

Waaijer Projectrealisatie

Postbus 170
2270AD Voorburg

cruxbv.nl

Notitie

1 Inleiding

1.1 Algemeen

In opdracht van Waaijer Projectrealisatie heeft CRUX een geohydrologische analyse opgesteld voor de barrierewerking. In deze analyse worden de gevolgen van een éénlaags parkeerkelder op de grondwaterstand en grondwaterstroming in de permanente situatie geïnventariseerd.

1.2 Projectspecificatie

De projectlocatie is gelegen in bebouwd gebied op een afstand van circa 100 meter van de trekvluit (zie Figuur 1). Op de locatie is nu een verouderd overheidsgebouw aanwezig zonder ondergrondse objecten. Bij de nieuwbouw wordt een parkeerkelder gerealiseerd tot een niveau van NAP -2,0 m waarbij gebruik wordt gemaakt van CSM wanden tot een diepte van NAP -11,0 m. Door de realisatie van de parkeerkelder wordt het freatische pakket afgesloten voor grondwaterstroming.

Onderwerp

Advies barrierewerking -
Huygenskwartier Voorburg

Projectnummer

20486

Ons kenmerk

NT20486c1

Versie

1

Datum

09-12-2020

Pagina's

13

Opgesteld

Gecontroleerd

Vrijgave

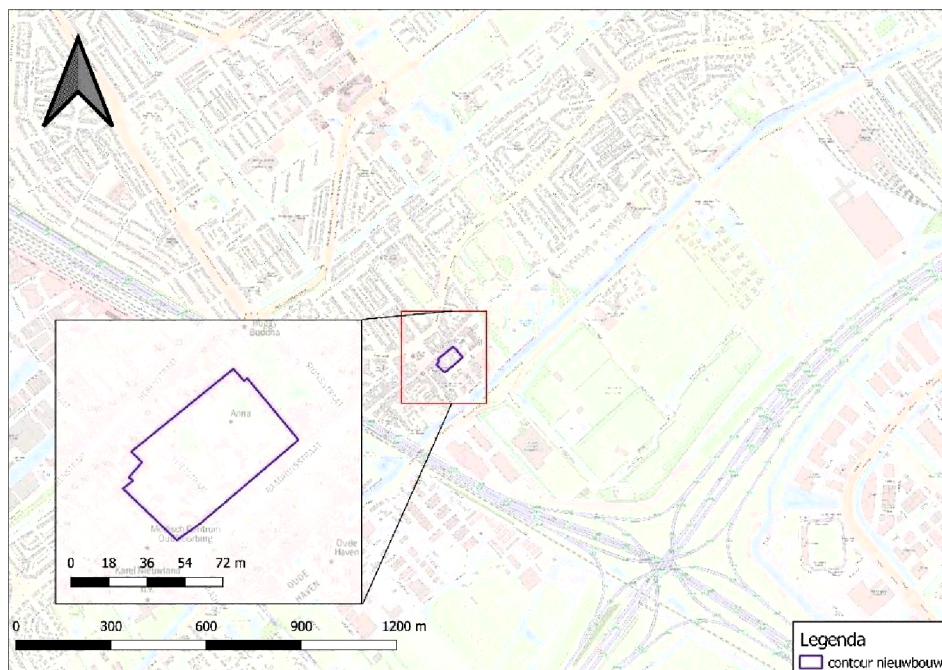
Bijlagen

Bijlage 1 Gegevens
grondopbouw

Bijlage 2 Bouwtekeningen
/Bijlage 3: Peilbuizen
omgeving met statistiek op
meetreeksen

Formulier

RA-03-v18.0622



Figuur 1 Projectlocatie

2 Uitgangspunten

CRUX Engineering BV
cruxbv.nl

2.1 Documenten

De volgende documenten zijn gehanteerd bij het opstellen van dit rapport:

- [1] CRUX Engineering BV; *Bouwkuipadvies VO*; RA20486a1; d.d. 11 november 2019
- [2] Multiconsult; *Geotechnisch bodemonderzoek Raadhuisstraat te Voorburg*; JS/BM190651/COP.02403.04.25; 03 december 2019
- [3] Gemeente Leidschendam Voorburg; *Grondwaterstandsmeetnet*; WarecoWaterdata; d.d. 11 december 2020
- [4] ████████; *Grondwaterzakboekje*; 2016

Ons kenmerk
NT20486c1

Pagina
2/13

Tevens worden de volgende openbare informatiebronnen gebruikt als informatievoorziening bij de toetsing.

- [5] Dinoloket; *REGIS II*; www.dinoloket.nl
- [6] Dinoloket; *Grondwatermonitoring*; www.dinoloket.nl
- [7] AHN; *Algemeen hoogtebestand van Nederland 2*; URL: <https://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/>

CRUX staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.

2.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw op de projectlocatie is samengevat in Tabel 1. Voor de geohydrologische beschouwing is tevens de doorlatendheid weergegeven in de tabel. De doorlatendheid is gebaseerd op REGIS II, lokaal grondonderzoek (uitgevoerd door Multiconsult in opdracht van CRUX [2]) en ervaring van CRUX met projecten in de omgeving. In Bijlage 1 is het resultaat gegeven van een representatieve sondering en de boorbeschrijving van de handboringen.

- De maaiveldhoogte is bepaald met behulp van het Algemeen Hoogtebestand Nederland [7]
- De overgang tussen de freatische watervoerende laag en onderliggende kleilaag is bepaald aan de hand van het grondonderzoek [2].
- De overgang tussen Holocene en Pleistocene lagen is bepaald aan de hand van Dinoloket [5].

De analyse van de barrièrewerking richt zich op watervoerende lagen die permanent beïnvloed worden door het project, dit betreft de freatisch watervoerende laag. De doorlatendheid van de freatisch watervoerende laag varieert in de praktijk tussen 5 à 10 m/d. Voor de beschouwing van de barrièrewerking geeft een lagere doorlatendheid een verminderde capaciteit tot het afvoeren van grondwater rondom de te bouwen kelder en dus grotere beïnvloeding van de grondwaterstand. Uit conservatief oogpunt wordt daarom een horizontale doorlatendheid van 5 m/d gebruikt bij de modelberekeningen.

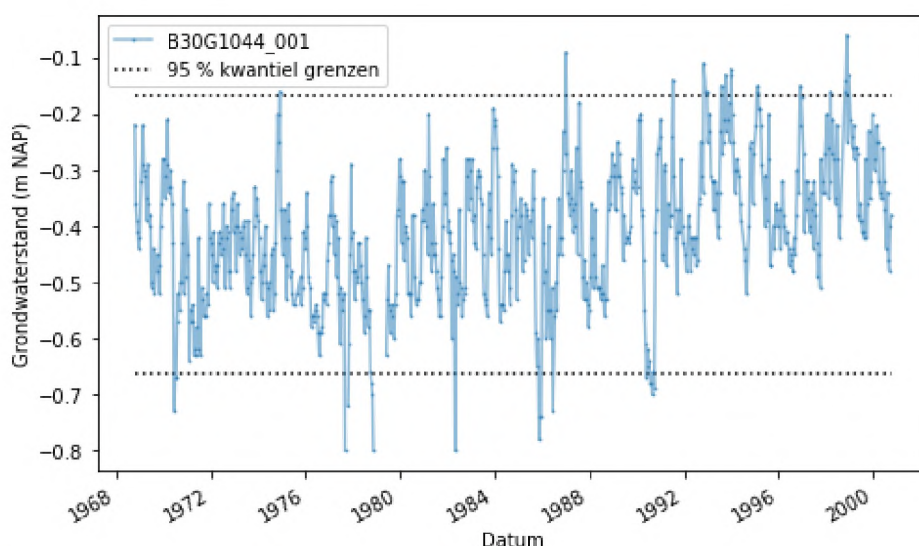
Tabel 1 Grondopbouw en bijbehorende doorlatendheden.

Tijdvak	Beschrijving grondsoort [m NAP]	Bovenzijde laag [m NAP]	(Geo)hydrologie Doorlatendheid Kx/Kz [m/d]		Ons kenmerk NT20486c1
Holoceen (deklaag)	Zand, matig fijn, zwak siltig	+2,0 à +0,7	Watervoerend (freatisch)	5/2 tot 10/3	Pagina 3/13
	Zand, matig grof	-0,5			
	Klei, lokaal veenhoudend	-9,5	Waterremmend	0,01/0,001	
	Basisveen	-14,2		0,01/0,001	
Pleistoceen	Zand, formatie van Boxtel	-14,7	Watervoerend	5/2	
	Zand, formatie van Kreftenheye	-22,0	Watervoerend	50/20	
	Formaties van Urk	-38,0	Geohydrologische basis	-	

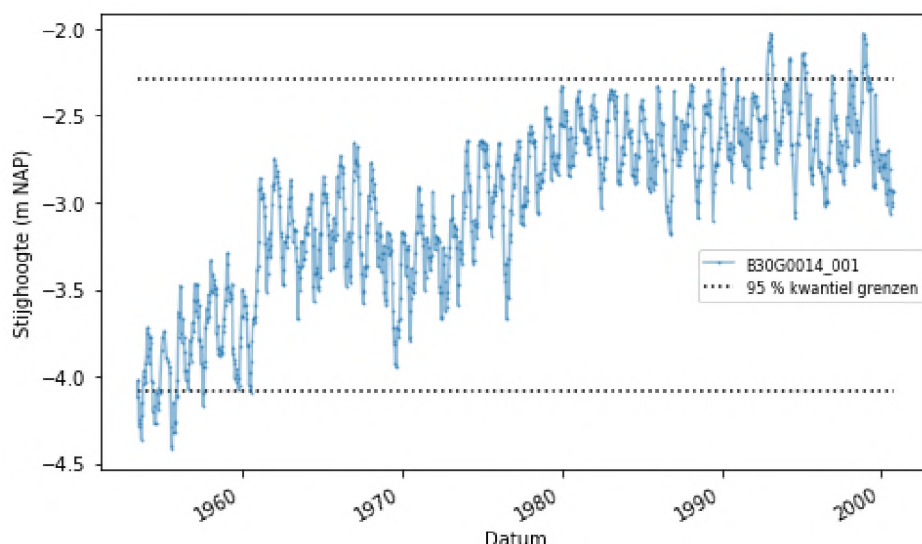
2.3 (Grond)waterstand en stijghoogte

De projectlocatie ligt in Voorburg, in het beheersgebied van Hoogheemraadschap Delfland (HHD). Het waterpeil in de omliggende watergangen bedraagt een vast peil op een niveau van NAP -0,43 m.

In de directe omgeving van de projectlocatie zijn een beperkt aantal openbaar beschikbare meetreeksen van de grondwaterstand / stijghoogte beschikbaar uit Dinoloket [6]. Via gemeente Leidschendam Voorburg zijn aanvullende meetreeksen opgevraagd uit het lokale meetnet [3]. De representatieve grondwaterstand wordt, zie Dinoloket peilbuis B30G0014, op een afstand van 80 m van de projectlocatie gemeten (meetreeks in Figuur 2). De representatieve stijghoogte wordt gemeten in Dinoloket peilbuis B30G1044 op een afstand van 675 m van de projectlocatie (meetreeks in Figuur 3).



Figuur 2: Meetreeks grondwaterstand in B30G1044



Figuur 3: Meetreeks stijghoogte B30G0014

De statistische waarde op de meetreeksen uit de representatieve peilbuizen in Figuur 2 en Figuur 3 is weergegeven in Tabel 2. Een volledig overzicht van de peilbuizen in de omgeving met berekende statistische waarden is te zien in Bijlage 3.

Tabel 2: Berekende grondwaterstatistiek

Grondwaterstand/stijghoogte [m NAP]	Freatische pakket B30G1044	Watervoerend pakket B30G0014
Hoog (95%)	-0,15	-2,30
Mediaan (50%)	-0,40	-3,00
Laag (5%)	-0,65	-4,10

2.4 Realisatieplan kelder

Tekeningen van het ontwerp zijn bijgevoegd in Bijlage 2, bovenaanzicht en doorsneden. Het niveau 'peil' in de bouwtekeningen bedraagt NAP +2,0 m en de dikte van de keldervloer is 40 cm waardoor de onderkant van de keldervloer is vastgesteld op NAP -2,0 m.

Op basis van het door CRUX uitgevoerde bouwkuipadvies worden CSM-wanden toegepast met een permanente functie. De CSM wanden worden rondom aangebracht tot een diepte van NAP -11,0 m. Op basis van de in paragraaf 2.2 beschreven bodemopbouw kan worden geconcludeerd dat de CSM wanden de freatische laag volledig afsluiten. Het niveau NAP -11,0 m is maatgevend voor de grondwaterstroming. De CSM wanden hebben geen invloed op de stijghoogte in het 1^e WVP.

Tabel 3 Samenvatting diepte keldervloer

Object	Niveau
Peil*	NAP +2,0 m
Bovenkant vloer	NAP -1,6 m
Onderkant vloer bestaand	Niet aanwezig
Onderkant keldervloer nieuw	NAP -2,0 m
Onderkant damwand	NAP -11,0 m

Ons kenmerk
NT20486c1

Pagina
5/13

2.5 Kelders omgeving

Om een goede berekening van de grondwaterstand te kunnen maken worden tevens kelders van omliggende panden in de Raadhuisstraat te Voorburg meegenomen (zie Figuur 4). Deze belendingen maken onderdeel uit van de geohydrologische basissituatie. Voor de kelders in de bestaande situatie wordt veiligheidshalve uitgegaan van een diepte van MV -3,5 m.



Figuur 4: Kelders omliggende panden Raadhuisstraat

2.6 Rekenmethode & kalibratie

Het effect van de te realiseren parkeerkelder op de grondwaterstand in de permanente situatie (barrièrewerking) wordt berekend met behulp van een geohydrologisch model. Voor het geohydrologisch model wordt gebruik gemaakt van MODFLOW. MODFLOW is in 1987 voor het eerst door de U.S. Geological Survey openbaargemaakt. De broncode is goed gedocumenteerd, geaccepteerd en vrij beschikbaar. Als visuele interface voor de broncode wordt gebruik gemaakt van Groundwater Vistas.

Bij het opstellen van het geohydrologisch model worden de uitgangspunten zoals beschreven in dit hoofdstuk als randvoorwaarde gebruikt. Met behulp van de beschikbare peilbuizen uit Bijlage 3 wordt het model gekalibreerd. Het model wordt gekalibreerd op:

- het scenario met een hoge grondwaterstand/stijghoogte;

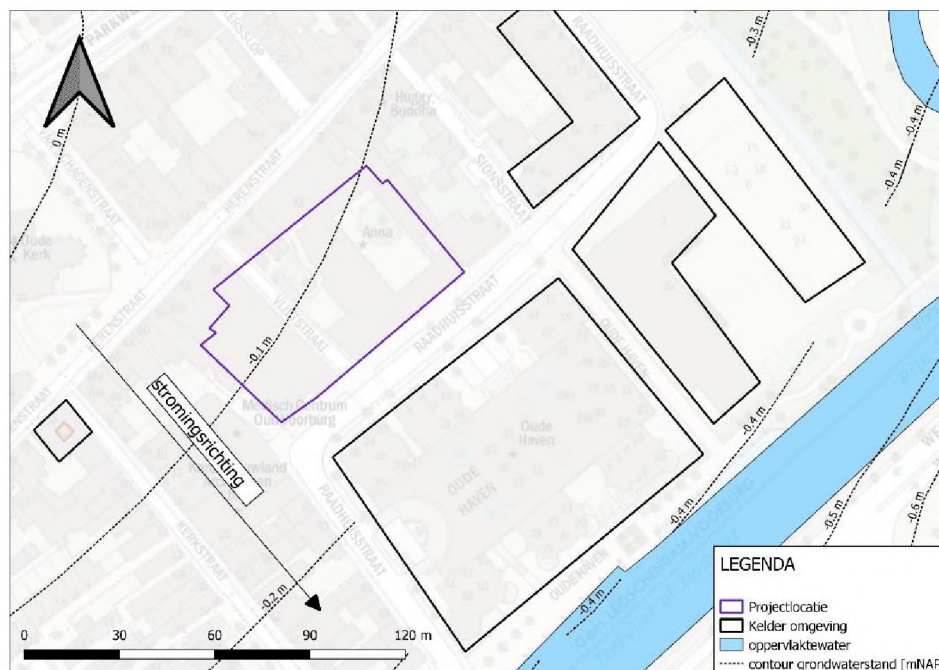
- een grondwateraanvulling (neerslag – verdamping) van 1 mm/d;
- weerstand van de bodem van omliggende watergangen: 10 dagen;
- berekening wordt steady state uitgevoerd

Het model gaat uit van een algemene bodemopbouw en doorlatendheid. De grondwaterstand op de projectlocatie kan door lokale verschillen in bodemopbouw anders uitvallen dan is gemodelleerd. Door de aanwezigheid van 2 freatische peilbuizen op minder dan 100 m van de projectlocatie is het risico hierop voor dit project relatief klein.

3 Resultaat geohydrologische berekening

3.1 Basissituatie in freatisch pakket

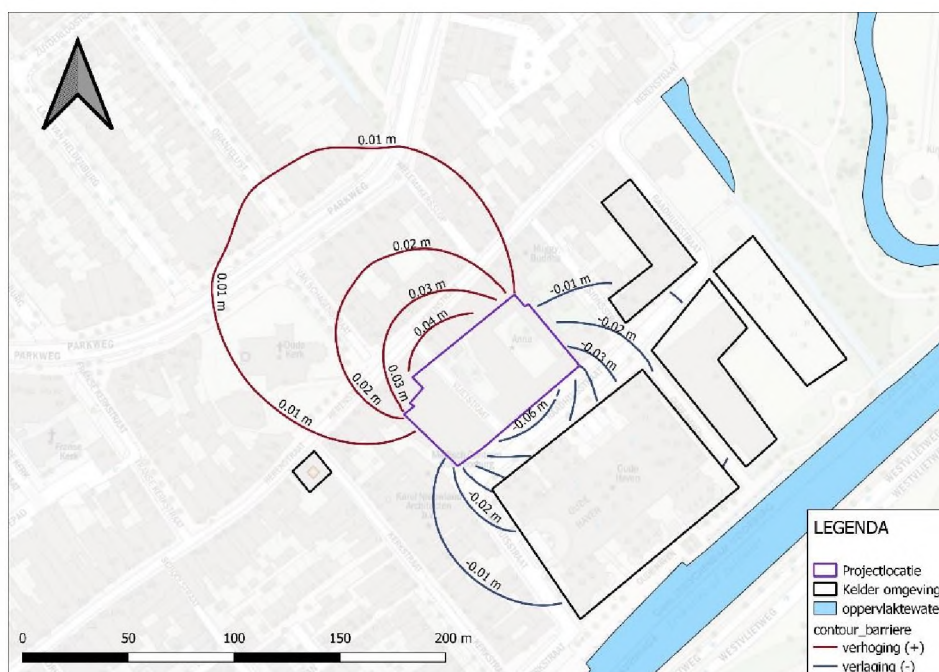
In deze paragraaf wordt het resultaat gegeven van de grondwaterstand in de basissituatie. In deze situatie worden de in de omgeving aanwezige kelders meegenomen, maar de te realiseren kelder voor het project Huygenskwartier nog niet. In Figuur 5 is een isohypsenkaart gegeven die laat zien dat de natuurlijke grondwaterstroming ter plaatse van de Raadhuisstraat van noordwest naar zuidoost is georiënteerd. De bestaande kelderbouw heeft slechts een zeer beperkt effect op de grondwaterstroming, omdat de diepte van deze kelders beperkt is en het freatisch grondwater er onderdoor kan stromen.



9 m³/d om de kelder heen stromen. Dit gaat gepaard met een verhoging aan bovenstroomse zijde en een verlaging aan de benedenstroomse zijde. Een negatieve waarde in Figuur 6 betekent dat de grondwaterstand verlaagd wordt en een positieve waarde betekent dat de grondwaterstand verhoogd wordt ten opzichte van de grondwaterstand in de basissituatie. Het verschil bedraagt maximaal 5 cm verhoging / 6 cm verlaging.

Over het berekende effect kan het volgende worden gesteld:

- Als algemene praktijkrichtlijn worden geohydrologische effecten kleiner dan 5 cm als verwaarloosbaar beschouwd ten opzichte van de modelonzekerheden. De hier berekende effecten zijn zodoende te classificeren als zeer beperkt tot verwaarloosbaar.
- De freatische watervoerende laag heeft voldoende afvoerende capaciteit om een significant effect op te vangen.
- Na realisatie van de parkeerkelder Huygenskwartier betreft de berekende grondwaterstand aan de Herenstraat / Raadhuisstraat NAP -0,1 m / -0,3 m.
- De berekende ontwateringsdiepte aan de Herenstraat / Raadhuisstraat bedraagt 1,8 m / 1,0 m



Figuur 6 Verandering van de grondwaterstanden in het freatisch pakket.

4 Beoordeling geohydrologisch effect

De ontwateringsdiepte is het verschil tussen maaiveld en de grondwaterstand en geeft een algemeen toetsingskader voor de grondwaterstand in relatie tot het gebruiksdoel van de grond. Tabel 12.18 uit het grondwaterzakboekje [4] geeft algemene criteria per gebruiksdoel. Voor woningen worden de volgende criteria genoemd:

Kruipruimtelos gebouw:	0,50 m
Woning	0,70 m
Woning met dikke geïsoleerde vloer:	0,90 m

De in paragraaf 3.2 berekende ontwateringsdiepte voldoet aan het criterium van 0,90 m. Er is zodoende geen aanleiding om aanvullende maatregelen te treffen om de barrièrewerking te beperken.

5 Conclusies

Aan de Raadhuisstraat te Voorburg wordt een parkeerkelder gerealiseerd voor het project Huygenskwartier. Als gevolg van de realisatie van de parkeerkelder wordt een ondergrondse barrière gecreëerd. De doorstroming van grondwater op kavelniveau wordt hierdoor beperkt.

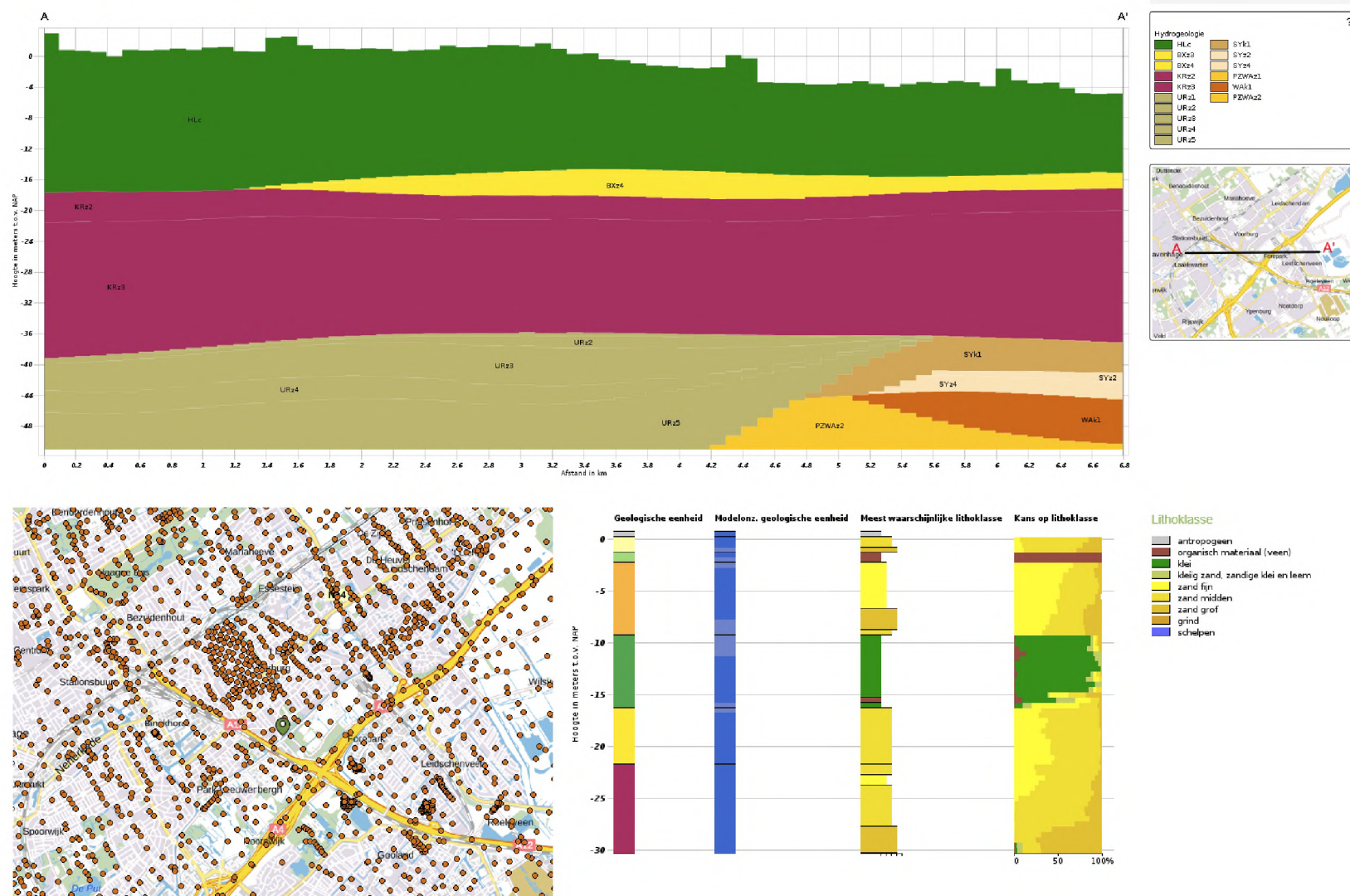
In dit advies is middels een geohydrologische modelberekening het effect van de barrière op de grondwaterstand in de permanente situatie berekend. De parkeerkelder wordt gerealiseerd middels CSM wanden tot NAP -11 m waardoor de freatisch watervoerende laag volledig wordt afgesloten. De afsluiting gaat gepaard met:

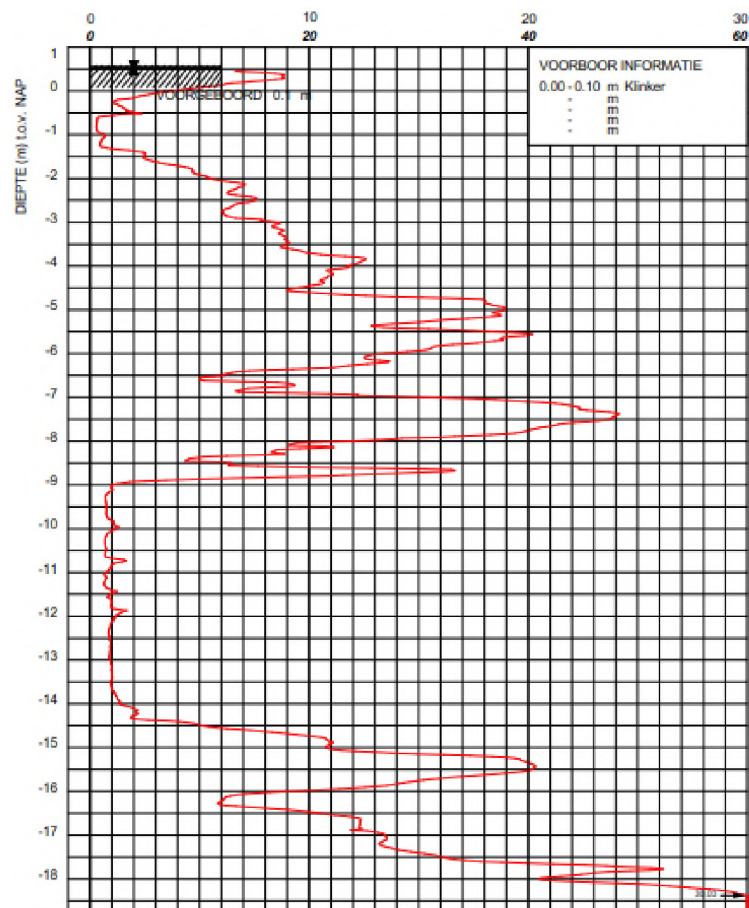
- een grondwaterstroom van $9 \text{ m}^3/\text{d}$ die om de parkeerkelder heen moet stromen;
- een verhoging van de grondwaterstand bovenstrooms (zijde Herenstraat) van 5 cm;
- een verlaging van de grondwaterstand benedenstrooms (zijde Raadhuisstraat) van 6 cm.

De effecten worden als verwaarloosbaar tot zeer beperkt beoordeeld.

Ook na realisatie van de parkeerkelder wordt zowel aan de Raadhuisstraat als aan de Herenstraat een ontwateringsdiepte van minimaal 90 cm bereikt (90 cm-mv). Deze ontwateringsdiepte zou geen problemen moeten opleveren voor het gebruiksdoel woning, met of zonder kruipruimte. Naar aanleiding van de geohydrologische beschouwing in dit document worden geen aanvullende maatregelen geadviseerd.

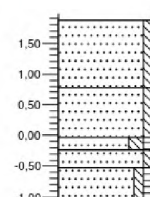
Bijlage 1 Gegevens grondopbouw





Boring: PB01

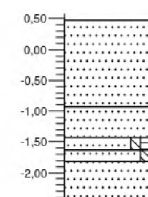
Datum: 29-11-2019
 X: 84911,86
 Y: 453794,14



1.97	klinker
	Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraalbeige
0.77	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, brokken puin, neutraalbeige
-0.03	
-0.29	
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, sporen klei, neutraal beigebruin
-0.55	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, resten roest, neutraal beigebruin
-1.05	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, zwak veenhoudend, neutraalbruin

Boring: PB02

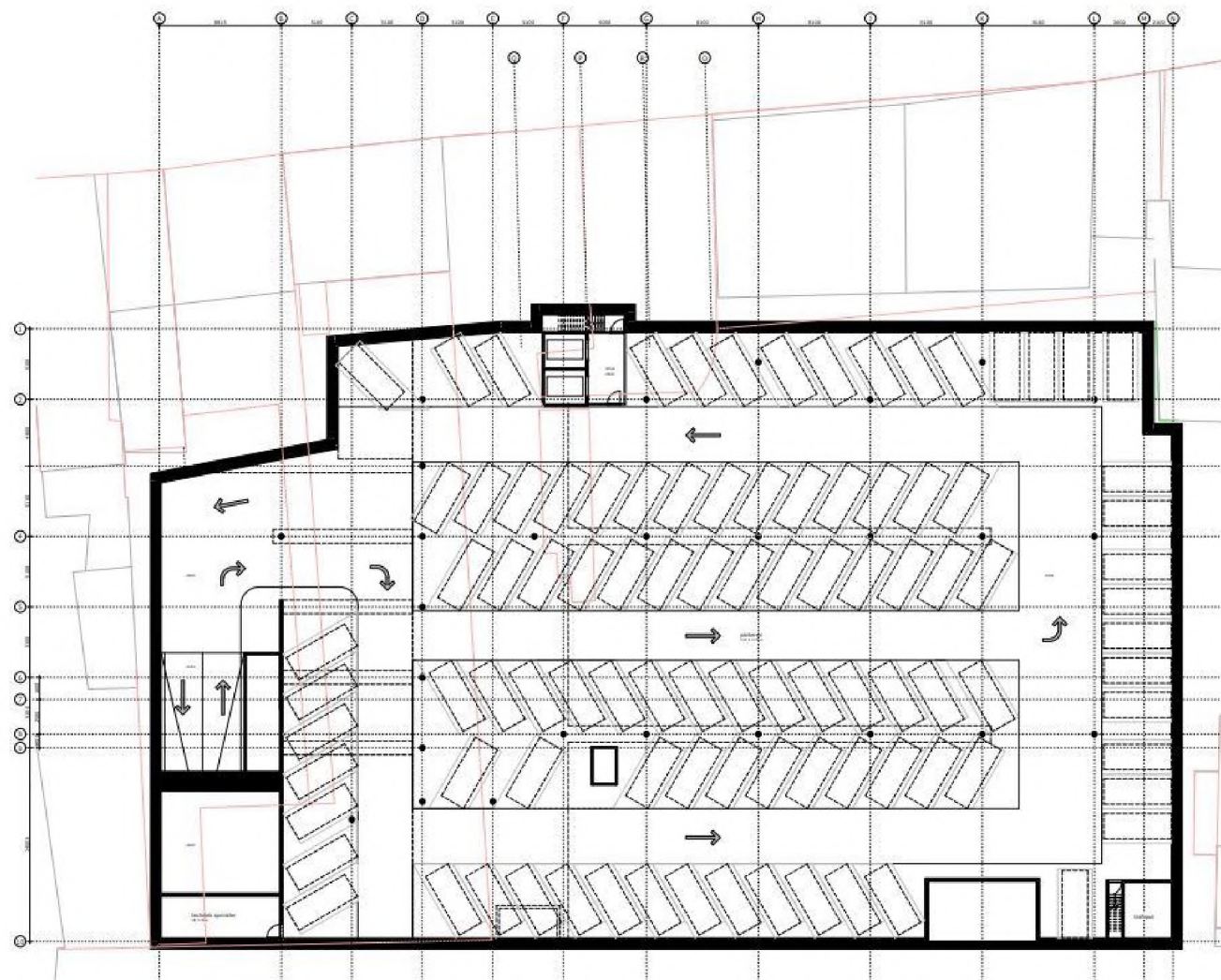
Datum: 29-11-2019
 X: 84954,06
 Y: 453732,34



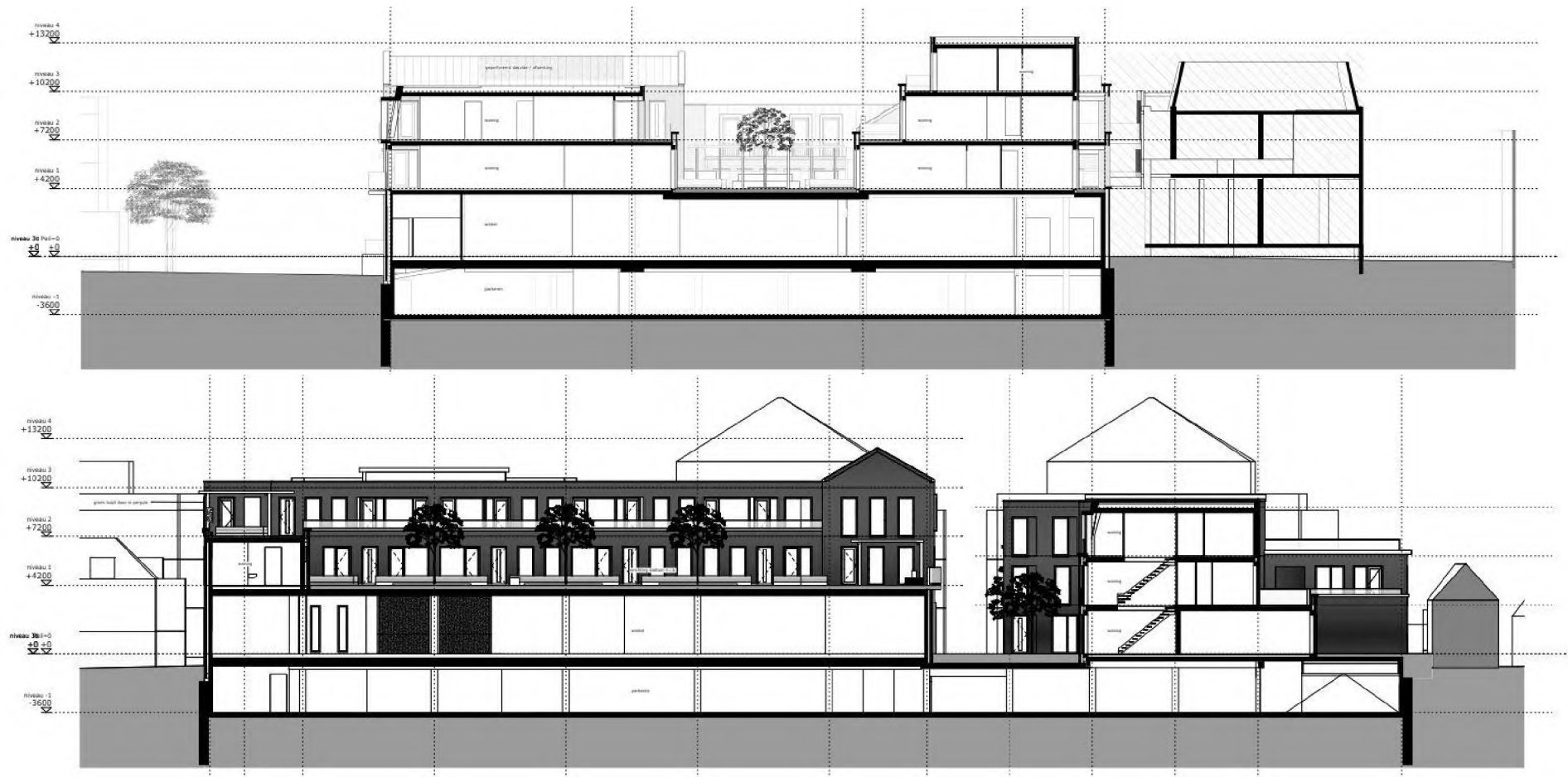
0.58	gazon
	Zand, matig fijn, zwak siltig, resten puin, neutraalbeige
-0.92	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak kleihoudend, donkerbruin
-1.42	
-1.62	
-1.82	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, sterk humeus, sporen veen, neutraal bruinzwart
-2.42	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, resten planten, neutraal bruin grijs
	Zand, matig fijn, zwak siltig, neutraal grijs

Voorbeeld gegevens uit [2], links: sondering S03, rechts: resultaat boorbeschrijving handboringen

Bijlage 2 Bouwtekeningen

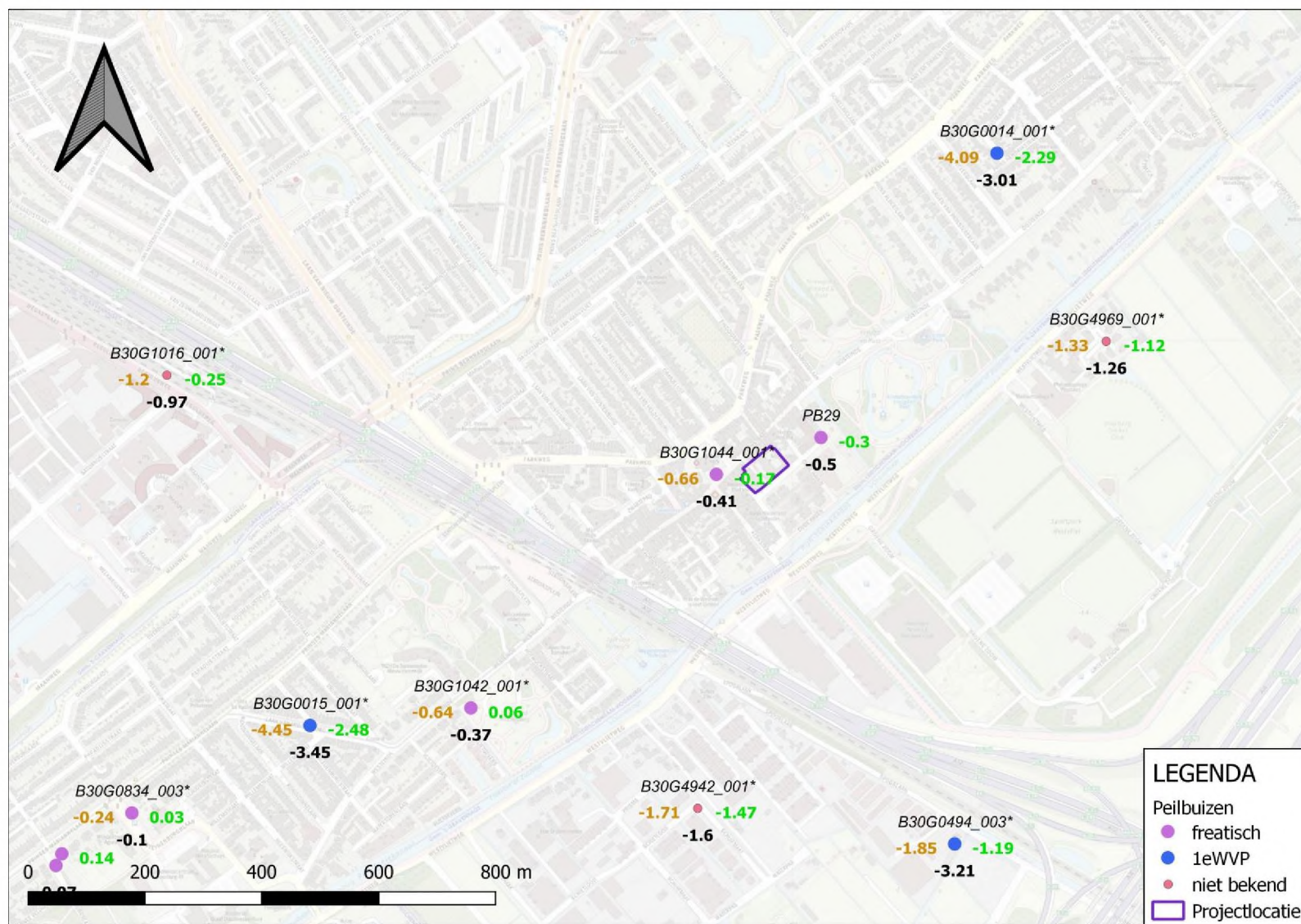


Bovenaanzicht



Dwarsdoorsneden sectie A (boven) en B (onder)

Bijlage 3: Peilbuizen omgeving met statistiek op meetreeksen



Statistiek op meetreeksen met in het **geel**: 5%-waarde, **zwart**: mediaan, **groen**: 95%-waarde