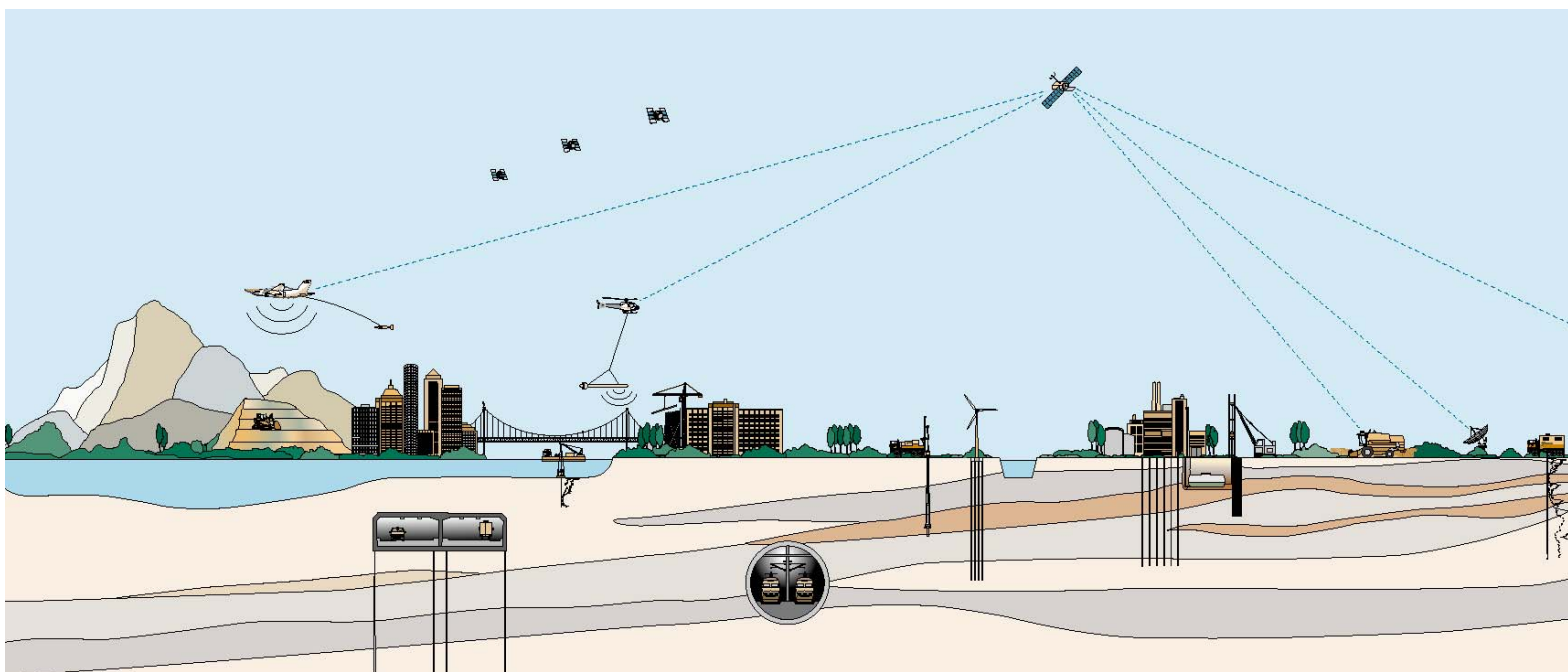


Briefrapport
betreffende

NIEUWBOUW INSULINDEWEG TE AMSTERDAM

Opdrachtnummer: 4011-0286-001



Briefrapport
betreffende

**NIEUWBOUW INSULINDEWEG TE
AMSTERDAM**

Opdrachtnummer: 4011-0286-001

Opgesteld door : W. Kooijman (MSc)
Adviseur Hydrologie

Gecontroleerd door : Ir. H.W.P.M. Gielen
Adviseur Hydrologie

Zekeringstraat 41a
Postbus 20655
1001 NR Amsterdam
tel.: 020-6510800
fax: 020-6916769

De Alliantie Projectontwikkeling
Postbus 95
1270 AB HUIZEN

T.a.v. de heer D.H. Kuus

Onze ref: 4011-0286-001.R01/WKM

Amsterdam, 22 juni 2012

Betreft: Nieuwbouw Insulindeweg te Amsterdam – analyse barrièrewerking kelder

Geachte heer Kuus,

Op 14 juni 2012 ontving Fugro GeoServices B.V. te Amsterdam van De Alliantie Projectontwikkeling, de opdracht voor uitvoeren van een bureauonderzoek naar mogelijke barrièrewerking van grondwater als gevolg van de nieuw aan te leggen kelder op bovengenoemde locatie. In deze rapportage zijn de resultaten van het onderzoek opgenomen.

In een eerdere fase is grondonderzoek op de projectlocatie uitgevoerd. De resultaten van het grondonderzoek zijn gepresenteerd op 20 januari 2012 (kenmerk 4011-0286-000.R01). De resultaten van het grondonderzoek zijn gebruikt voor deze rapportage.

In voorliggende rapportage zijn de volgende onderdelen beschreven:

- Een beschrijving van de bodemgesteldheid en grondwaterstanden op basis van de reeds beschikbare gegevens;
- Het uitvoeren van een Quick-scan barrièrewerking (kwalitatief). Dit houdt in het nagaan of door de parkeer-kelder nadelige effecten door barrièrewerking kunnen worden verwacht en tevens het aangeven welke compenserende maatregelen hiervoor kunnen worden getroffen.

Projectomschrijving

Het project betreft de nieuwbouw van appartementen op de hoek Celebesstraat/Insulindeweg te Amsterdam. Onder de nieuwbouw is een (parkeer)kelder voorzien. Binnen het Rijksdriehoeksnet heeft de projectlocatie globaal de coördinaten X = 124.030 m en Y = 486.060 m.

Huidige situatie

Momenteel is de projectlocatie grotendeels bebouwd. Voor zover bekend is het huidige dakoppervlak aangesloten op het riool. Onbekend is of de verharding in de achtertuinen is aangesloten op het riool (naar verwachting niet). De huidige situatie is weergegeven in figuur 1.

Bij Waternet is informatie opgevraagd over de riolering en drainage in de omgeving. Door Waternet is aangegeven dat (voor zover bekend) er geen drainage of polderriolering in de omgeving aanwezig is. Door Waternet is aangegeven dat het spoorcunet mogelijk een aparte drainerende functie heeft, maar hiervan zijn geen gegevens bekend bij Waternet. De aanwezige gemeentelijke riolering betreft een gemengd riool van Ø 400 mm.

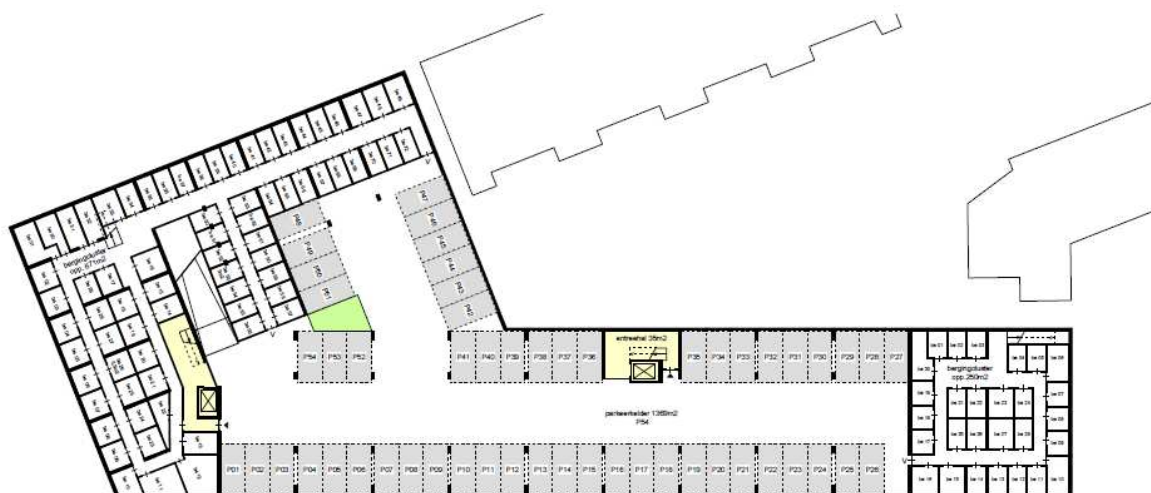
In de omgeving van de projectlocatie bevindt zich geen oppervlaktewater. Het stadsspeil bedraagt ca. NAP -0,4 m.



Figuur 1: huidige situatie (bron: Google Earth)

Toekomstige situatie

Op de projectlocatie zal worden voorzien in de nieuwbouw van appartementen met in de kelder een parkeergarage. De kelder is 1-laags. Een schets van de toekomstige situatie is weergegeven in figuur 2.



Figuur 2: toekomstige situatie, kelder

Op basis de beschikbare gegevens zijn de volgende uitgangspunten geformuleerd:

- Onder de zal een parkeerkelder worden gerealiseerd. De kelder heeft de afmetingen van ca. 95 bij 40 tot 16 m. De lange zijde ligt parallel aan de Insulindeweg;
- De onderzijde van de kelder bevindt zich op ca. PEIL -3,2 m. Het PEIL t.o.v. NAP is nog niet bekend. Aangenomen wordt dat het PEIL gelijk is aan maaiveldniveau (ca. NAP +0,5 m). Onderzijde kelder wordt daarbij geschat op ca. NAP -2,7 m.
- Onbekend is of er permanente damwanden worden aangebracht;
- Voor zover bekend zijn er geen kelders in de naastgelegen panden (volgens opdrachtgever);
- Een klein deel van de bovenkant van de kelder wordt ingericht als tuin.

Geohydrologische gesteldheid

Op basis van het grondonderzoek dat is gerapporteerd in de rapportage 4011-0286-000.R01 van 20 januari 2012, kan de bodemgesteldheid globaal worden geschematiseerd zoals in tabel 1 is weergegeven.

Tabel 1: Geschematiseerde bodemopbouw

Diepte in m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving
+0,3 à +0,5	Maaiveld
+0,3 à +0,5 tot -4,0 à -5,5	ZAND, (ophooglaag)
-4,0 à -5,5 tot -7,0	KLEI / VEEN
-7,0 tot -9,0 à -10,0	ZAND, zeer kleiig met kleilaagjes of KLEI, zandig (wadzand)
-9,0 à -10,0 tot -12,5	Afwisselend KLEI humeus en Basis VEEN
-12,5 tot -14,0 à -14,5	ZAND, 1 ^e zandlaag
-14,0 à -14,5 tot -17,5 à -18,5	KLEI, afgewisseld met zandlaagjes
-17,5 à -18,5 tot -23,5	ZAND, 2 ^e zandlaag
-23,5 tot -24,5 à -25,5 ¹	KLEI

¹ Maximaal verkende diepte is NAP -24,5 à -25,5

De vanaf maaiveld aangetroffen zandlaag van ca. 4 à 5 m dik is een ophooglaag t.b.v. bebouwing. De dikte van deze laag varieert. Hieronder bevindt zich tot ca. NAP -12,5 tot -14,0 m de oorspronkelijke deklaag, welke bestaat uit slecht doorlatende klei- en veenlagen, afgewisseld met matig tot slecht doorlatende zandlagen. Daaronder bevindt zich de 1^e zandlaag.

Grondwaterstanden en stijghoogten

Informatie over de freatische grondwaterstanden in de deklaag zijn verkregen uit de langjarige gegevens uit het grondwatermeetnet van de Waternet en de isohypsenkaart van de stijghoogten in de 1^e zandlaag (Bron: Waternet)

Ter verificatie van de grondwaterstanden heeft Waternet langjarige grondwatergegevens van het peilbuizenmeetnet ter beschikking gesteld. Op de projectlocatie en in de omgeving zijn gegevens van de volgende peilbuizen ter beschikking gesteld: E07-171; E07-345; E07-066; E07-067; E07-344; E07-338; E07-177, E07-182. De locaties van de peilbuizen zijn weergegeven in figuur 3.



Figuur 3: locaties peilbuizen Waternet

Een samenvatting van de verwachte maatgevende hoge, lage en gemiddelde stijghoogte van de peilbuizen van Waternet is weergegeven in tabel 2. Voor de meetgegevens op de betreffende peilbuislocaties is geen statistische analyse van de GHG en GLG gemaakt. Bij dit project wordt uitgegaan van de verwachte maatgevende hoge, lage en gemiddelde stijghoogte over de meetperiode. De “maatgevend hoge” ligt daarbij beperkt hoger dan de GHG en wordt als meer maatgevend gezien voor ontwerpberekeningen. De in tabel 2 weergegeven waarden zijn afgeleid uit de grafieken die zijn weergegeven in bijlage 1.

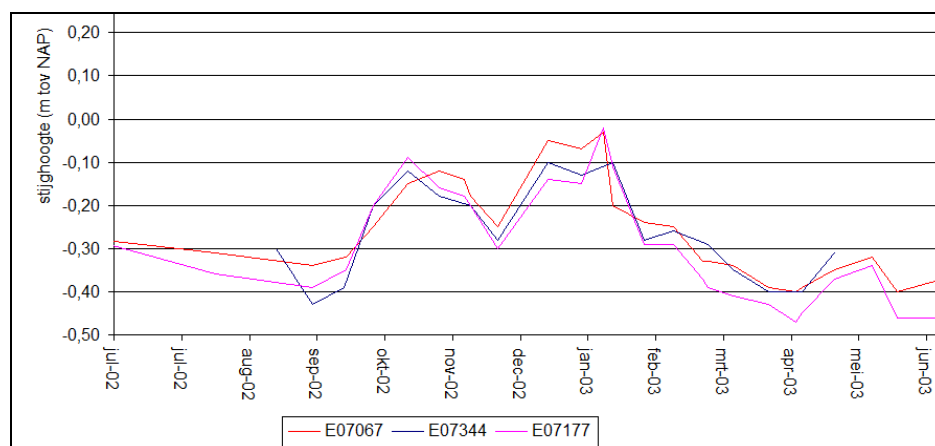
Tabel 2: Freatische peilbuisgegevens Waternet

Nr. peilbuis	Freatische grondwaterstanden (m t.o.v. NAP) ca.		
	Hoge	Gemiddelde	Lage
E07-171	-0,0	-0,3	-0,6
E07-345*	-0,1*	.*	-0,4*
E07-066	-0,1	-0,2	-0,3
E07-067	-0,0	-0,2	-0,4
E07-344*	-0,1*	.*	-0,4*
E07-338*	-0,2*	.*	-0,6*
E07-177	-0,0	-0,3	-0,5
E07-182	-0,1	-0,3	-0,6

* Relatief korte meetreeks (ca. 1 jaar)

Op basis van de beschikbare gegevens kan het volgende worden geconcludeerd:

- Alle peilbuizen staan afgesteld in het freatische pakket in de ophooglaag. De peilbuizen meten de freatische grondwater.
- Verwacht dat de grondwaterstanden op de projectlocatie kunnen stijgen tot ca. NAP -0,0 m en kunnen dalen tot ca. NAP -0,4 à -0,5 m. Opgemerkt wordt dat de grondwaterstanden incidenteel hoger of lager kunnen stijgen en dalen. De grondwaterstanden bedragen gemiddeld ca. NAP -0,1 à -0,3 m;
- Ter plaatse van de projectlocatie is een peilbuis in het achterterrein geplaatst (E07-344). De grondwaterstanden in het achterterrein en in de Celebesstraat en Insulindeweg (E07-067 en E07-177) zijn nagenoeg gelijk. Op basis van de beschikbare gegevens wordt verwacht dat de het verschil in grondwaterstand tussen de 0,0 en 0,1 m bedraagt. Er is nagenoeg geen verhang van de freatische grondwaterstand over de projectlocatie. Zie ook figuur 4;
- Op basis van de isohypsenkaart van Amsterdam wordt ter plaatse van de projectlocatie in de 1^e zandlaag een stroming richting het zuiden verwacht. De stijghoogte in de 1^e zandlaag ter plaatse van de projectlocatie bedraagt ca. NAP -2,0 m à -2,5 m. Met betrekking tot de stijghoogte in de wadzandlaag zijn geen gegevens bekend.



Figuur 4: grondwaterstanden peilbuizen E07-344, E07-067 en E07-177 van Waternet

(Geo)hydrologische effecten parkeerkelder op omgeving (barrièrewerking)

Door de aanleg van een parkeerkelder op de projectlocatie kan mogelijk barrièrewerking optreden. Of en in welke mate barrièrewerking zal optreden wordt in deze paragraaf getoetst. Uit de toelichting van de theoretische achtergrond (Appendix barrièrewerking) volgt dat het gevaar voor barrièrewerking in de onderhavige situatie af zal hangen van:

1. De omvang van de barrière die gerealiseerd wordt in relatie tot de stromingsrichting van het grondwater;
2. De diepte van de barrière die gerealiseerd wordt in relatie tot de bodemgesteldheid en de mate waarin de ondergrondse bouwdelen watervoerende lagen doorsnijden;
3. De bodemgesteldheid (de verticale doorlatendheid) van de lagen onder de barrière;
4. De lokale grondwaterstandsituatie (is er sprake van een significant stijghoogte-/grondwatersverschil).

Bovenstaande punten worden hieronder kort toegelicht.

De parkeergarage wordt onder de nieuwbouw aangelegd, met een afmeting van ca. ca. 95 bij 40 tot 16 m. Gezien de theoretische toelichting, mag worden gesteld dat de omvang van de kelder voldoende groot is om onder bepaalde omstandigheden barrièrewerking te veroorzaken (zie ad1).

Uit de theoretische beschouwing blijkt dat barrièrewerking pas significant wordt bij een doorsnijding van de van de doorstroomde hoogte van het watervoerende pakket van ca. 60 à 70 %. (zie ad2). Bij een freatisch pakket is de doorstroomde hoogte afhankelijk van de grondwaterstand. Uitgaande van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (afkomstig van de langjarige reeksen van Waternet) van ca. NAP -0,0 m en de onderzijde van de goed doorlatende ophooglaag van ca. -4,0 m zal barrièrewerking significant worden bij een doorsnijding van ca. NAP -2,8 m of dieper. Bij de aanleg van een kelder tot ca. NAP -2,7 m worden dan ook geen problemen voorzien.

Onbekend is of er permanente damwanden worden aangebracht die de ophooglaag geheel doorsnijden. Hierdoor kan mogelijk bij een permanente damwand door de gehele deklaag barrièrewerking ontstaan. Maar barrièrewerking kan pas ontstaan bij een significant verhang van de grondwaterstand (zie ad4). Op basis van de beschikbare peilbuisgegevens van Waternet is het verhang van de grondwaterstand slechts 0,1 m of minder. Doordat de maximale effecten (verhoging / of verlaging) op de grondwaterstand altijd minder zullen zijn dan het verhang wordt verwacht dat er geen negatieve gevolgen van de aanleg van de kelder op de grondwaterstanden zullen zijn.

Conclusies

Op basis van de beschikbare gegevens van Waternet wordt verwacht dat het maximale grondwaterverhang slechts ca. 0,1 m of minder bedraagt. Hierdoor wordt verwacht dat eventuele gevolgen van barrièrewerking als gevolg van de aanleg van de kelder op de grondwaterstanden zijn te verwaarlozen.

Overigens wordt opgemerkt dat de ontwateringsdiepte (afstand tussen maaiveldniveau en grondwaterstand) relatief klein is. In natte perioden kunnen grondwaterstanden stijgen tot ca. NAP -0,0 à -0,1 m. Mogelijk kunnen grondwaterstanden incidenteel hoger stijgen. Uitgaande van een maaiveldniveau van NAP +0,5 m is de ontwateringsdiepte slechts 0,5 à 0,6 m, terwijl een ontwateringsdiepte van ca. 0,7 m in stedelijk gebied gewenst is. Bij de inrichting van het

Onze ref.:4011-0286-001.R01/WKM

Amsterdam, 22 juni 2012

Blz. 7

gebied (tuin, kelder, gebouw, etc.) dient rekening te worden gehouden met de geringe ontwateringsdiepte.

Voor opmerkingen en vragen naar aanleiding van deze rapportage kunt u contact op nemen met ondergetekende (tel: 020-6510800).

Vertrouwend hiermee de opdracht naar uw wens te hebben afgerond,

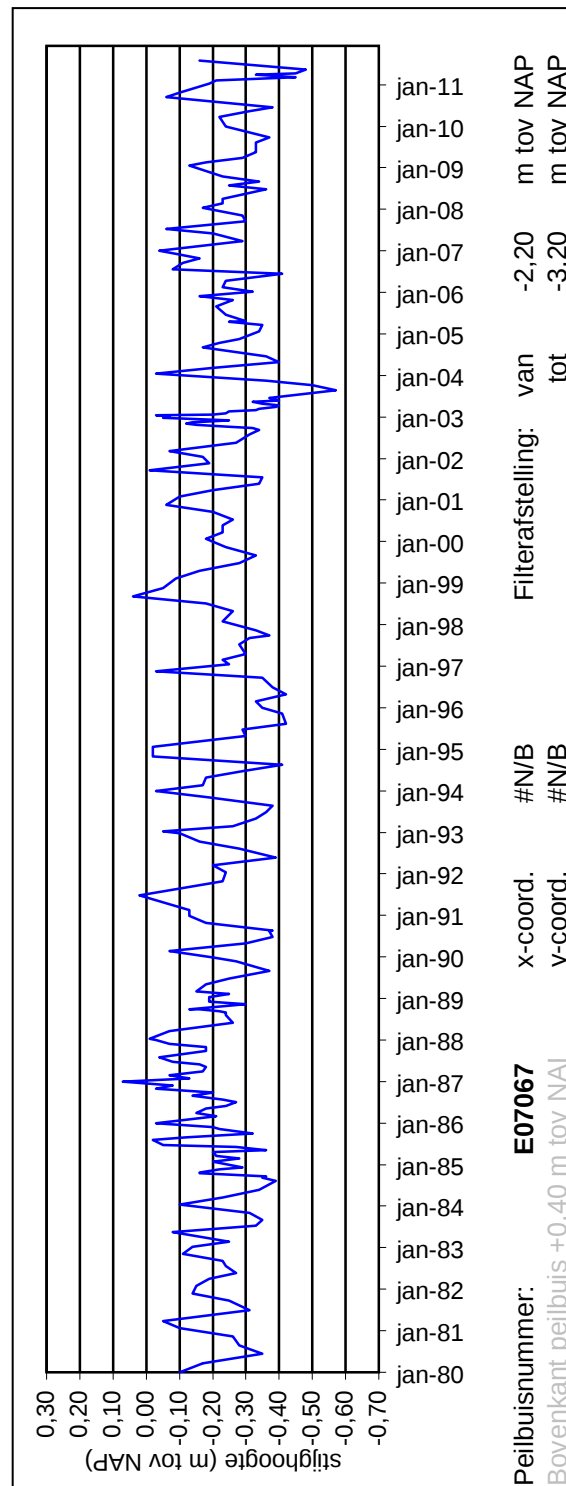
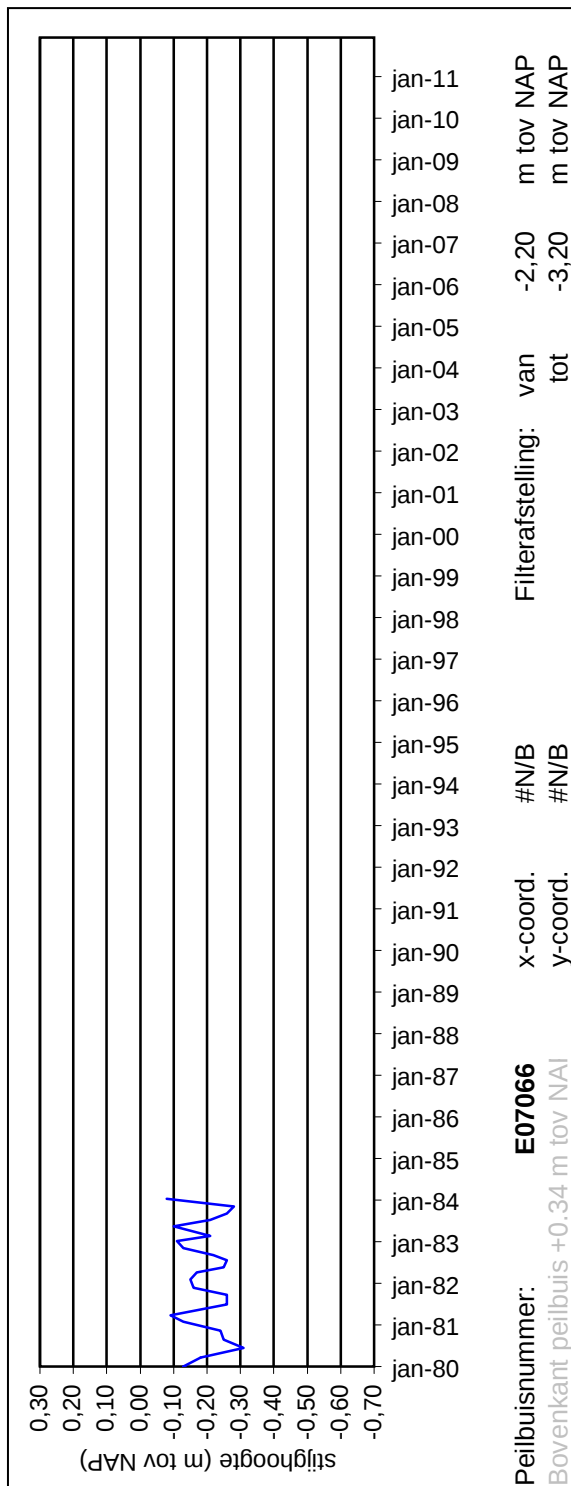
Met vriendelijke groet,
Fugro GeoServices B.V.

W. Kooijman (MSc.)
Adviseur Hydrologie

Bijlagen: - Peilbuisgegevens Waternet
- Appendix: "Barrièrewerking"

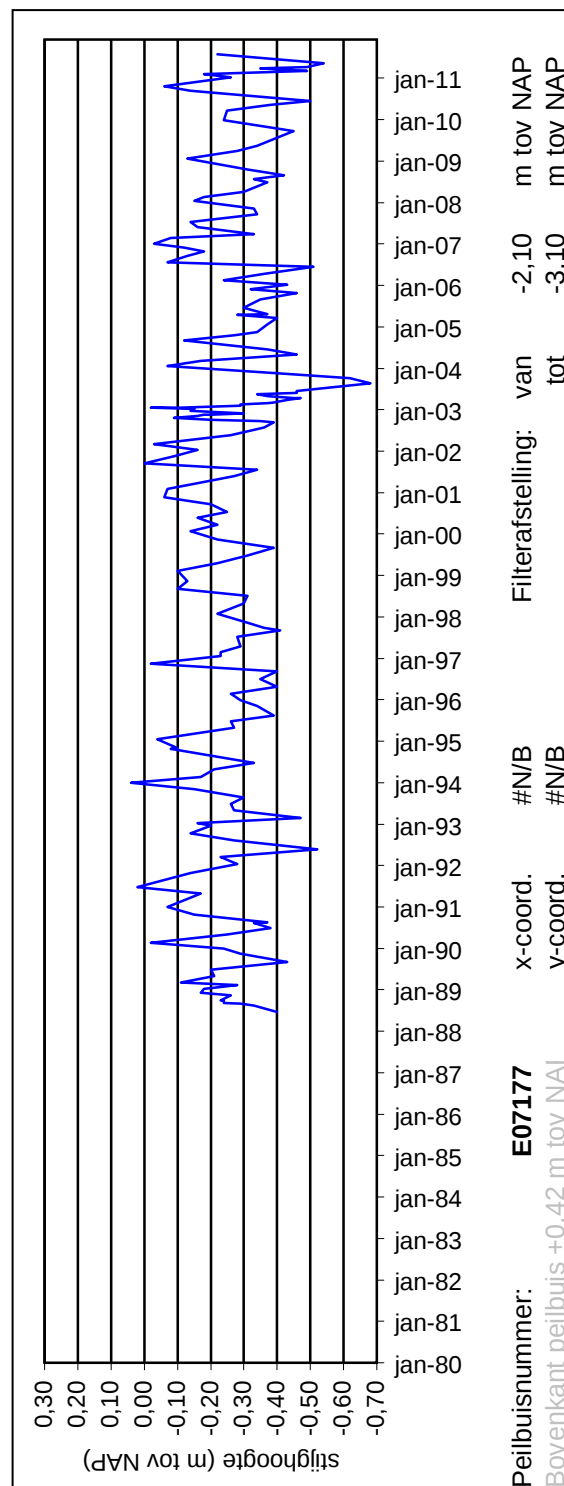
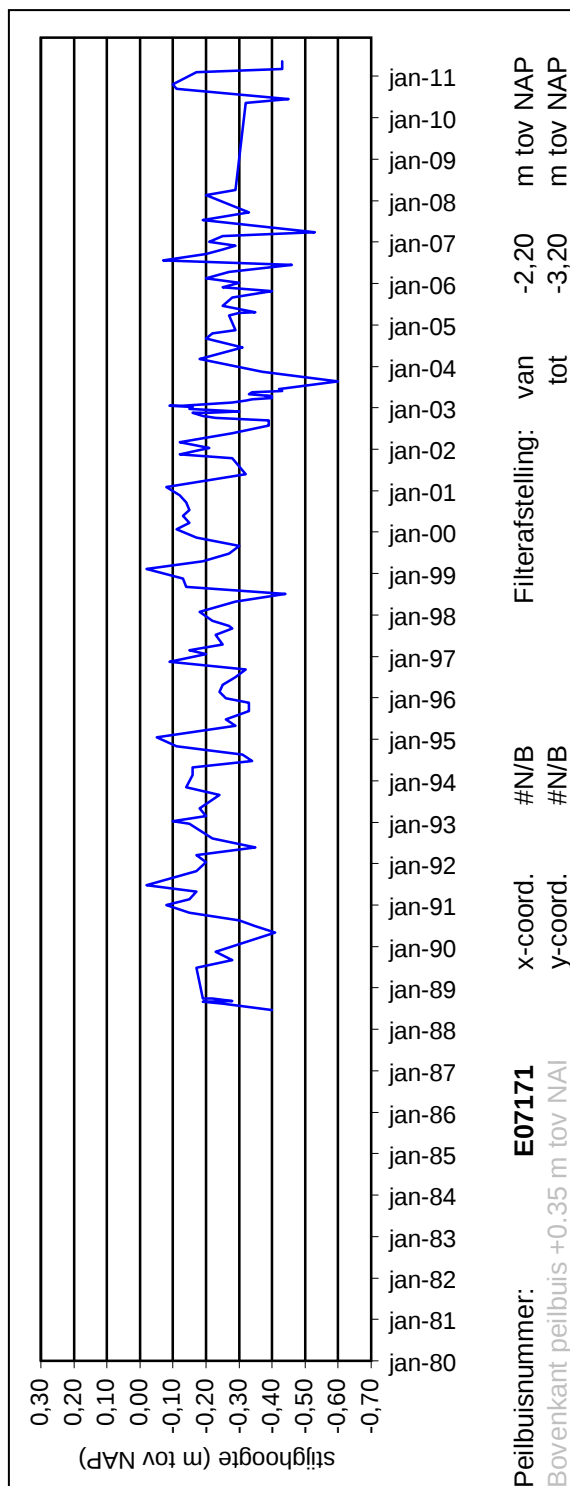
Tijd-stijghoogtelijnen

Periode van: 1-1-1980 tot: 1-1-2012 Referentie: NAP



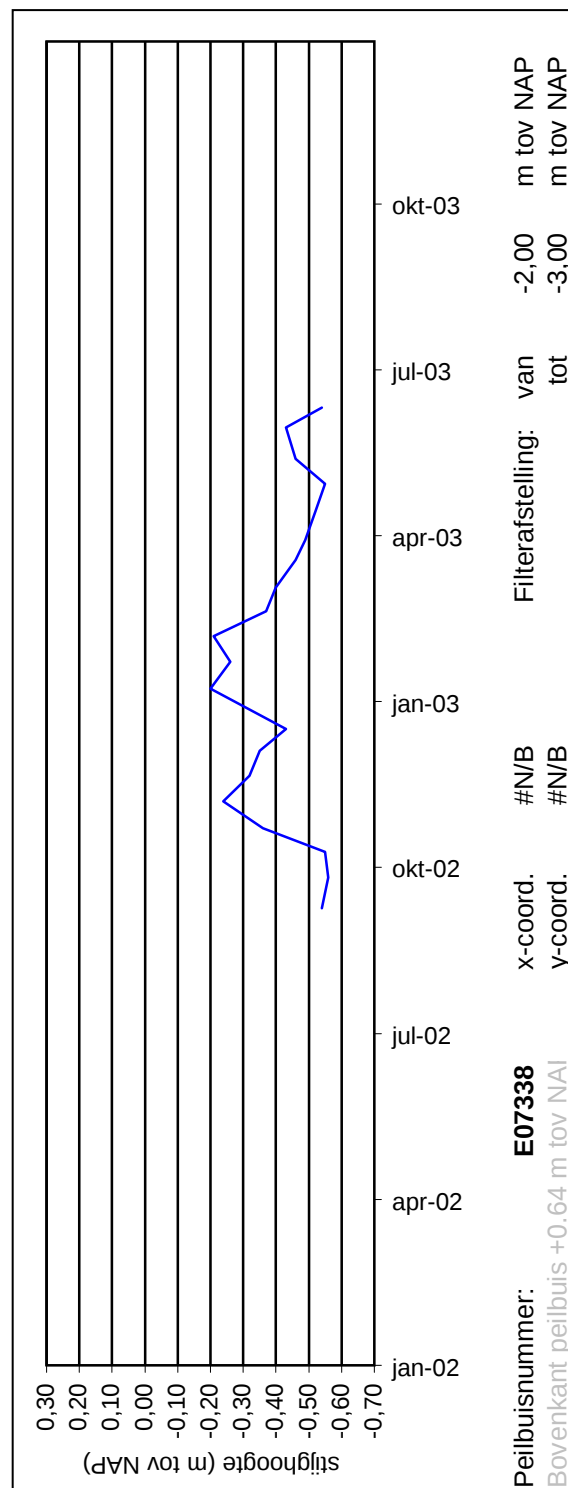
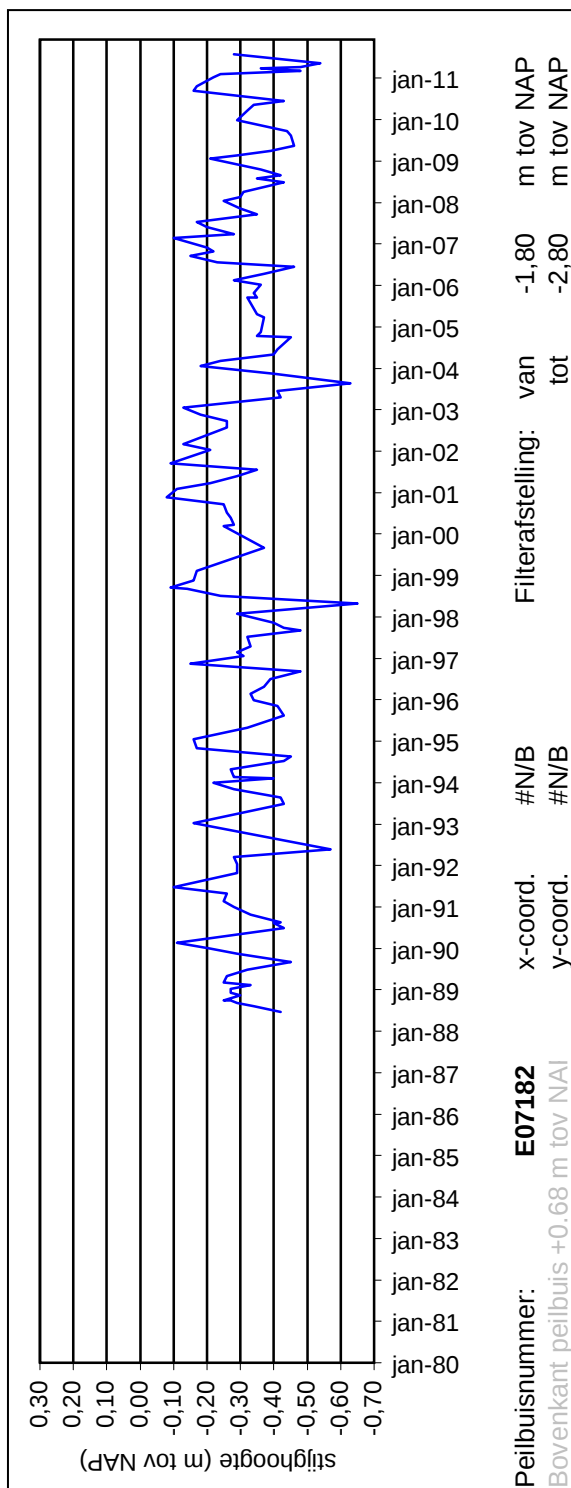
Tijd-stijghoogtelijnen

Periode van: 1-1-1980 tot: 1-1-2012 Referentie: NAP



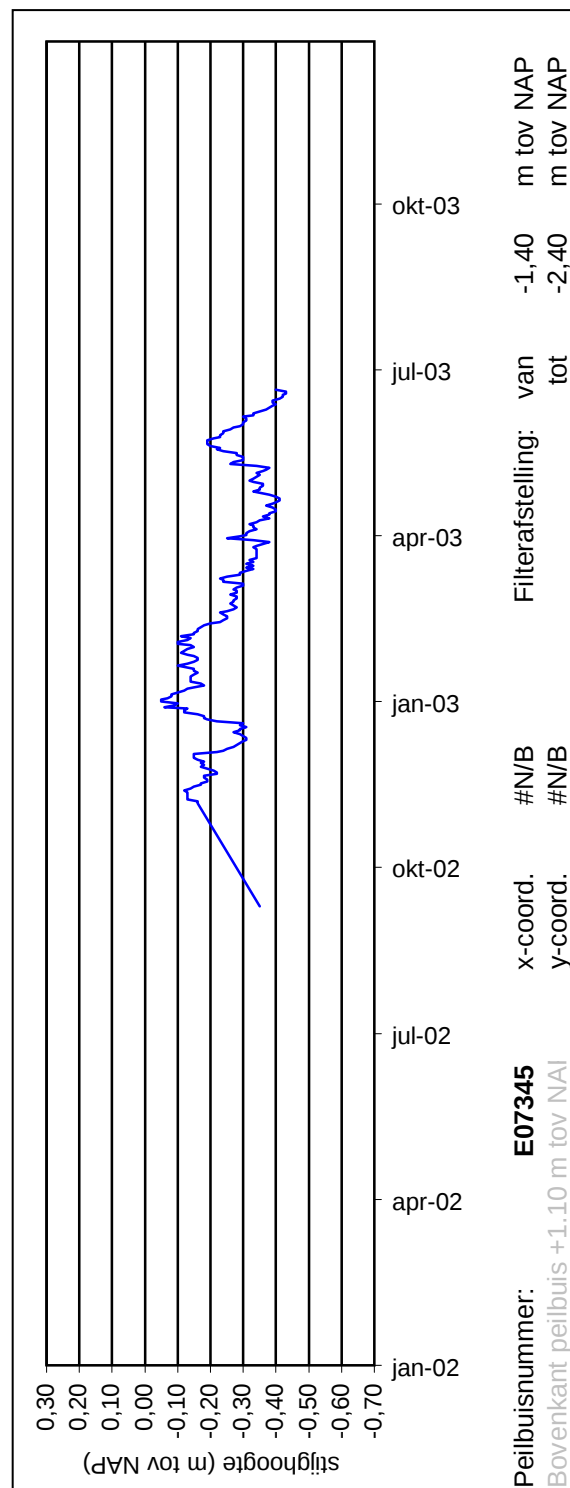
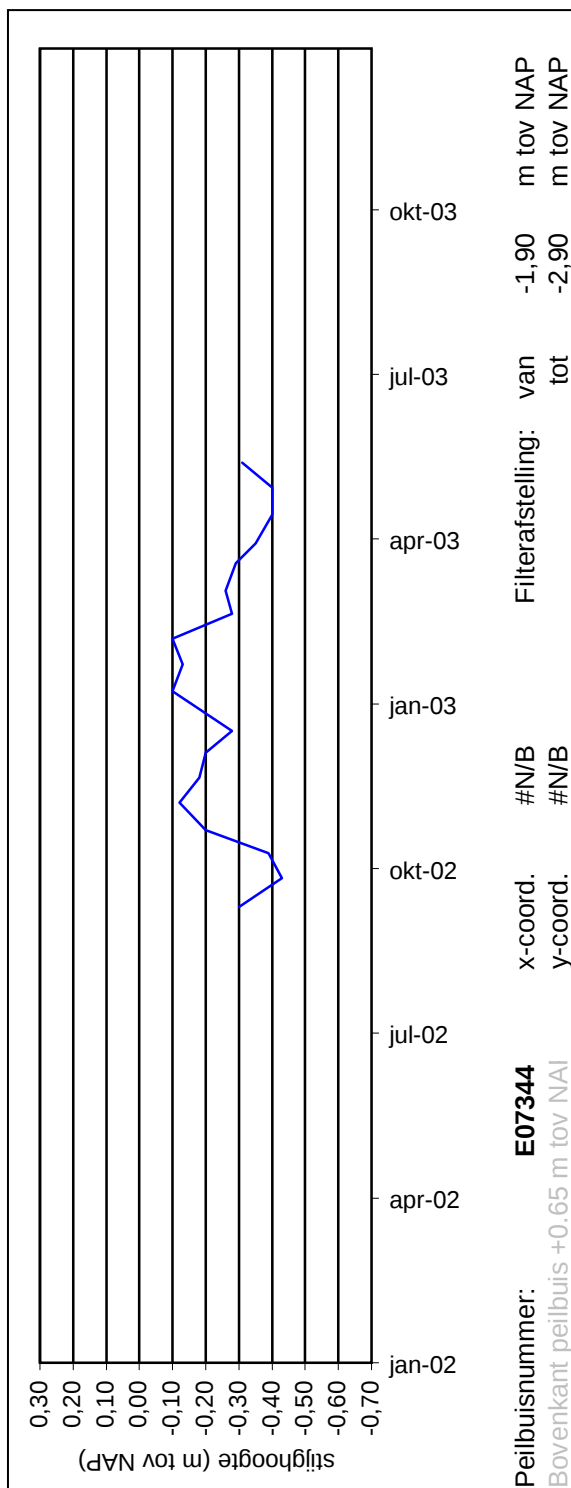
Tijd-stijghoogtelijnen

Periode van: 1-1-1980 tot: 1-1-2012 Referentie: NAP



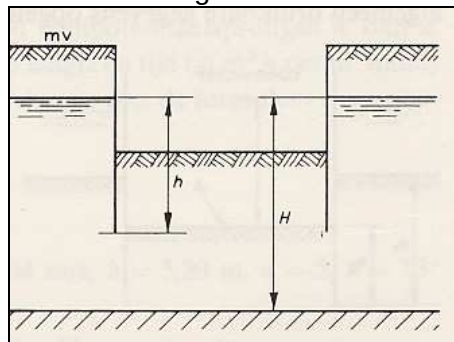
Tijd-stijghoogtelijnen

Periode van: 1-1-1980 tot: 1-1-2012 Referentie: NAP



THEORETISCHE ONDERBOUWING BARRIÈREWERKING

Fugro heeft, ten behoeve van de Geotechniekdag 2001 te Breda, barrièrewerking nader bestudeerd en toegelicht in een artikel. De hiernavolgende theoretische onderbouwing van barrièrewerking is aan dat artikel ontleend [1].

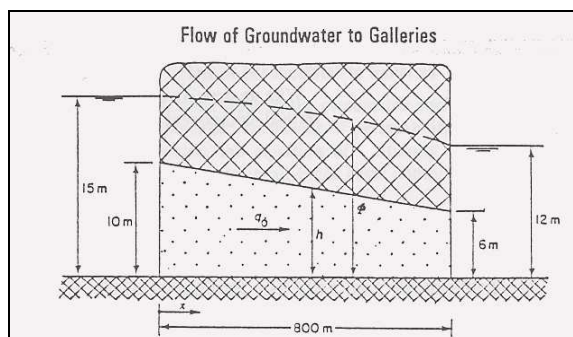


Figuur 1 Principeschets bouwput

De theoretische veronderstelling is dat de grootte van de barrièrewerking afhankelijk is van de mate waarin de ondergrondse constructie de watervoerende lagen afsluit. Hierbij is er sprake van een analogie met de onderzoeken van Weber (H. Weber, Die Reichweite von Grundwasserabsenkungen mittels Rohrbrunnen, 1928). Uit deze bleek dat er minder water naar een bouwput stroomt naarmate de damwand die de bouwput omsluit, dieper wordt geheid en daarmee een groter deel van de watervoerende laag afsluit.

De relatie die werd gevonden, bleek onafhankelijk van de doorlatendheid (k-waarde), maar (niet verwonderlijk) afhankelijk van de verhouding tussen de inheidiepte van de damwand ten opzichte van het piezometrisch niveau (h) en de diepte van de onderzijde van de beschouwde watervoerende laag ten opzichte van hetzelfde piezometrische niveau (H) zoals op figuur 1 [Bron: M.J. Fraanje, 'Bronbemaling', 1974, p. 166.] is weergegeven.

Wanneer de damwand de watervoerende laag geheel afsluit geldt $h/H = 1,0$ en is de reductie in het waterbezwaar uiteraard 100%. De reductie wordt pas significant wanneer de verhouding h/H groter is dan 0,6 à 0,7.



Figuur 2 Grondwaterstroming

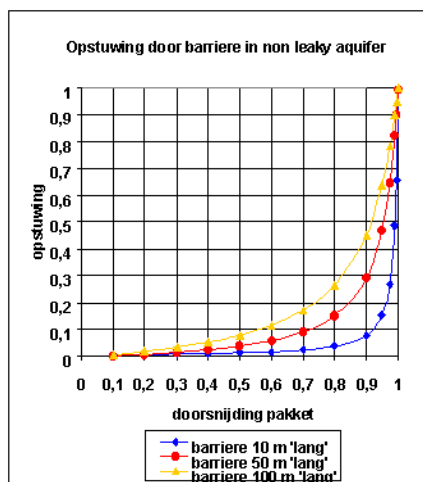
De hoeveelheid water die van de ene naar de andere kant wil stromen, is afhankelijk van het verschil in stijghoogte, de dikte van het doorstroomde pakket en de doorlatendheid.

Met vaste aangenomen stijghoogten op de randen en met een afnemende dikte van de watervoerende laag lijkt het model op Huismans' "Flow of groundwater through a confined aquifer without recharge" [Bron: L. Huisman; Groundwater Recovery, 1972, p.19], zie figuur 2.

Hierbij mag de rechterkant van de figuur ook gelezen worden als een ondergronds element (bijv. een kelder) die de watervoerende laag doorsnijdt. In deze figuur, waarin h is uitgedrukt als $h = a + bx$ geldt dat:

$$\phi = -q_0/kb \cdot \ln(a+bx) + C$$

In figuur 3 zijn de resultaten gegeven van een simulatie van de geohydrologisch meest simpele situatie van 1 watervoerende laag met 'volkomen' spanningswater: zowel aan de boven- als onderzijde wordt de watervoerende laag begrensd door 100% ondoorlatende lagen, waardoor er geen 'voeding' is door bijvoorbeeld neerslag of kwel.



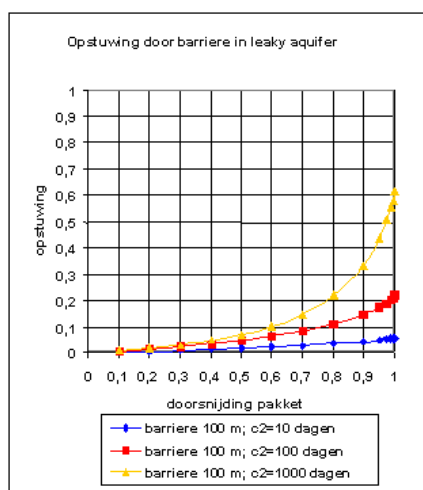
Figuur 3 Berekende opstuwing door barrière

In de simulatie is sprake van een oneindig brede barrière die waterondoorlatend is (de lengte in stromingsrichting varieert van 10, 50 en 100 m 'lang'). In de grafiek is zichtbaar dat, omdat er geen sprake is van voeding, alle lijnen bij 100% doorsnijding van de watervoerende laag een opstuwing van 100% te zien geven, waarbij 100% gelijk is aan het halve verschil in stijghoogte zoals dat er was voordat de barrière werd gerealiseerd. Uit de grafiek is te concluderen dat bij een betrekkelijk 'korte' barrière pas na zeer significante afsluiting van een watervoerend pakket enige opstuwing merkbaar is. Bij langere barrières, bijvoorbeeld 50 of 100 m in de stromingsrichting (en 'volkomen' in de breedte) zijn de effecten eerder merkbaar, maar worden ook pas vanaf een afsluiting van 60 tot 70% significant.

Omdat de 'ideale' geohydrologische situatie niet voorkomt, is een simulatie uitgevoerd met dezelfde barrière maar met een extra watervoerende laag onder de barrière. De watervoerende lagen zijn van elkaar gescheiden door een waterremmende laag met een weerstand (in 'dagen') tegen verticale grondwaterbeweging die bepalend is voor de hoeveelheid grondwater die van de ene naar de andere laag kan stromen. Deze weerstand is in de simulaties gevarieerd (10, 100 en 1000 dagen).

Uit figuur 4 blijkt duidelijk dat, als gevolg van de voeding, ook bij 100% doorsnijding van de bovenste watervoerende laag, de opstuwing nooit 100% zal kunnen worden, tenzij de weerstandslaag een oneindig grote weerstand heeft. Verder is duidelijk uit de figuur op te maken dat, in vergelijking met de vorige figuur, het effect van de barrière nu veel minder merkbaar is.

Na aanvullende simulaties met kleinere objecten werd besloten met de volgende conclusie:



Figuur 4 Berekende opstuwing door barrière met onderliggende watervoerende laag

opstuwing van grondwater door de barrièrewerking van ondergrondse constructies zal over het algemeen pas significant worden:

wanneer sprake is van een significant stijghoogteverschil over de beschouwde locatie;

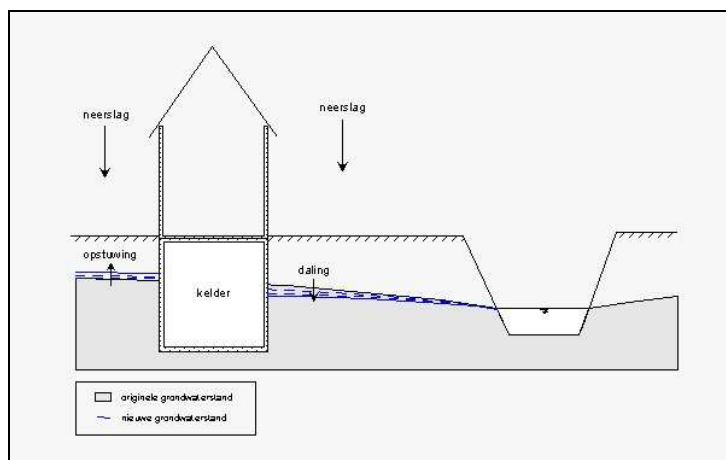
wanneer een watervoerende laag over meer dan 60 à 70% van de totale hoogte van de laag wordt doorsneden,

a. waarbij de totale barrière een significante breedte loodrecht op de grondwater stromingsrichting heeft van enkele tot meerdere tientallen meters;

b. waarbij de totale barrière een significante lengte in de richting van de grondwaterstroming heeft van meerdere tientallen meters;

wanneer de watervoerende laag aan boven- en onderzijde wordt begrensd door waterremmende lagen met een grote weerstand van enkele honderden tot (enkele) duizend(en) dagen waardoor voeding in verticale zin (verwaarloosbaar) klein blijft.

In een omgeving met meerdere aaneengesloten ondergrondse constructies, mag wanneer sprake is van een stijghoogteverschil, significante opstuwing niet worden uitgesloten, met name niet in ondiepe freatische watervoerende lagen. Zie figuur 5.



Figuur 5: Barrièrewerking