecten, doordat de bebouwing voor het gehele gebied is gesimuleerd. Door de bebouwinggrenzen en het maximale bebouwingspercentage zullen de effecten nog belangrijk geringer zijn. Verder kan opgemerkt worden dat de invloed op de stijghoogten en grondwaterstroming minder zijn dan het effect van de Hubertustunnel.

A COMPANY OF



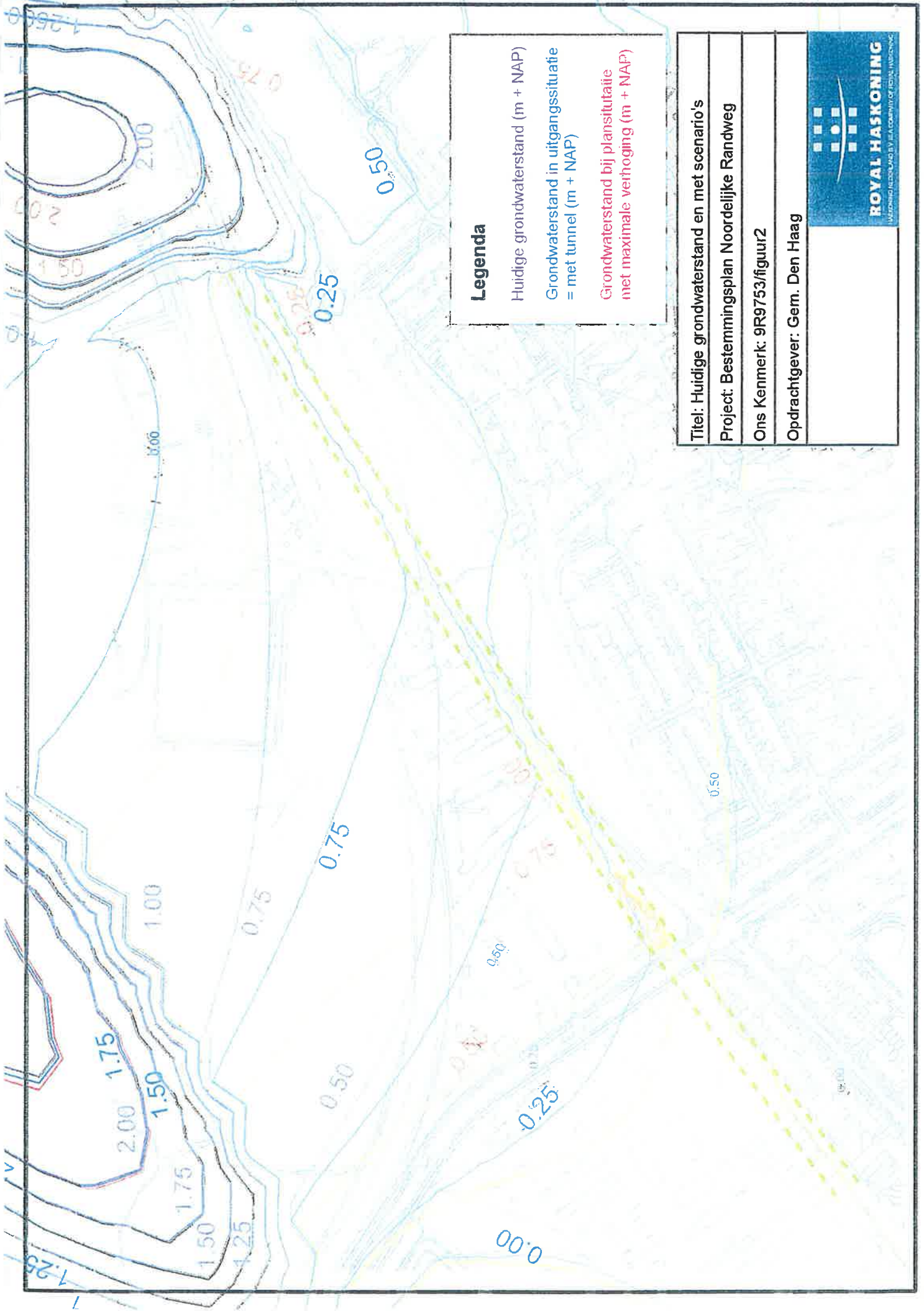
ROYAL HASKONING

Bijlage Figuren



Legenda	
Verhoging (m)	
0.0500	
0.1000	
0.2500	
Verlaging (m)	
-0.2500	
-0.1000	
-0.0500	

Titel: Mogelijke invloed grondwaterstand
Project: Bestemmingsplan Noordelijke Randweg
Ons Kenmerk: 9R9753/figuur1
Opdrachtgever: Gem. Den Haag
 ROYAL HASKONING <small>HOOGWEGENBESLUITING & VERBODEN VAN ROYAL HASKONING</small>

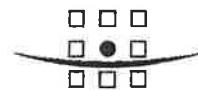


Legenda

- Huidige grondwaterstand (m + NAP)
- Grondwaterstand in uitgangssituatie = met tunnel (m + NAP)
- Grondwaterstand bij plansituatie met maximale verhoging (m + NAP)

Titel: Huidige grondwaterstand en met scenario's
Project: Bestemmingsplan Noordelijke Randweg
Ons Kenmerk: 9R9753/figuur2
Opdrachtgever: Gem. Den Haag
 ROYAL HASKONING LANDSCHAAPTECHNISCHE BUREAU VAN TOEGANG TOT DE WERELD

A COMPANY OF



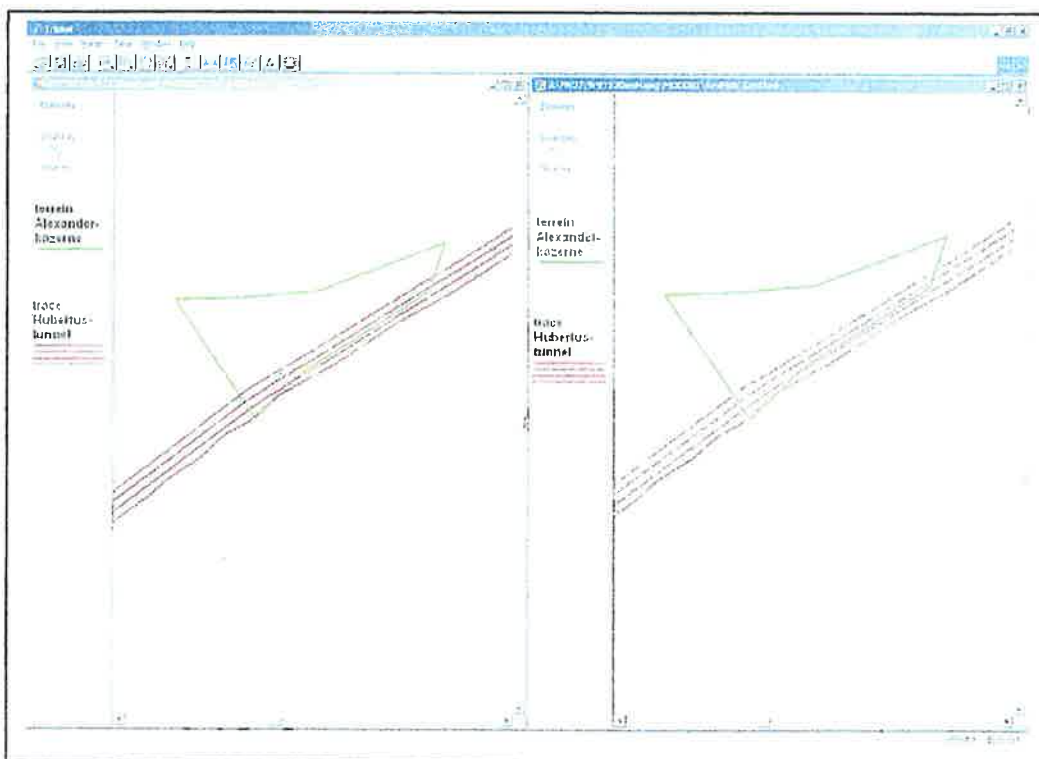
ROYAL HASKONING

Bijlage 1 Aanpassingen DZH-model

BIJLAGE 1. AANPASSINGEN DZH-MODEL

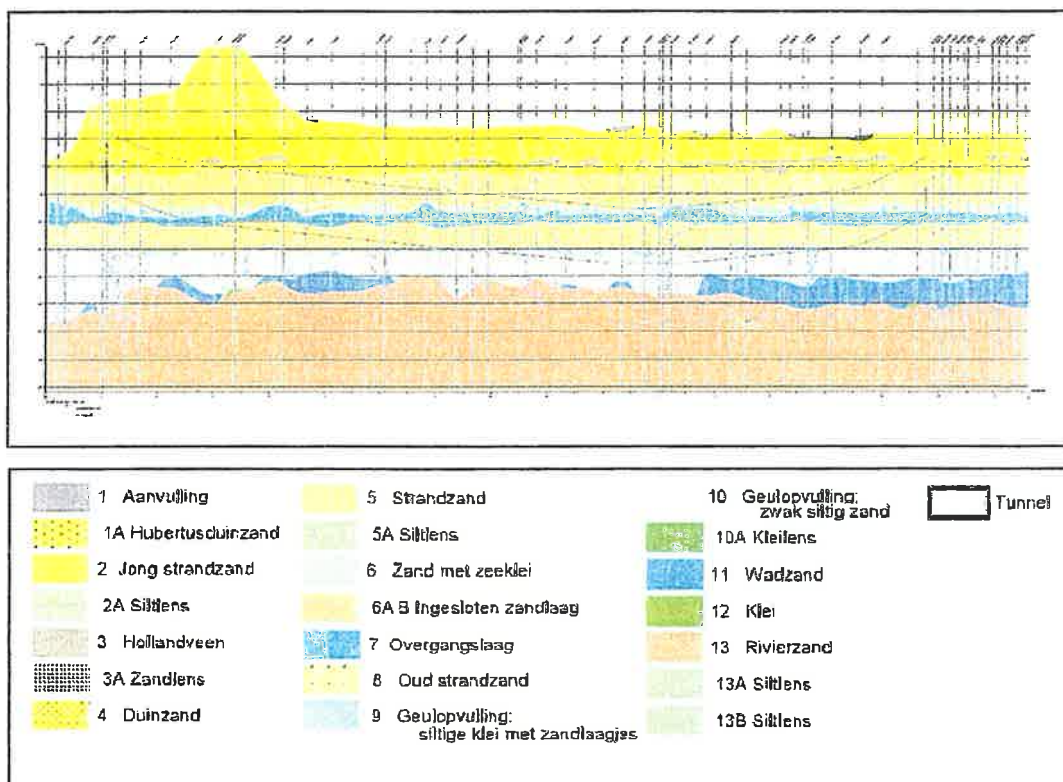
De N.V. Duinwaterbedrijf Zuid-Holland heeft zijn grondwatermodel ter beschikking gesteld voor het hydrologisch onderzoek. Het DZH-model is gemaakt met het grondwatersimulatiepakket Triwaco (<http://www.triwaco.nl>). Het is gebaseerd op driehoekige eindige elementen. Hiermee is het mogelijk om eenvoudig lokaal te verdichten als een grotere detaillering is vereist. Het model omvat het duingebied tussen Den Haag en Katwijk met ruime omgeving. In de diepte beschrijft het de hydrogeologische lagen die van belang zijn voor de grondwaterstroming.

Het aangeleverde rekennetwerk is te grof voor dit onderzoek. Daarom is het netwerk verfijnd zodat de invloed van de Hubertustunnen en de mogelijke verandering op het terrein van de huidige Alexanderkazeme goed gesimuleerd kunnen worden. Het aangeleverde model bevat 49740 rekenknopen, terwijl het verfijnde model 52044 rekenknopen bevat. De onderstaande afbeelding geeft links een detail van het oorspronkelijke netwerk ter plaatse van de Hubertustunnel en het kazemeterrein en rechts het nieuwe netwerk.

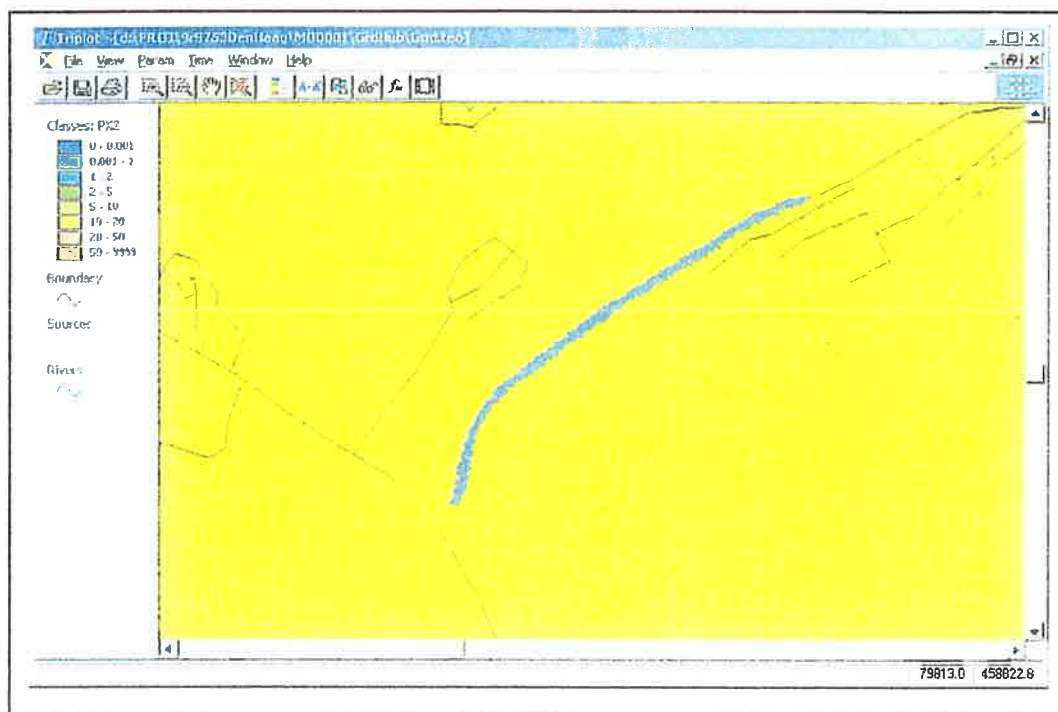


Vrijwel alle parameterwaarden zijn aan het nieuwe rekennetwerk toegekend met de basiskaarten. Alleen de grondwateraanvulling is geïnterpoleerd vanuit de knoopwaarden van het aangeleverde model, omdat de oorspronkelijke berekening uit de neerslag en de actuele verdamping niet binnen de Triwaco-omgeving is gedefinieerd. De consequenties hiervan zijn gering omdat er geen grote scherpe overgangen in de grondwateraanvulling zijn, die 'versmeerd' zijn door de interpolatie.

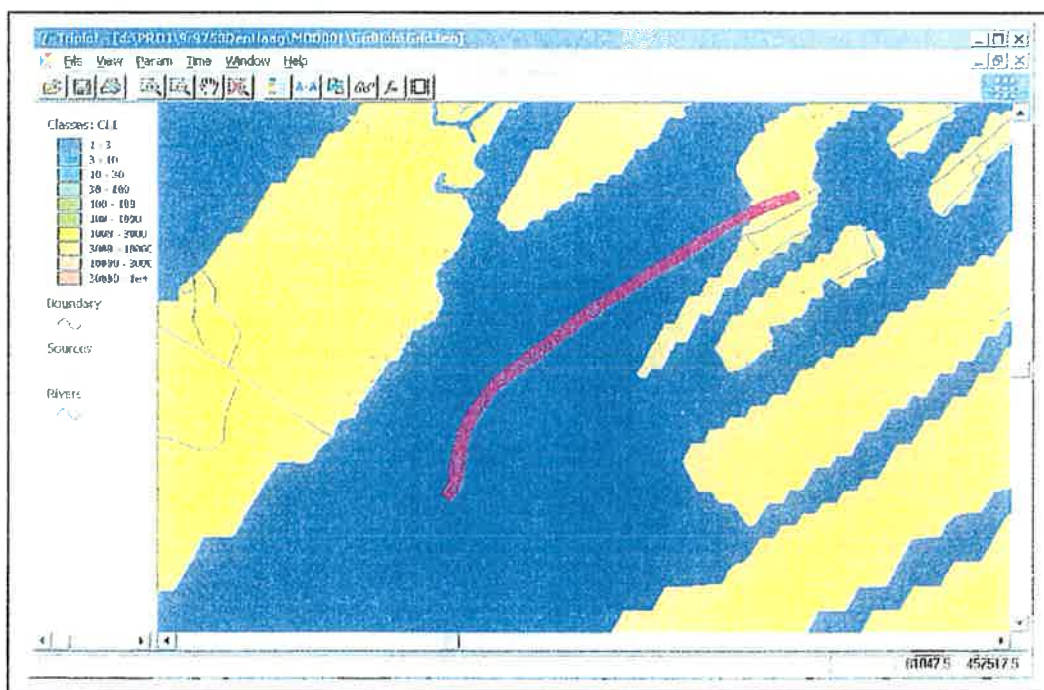
De gemeente Den Haag heeft informatie over de Huberturs tunnel toegestuurd met de ligging van de tunnel. In een geotechnisch profiel langs het trace van de Hubertustunnel is de diepteligging van de tunnel te zien.



De zandlagen waar de tunnel zich voor het grootste deel in bevindt (oranje gekleurd in de bovenste dwarsdoorsnede met nummers 5 en 6) komen overeen met de modelaquifers 2 en 3 in het DZH model. Derhalve is de transmissiviteit van deze aquifers sterk gereduceerd in het vlak van de tunnel.

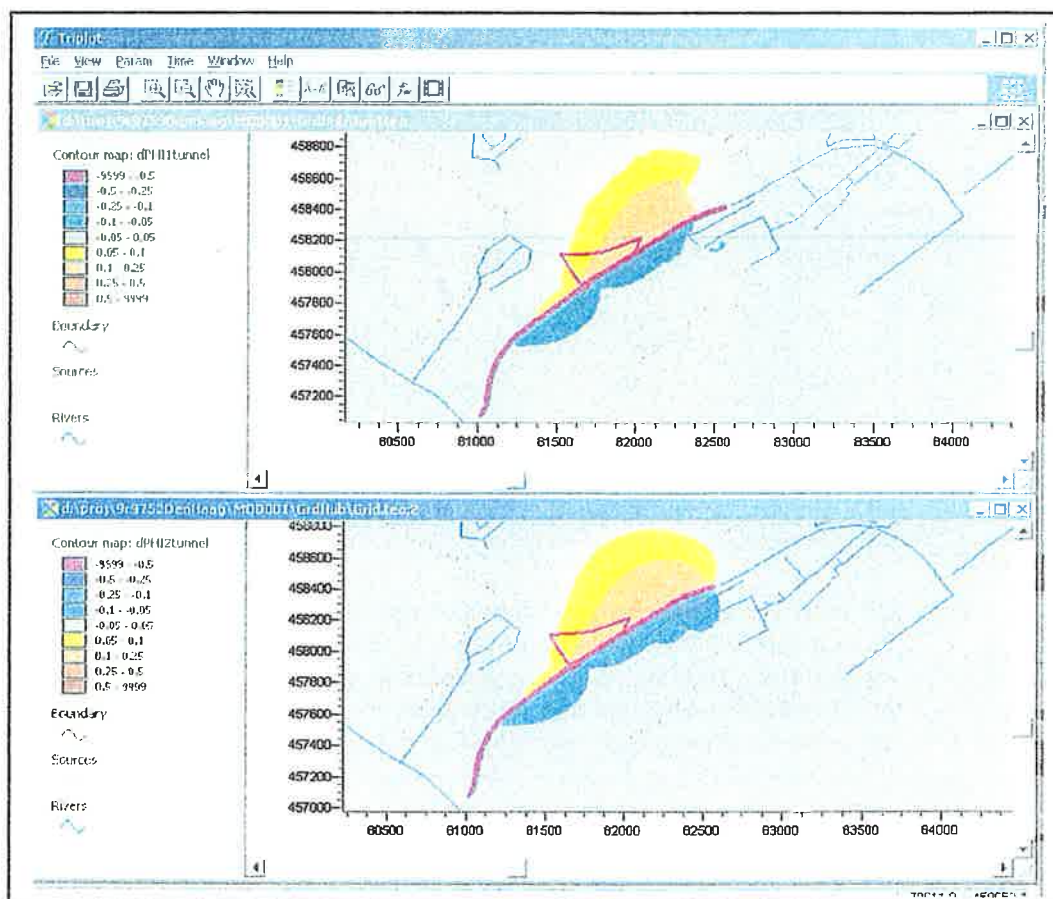


De geotechnische dwarsdoorsnede laat langs vrijwel het hele traject van de Hubertustunnel de aanwezigheid van Hollandveen zien. In het model is de aanwezigheid van Hollandveen alleen in het Noordoostelijke uiteinde van het traject gekarteerd en verder instroken op ruime afstand van de tunnel, zoals te zien is in de onderstaande afbeelding met de weerstand van modelaquifer 1.



Vanwege de tegenstelling tussen het Hollandveen in de modelkartering en in het geotechnisch profiel langs de tunnel is nader onderzocht hoe de kartering verbeterd kan worden. Hiertoe zijn boringen uit Dino (<http://www.dinoloket.nl>) opgevraagd en geanalyseerd op de aanwezigheid van Hollandveen. In de directe omgeving van de tunnel zijn geen boringen met Hollandveen. Zodoende zijn er geen aanwijzingen dat de verbreiding van het Hollandveen als een aaneengesloten laag groter is in zuidwestelijke richting. Hier over is ook geen informatie beschikbaar in de geohydrologische kaarten (ReGIS) die via het Dinoloket toegankelijk zijn. Wellicht dat niet aaneengesloten stukken Hollandveen wel beter gerepresenteerd kunnen worden door een wat hogere weerstand dan nu aanwezig is in het model, maar dat is nu niet nader onderzocht, ook omdat geen lokale meetgegevens beschikbaar zijn om een dergelijke veronderstelling te toetsen.

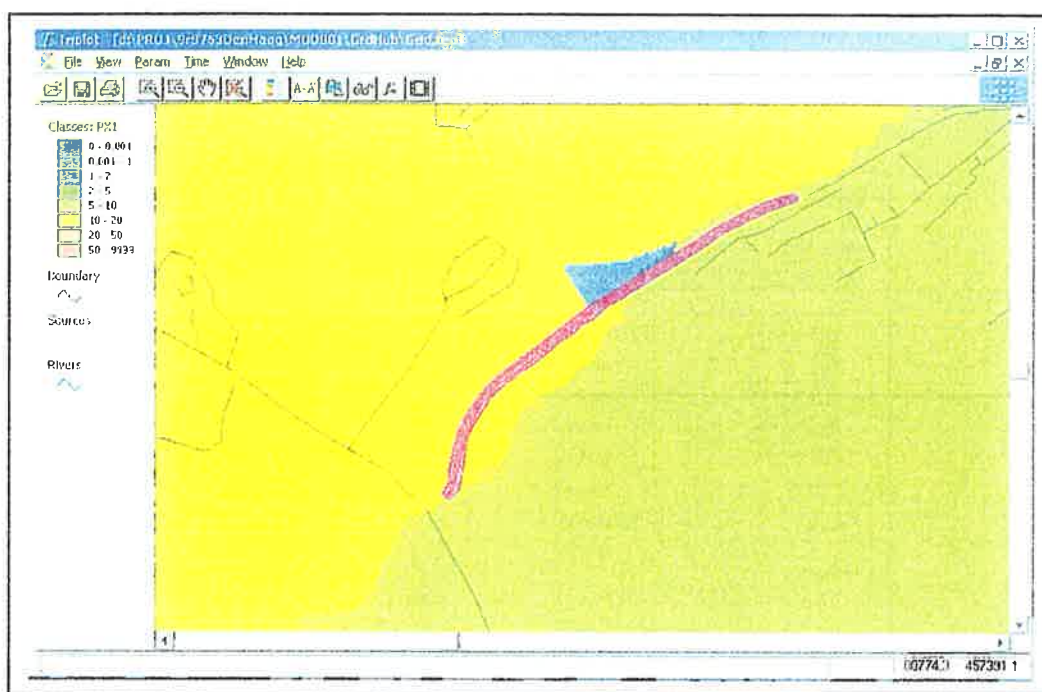
De aanpassingen in het model voor de Hubertustunnel hebben zich nu dus beperkt tot de parameterwaarden binnen het vlak waar de grondwaterstroming onmogelijk wordt door de aanleg van twee ondoorlatende tunnelbuizen. Dit levert de volgende invloed op de grondwaterstand (boven) en de stijghoogte in het watervoerend pakket onder het Hollandveen (onder).



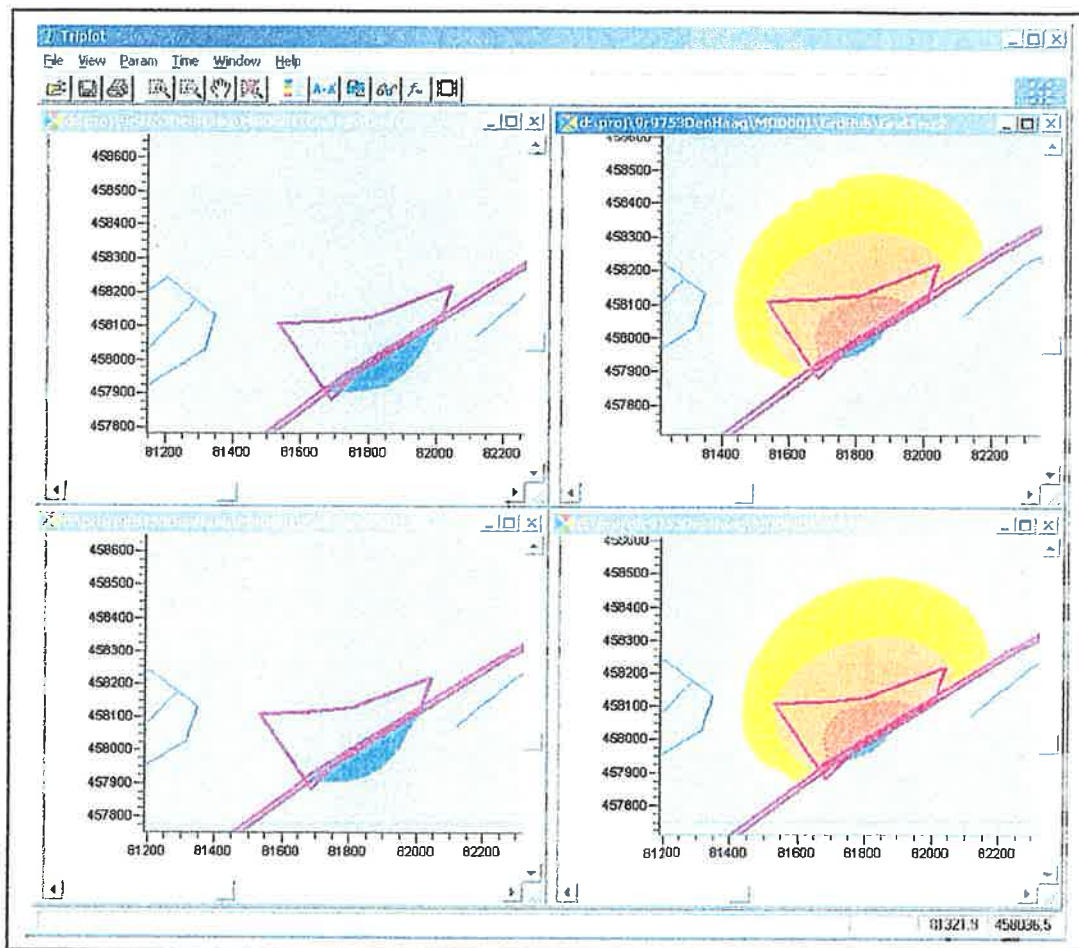
Ten behoeve van het hydrologisch onderzoek voor de aanpassing van het bestemmingsplan noordelijke randweg is de grondwateraanvulling en de transmissiviteit van het freatisch watervoerend pakket aangepast.

Voor de grondwateraanvulling zijn twee uitersten beschouwd: A. geen aanvulling, wat een situatie weergeeft waarin het terrein geheel verhard is en alle neerslag via riolering wordt afgevoerd. B. een verhoogde aanvulling van 2,4 mm/d, wat een volledige afkoppeling weergeeft waarbij alle neerslag op het terrein in de bodem wordt geïnfilteerd.

De transmissiviteit is sterk gereduceerd om de invloed van het mogelijke ondergronds bouwen weer te geven. Beide ingrepen zijn voor het gehele terrein van de huidige Alexanderkazerne in het model aangebracht. Zodoende sluit de gereduceerde transmissiviteit op het terrein nauw aan op de praktisch ondoorlatende strook in de diepere modelaquifers, die de tunnel representeert. Dit levert een 'worst-case' op voor de beïnvloeding van het waterwingebied van de DZH.



De volgende afbeelding geeft voor de twee scenario's voor het huidige kazerneterrein de invloed op de freatische grondwaterstand (boven) en de stijghoogte onder het Hollandveen (onder). Aan de linkerkant de verlagingen voor de situatie zonder grondwateraanvulling en aan de rechterkant de verhogingen (en een beetje verlaging ten zuiden van de tunnel) voor de situatie met extra grondwateraanvulling.



Het model zal met de aanpassingen overgedragen worden aan de DZH, waarin alle aanpassingen op de gebruikelijke wijze in het Triwacoproject gedocumenteerd zijn.

