


Watertoets Verbindingsweg Borne

Watertoets Verbindingsweg Borne

referentie	projectcode	status
	RIS717-1-P	gecontroleerd
projectleider	projectdirecteur	datum
Ing. R.A.M. Huisman		15 april 2019

autorisatie	naam	paraaf
Rob Huisman		

aan ongecontroleerde, dus niet goedgekeurde documenten kunnen geen rechten worden ontleend

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Probleemstelling	Error! Bookmark not defined.
1.2. Beschrijving huidige situatie	1
1.3. Beschrijving algemene oplossing	1
1.4. Werkpakket geohydrologische situatie en watertoets	2
1.5. Leeswijzer	3
2. BELEIDSUITGANGSPUNTEN	4
2.1. Beleidskaders	4
2.1.1. Watertoets	4
2.1.2. Keur	4
2.2. Uitgangspunten Waterschap Vechtstromen	4
2.3. Gemeente Borne	5
3. GEOHYDROLOGISCHE SITUATIE	6
3.1. Maaiveldhoogte	6
3.2. Bodemopbouw	6
3.2.1. Regionale bodemopbouw	6
3.2.2. Lokale bodemopbouw en doorlatendheid	7
3.3. Watersysteem	7
3.4. Grondwaterstanden	7
3.5. Grondwaterstroming	9
4. OMGAAN MET GROND- EN HEMELWATER	12
4.1. Voldoende waterberging	12
4.2. Waterkwaliteit	13
4.3. Waarborgen afvoercapaciteit watersysteem	13
4.4. Voldoende ontwatering	14
4.5. Uitgangspunten voor ontwerp	14
5. WATERPARAGRAAF	15
5.1. Watersysteem	15
5.2. Gevolgen plan voor water	15
laatste bladzijde	16
BIJLAGEN	aantal blz.
I Bodemprofielen	7
II Bepaling GHG na korte meetperiode van 3 weken	2
III Bepaling GHG na meetperiode van 11 maanden	2

1. INLEIDING

Gemeente Borne is voornemens een nieuwe weg, de 'Verbindingsweg' genoemd, aan te leggen aan de westzijde van Borne, tussen de N753 (Rondweg) en de Hosbakkeweg. Voor de nieuwe weg is een bestemmingsplanherziening noodzakelijk en daarvoor is een watertoets uitgevoerd.

Met de aanleg van de verbindingsweg wordt de veiligheid, bereikbaarheid en leefbaarheid overal gezien verbeterd.

De hoofddoelstelling van het project 'aanleg verbindingsweg' is om de bereikbaarheid, veiligheid en leefbaarheid te verbeteren. Dit wordt gedaan door:

- De gelijkvloerse spoorovergang in de Oonksweg op te heffen en te vervangen door een ongelijkvloerse kruising ten westen van de bestaande overweg.
- Het regionale verkeer om Borne heen te leiden.

1.1. Beschrijving huidige situatie

De verkeersstromen op de noord-zuid relatie worden afgewikkeld via de route N743 – Prins Bernhardlaan – Oonksweg – Hosbakkeweg. Van dit traject zijn de Prins Bernhardlaan en de Oonksweg gecategoriseerd als gebiedsontsluitingsweg met 50 km/u als toegestane maximumsnelheid. De Oonksweg kruist de spoorweg gelijkvloers.

De Hosbakkeweg is gecategoriseerd als erftoegangsweg buiten de bebouwde kom. Hier geldt een snelheidsregime van 60 km/u.

De belangrijkste aansluitende wegen zijn de Bornerbroeksestraat en de Azelosestraat, welke beide gebiedsontsluitingswegen binnen de bebouwde kom zijn met een snelheidsregime van 50 km/u. Het wegvak van de Bornerbroeksestraat richting Bornerbroek is gecategoriseerd als erftoegangsweg buiten de bebouwde kom en heeft als snelheidsregime 80 km/u. Op circa 300 meter voor en na het kruispunt Bornerbroeksestraat / Retraitehuisweg is de maximumsnelheid teruggebracht naar 60 km/u.

1.2. Beschrijving algemene oplossing

Aan de westzijde van Borne wordt de verbindingsweg (70 km/u) met spooronderdoorgang aangelegd.

De weg is gelegen tussen (in het zuiden) de Azelosestraat / het uiteinde van de Zuidelijke Randweg en (in het noorden) de N753 (Rondweg). Op een deel van het traject is nu al een weg aanwezig. Ter vervanging van de af te sluiten Oonksweg, wordt een aansluiting gerealiseerd op bedrijventerrein Molenkamp.

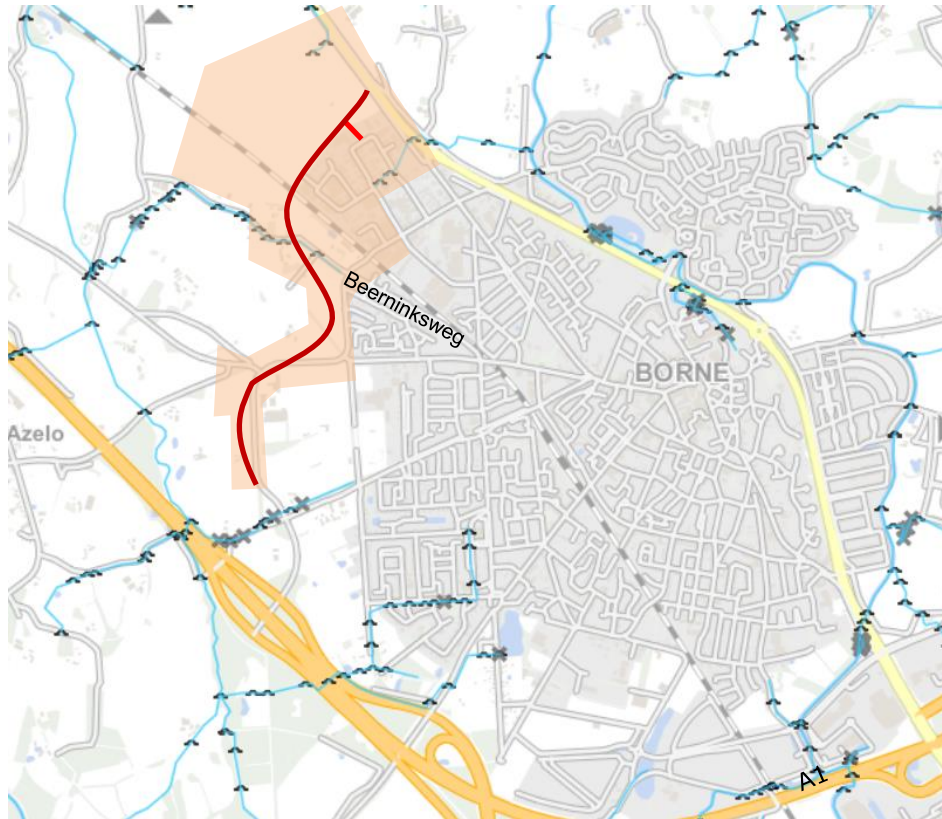
In de huidige situatie bestaat het plangebied met name uit weiland. Er is geen overlap met beschermde natuurgebieden. Er zal één leggerwatergang gekruist worden, zie figuur 1.1.

De spooroverweg in de Oonksweg wordt opgeheven. Hiervoor wordt de Oonksweg afgesloten en een spooronderdoorgang in de verbindingsweg aangelegd.

Door de aanleg van de verbindingsweg met spooronderdoorgang zal de bereikbaarheid, veiligheid en leefbaarheid in Borne verbeteren (geen verkeer meer over gelijkvloerse spoorovergang, regionale verkeer wordt om Borne geleid).

Railinfra Solutions is bezig met de voorbereiding van de verbindingsweg. De werkzaamheden zijn opgedeeld in werkpakketten. Dit document betreft de werkpakketten geohydrologische situatie en watertoets.

Figuur 1.1. Plangebied in oranje, indicatie locatie verbindingsweg in het rood, kruisjes zijn dammen/stuwen, boogjes zijn bruggen of duikers



1.3. **Werkpakket geohydrologische situatie en watertoets**

Om de waterhuishoudkundige belangen mee te laten wegen in projecten moet volgens de Bro een watertoetsproces gevolgd worden.

Het doel van deze watertoets is om de waterbelangen mee te nemen in de ruimtelijke ontwikkeling en planvorming. Daarnaast is het een instrument om verantwoording af te leggen over het waterbeheer van het plan.

In het kader van de watertoets is het van belang een goed beeld te krijgen van de geohydrologische situatie. In dat kader is besloten om de werkpakketten geohydrologische situatie (werkpakket Ex) en watertoets (werkpakket E4b) in één document te rapporteren.

De watertoets en het geohydrologisch onderzoek hebben raakvlakken met de volgende werkpakketten:

- A4 Raakvlakmanagement
Hier worden alle interne en externe raakvlakken vastgelegd, daar komt water dus ook in terug.
- A5 Inventarisatie eisen en wensen (CRS)
Na vaststellen van dit rapport worden alle eisen en wensen in de CRS gezet (hierin staan alle totaal eisen en wensen)
- D4 Totstandkoming Referentieontwerp
De eisen en wensen worden (na wel/niet honeren in CRS) vertaald in een ontwerp, CRS is hiervoor de basis.

1.4. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de eisen en wensen van waterschap en gemeente opgenomen. Vervolgens is in hoofdstuk 3 de geohydrologische situatie beschreven. In hoofdstuk 4 is beschreven hoe in het plangebied met water omgegaan moet worden. De waterparagraaf in hoofdstuk 5 geeft in feite een samenvatting van het rapport.

2. BELEIDSUITGANGSPUNTEN

De waterhuishoudkundige aspecten van het project Verbindingsweg Borne worden getoetst aan de geldende wet- en regelgeving. Daarnaast zijn in samenspraak met Waterschap Vechtstromen en de gemeente Borne de geldende beleidsuitgangspunten vastgesteld.

2.1. Beleidskaders

2.1.1. Watertoets

Het watertoetsproces is er om waterbelangen in ruimtelijke plannen en besluiten te waarborgen. De watertoets wordt in samenspraak met initiatiefnemer en waterbeheerders doorlopen, met als doel waterbelangen in een zo vroeg mogelijk stadium mee te nemen.

De watertoets is wettelijk verankerd in de Wet ruimtelijke ordening (Wro). De watertoets is verplicht bij bestemmingsplannen, inpassingsplannen, projectbesluiten en buitentoepassingverklaringen.

Voor de verbindingsweg Borne wordt een bestemmingsplan opgesteld, hiervoor dient het watertoetsproces doorlopen te worden. Voorliggend rapport dient als input voor dit bestemmingsplan. Hoofdstuk 5 kan gebruikt worden als waterparagraaf in het bestemmingsplan.

2.1.2. Keur

De keur is de beheerverordening van een waterschap. Hierin staan de regels die een waterschap hanteert bij de bescherming van onder andere waterkeringen, watergangen en bijbehorende kunstwerken. Het onderhoud van waterlopen om de waterafvoer van het oppervlaktewater te waarborgen is ook in de keur gewaarborgd. Daarnaast zijn grondwateronttrekkingen gereguleerd via de keur. De keur is van toepassing op alle waterkeringen, oppervlaktewaterlichamen, bergingsgebieden en ondersteunende kunstwerken die in de legger zijn opgenomen.

2.2. Uitgangspunten Waterschap Vechtstromen

De verbindingsweg Borne ligt in het beheergebied van Waterschap Vechtstromen. De beleidsregels van het Waterschap zijn vastgelegd in het Waterbeheerplan 2016-2020 en de Keur. De relevante uitgangspunten zijn hieronder overgenomen.

Algemeen

Bij de keuze voor de locatie van het plangebied wordt rekening gehouden met de wateropgave en de eigenschappen van het watersysteem.

Hemelwater

- De afvoerpiek uit het plangebied door de toename van verhard oppervlak wordt afgevlakt door berging van hemelwater in wadi's of retentievijvers met een gedoseerde afvoer.
- De maximale hoeveelheid te lozen water bedraagt 2,4 l/s/ha. bij een maatgevende neerslaghoeveelheid van 40 mm in 75 minuten.
- Het hemelwater wordt zo min mogelijk verontreinigd en komt ten goede aan het lokale water- of grondwatersysteem.
- Zichtbare oppervlakkige afvoer van hemelwater heeft de voorkeur boven afvoer van hemelwater door buizen, vanwege het grotere risico op ongewenst lozingsgedrag en foutieve aansluitingen bij buizen.
- Infiltratie van hemelwater in de bodem via een graspassage is de beste optie, omdat

hiermee zuivering, retentie en grondwateraanvulling worden gerealiseerd.

- Op kleine schaal kan dit goed door middel van individuele voorzieningen, op grotere schaal verdient de toepassing van wadi's de voorkeur.

Grondwater

- Het grondwater wordt zoveel mogelijk aangevuld met schoon infiltrerend water.
- Te hoge grondwaterstanden in natte winterperioden mogen worden beteugeld met drainage in de openbare weg en eventueel op de kavels zelf, mits dit niet leidt tot een permanente grondwaterstandsverlaging in of buiten het plangebied.
- De drainage voert af naar een wadi of naar oppervlaktewater; dus niet naar de RWZI.

Oppervlaktewater

Bij de herinrichting van het oppervlaktewatersysteem zijn de benodigde afvoercapaciteit, de streefbeeld en de kwaliteitsdoelstellingen van het waterschap Vechtstromen leidend.

2.3. Gemeente Borne

De gemeente Borne werkt aan een optimale afstemming van het waterbeleid met de overige beleidsterreinen. Waterhuishouding is bij ontwikkelingen een medeordenend aspect geworden. Het is een belangrijke drager in de ruimtelijke kwaliteit van de bebouwde omgeving. Anticiperen op klimaatveranderingen, verbeteren van de kwaliteit van de leefomgeving, voorkomen c.q. beperken van wateroverlast in bestaand stedelijk gebied zijn doelstellingen waar gemeente Borne continu aan werkt.

Bij nieuwbouw, herinrichting en renovaties in zowel een uitbreiding als in een inbreiding is de strategie "Schoon water niet naar de zuivering afvoeren" en "Vasthouden, bergen en dan pas afvoeren".

Ten aanzien van de watersystemen ligt er voor de functionaliteit een scheiding in stedelijk en landelijk water. Met de komst van de Kaderrichtlijnwater (KRW) hebben de meeste oppervlaktewateren in gemeente Borne, die op de legger van het waterschap staan, een metamorfose ondergaan. Waar mogelijk dient een verbreding aangebracht te worden, zodat een veerkrachtig systeem ontstaat waar tevens flora en fauna zich kunnen ontplooiën.

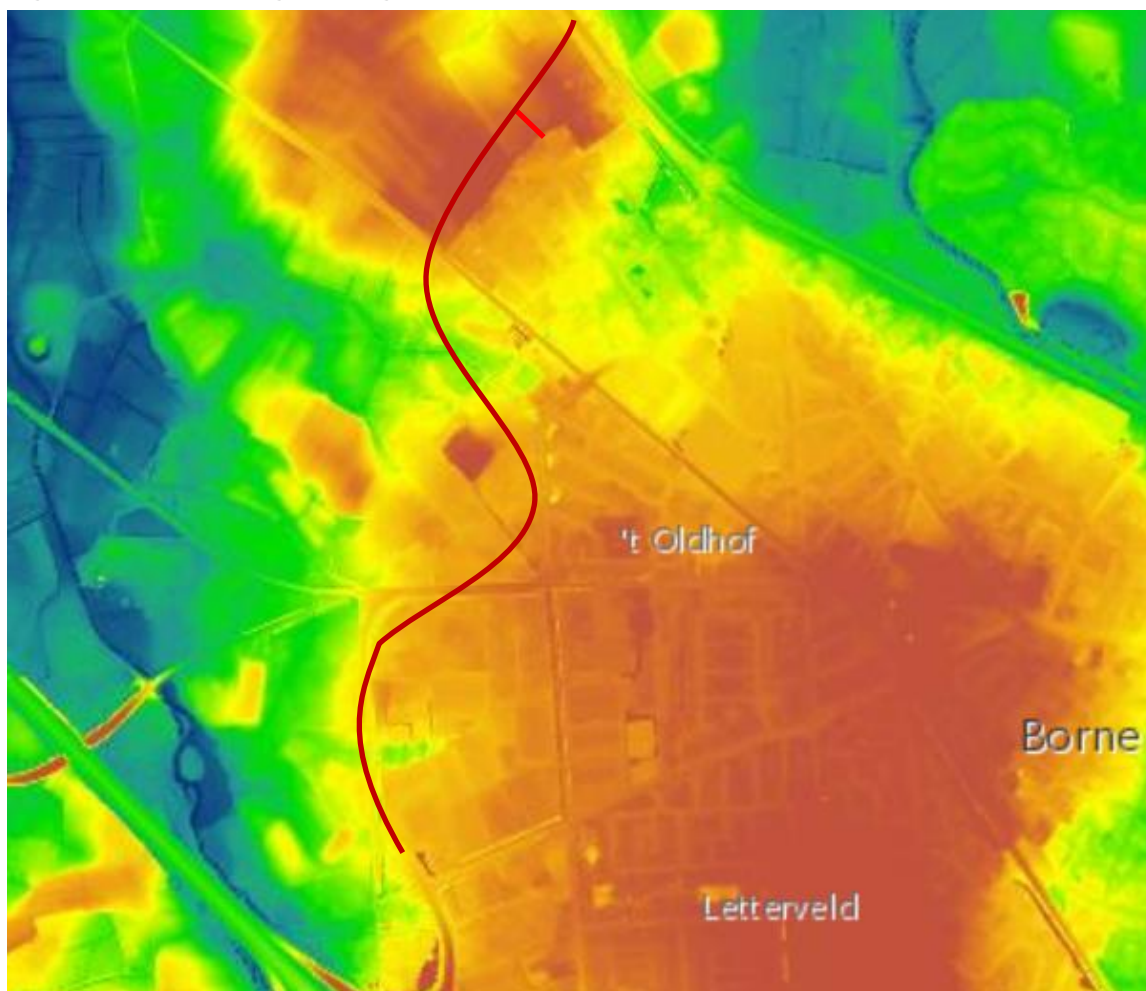
In het vigerende gemeentelijk rioleringsplan 2017-2021 is het beleid voor de drie zorgplichten -afvalwater, grondwater en hemelwater- nader uitgewerkt.

3. GEOHYDROLOGISCHE SITUATIE

3.1. Maaiveldhoogte

In het plangebied ligt het maaiveld op 13 - 17 m +NAP (zie figuur 3.1) In de huidige situatie bestaat het plangebied uit agrarisch gebied met velden en een aantal boerderijen. Er is weinig verharding.

Figuur 3.1. Hoogte plangebied (op basis van AHN2)



3.2. Bodemopbouw

3.2.1. Regionale bodemopbouw

In onderstaande tabel staat de regionale bodemopbouw volgens REGIS II v2.1.

Tabel 3.1. Regionale bodemopbouw en geohydrologie (volgens REGIS II v2.1)

Diepte (m-mv)	Samenstelling	Geohydrologische eenheid	Formatie
0 - 12	Zand	Watervoerende deklaag	Formatie van Drente
12 - 15	Klei	Waterscheidende laag	Formatie van Breda
15 - 40	Klei	Waterscheidende laag	Rupel Formatie
40 - 42	Zand	Watervoerende laag	Formatie van Dongen
42 - 86	Klei	Waterscheidende laag	Formatie van Dongen
> 86	Zand	Watervoerend pakket	Formatie van Dongen

3.2.2. Lokale bodemopbouw en doorlatendheid

In december 2016 is door Railinfra Solutions veldwerk uitgevoerd. Er zijn dertien peilbuizen geplaatst met een diepte variërend van drie tot zes meter onder maaiveld. Hieruit bleek dat de grond voornamelijk uit matig fijn zand bestaat. De deklaag van matig fijn zand varieert in dikte.

In de noordelijke boringen, vanaf de spoorlijn tot aan de N753 is leem aangetroffen, beginnend op 1-3 meter onder maaiveld en wat doorloopt tenminste tot de diepte van de boring.

De doorlatendheid van de bodem is ook geschat. De bovenste laag zand heeft een goede doorlatendheid. De bovenste halve meter heeft een doorlatendheid van 3-6 m/dag.

Het zand in de overige lagen heeft een doorlatendheid van 4-8 m/dag, met uitschieters naar 15 en 17 in twee boringen, dit is een goede tot zeer goede doorlatendheid. De leemlagen zijn minder doorlatend. Met 0,3-0,9 m/dag slecht tot matig doorlaatbaar.

De volledige bodemprofielen zijn te vinden in bijlage 1.

3.3. Watersysteem

De Verbindingsweg kruist een leggerwatergang gelegen langs de Meester Thienweg. Deze watert af op de Azelerbeek, die niet ver westelijk van het plangebied ligt. De Azelerbeek is een KRW-waterlichaam.

Langs het spoor liggen greppels ten behoeve van de afwatering van de spoorbaan. Op basis van het hoogteverloop wordt verwacht dat de greppels in noordwestelijke richting afwateren.

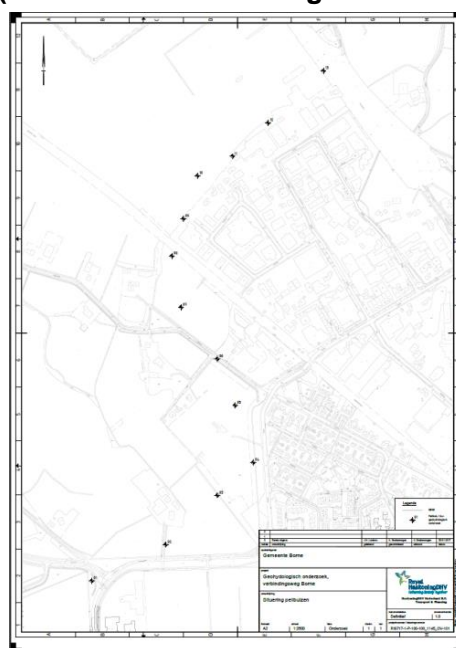
3.4. Grondwaterstanden

De grondwaterstand varieerde in december 2016 tussen de 0,8 en 2,6 m onder maaiveld. In bijlage 2 zijn de grondwaterstanden gemeten tussen 15 december 2016 en 9 januari 2017 opgenomen. De metingen op 1 januari 2017 zijn in bijlage 2 op kaart weergegeven evenals de ingeschatte GHG. De grondwaterstand varieerde op 1 januari tussen 0,6 en 3,0 m –mv en tussen 14,0 en 15,5 mNAP. Op basis van de korte meetperiode kon nog geen GHG afgeleid worden. In november 2017 zijn de grondwatermetingen uitgelezen en op basis daarvan is de GHG nauwkeuriger ingeschat, zie einde van deze paragraaf.

Tabel 3.2. Grondwaterstanden tijdens veldwerk 7-12-2016 [m –mv]

Peilbuis	Grond Water stand	GHG	GLG
1	160	100	180
2	100	60	220
3	100	50	250
4	100	50	230
5	190	50	300
6	120	70	240
7	80	70	240
8	130	120	280
9	260	160	380
10	250	120	380
11	260	160	390
12	250	70	380
13	150	80	380

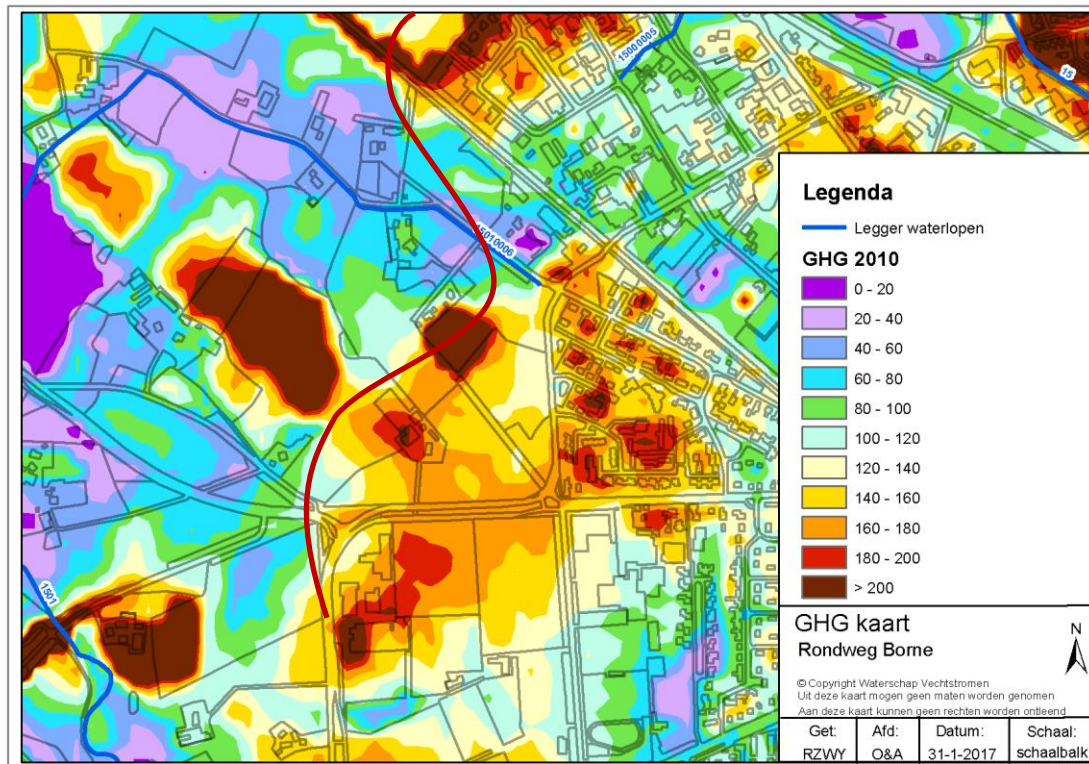
Figuur 3.2. Situering peilbuizen (van onder naar boven genummerd)



De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) is tijdens het veldwerk op basis van kenmerken in het bodemprofiel ingeschat op 0,5 tot 1,6 meter beneden het maaiveld.

In figuur 3.3 zijn de GHG's weergegeven die vlakdekkend zijn bepaald. Op basis van deze kaart zou de GHG op de hogere delen dieper liggen dan tijdens het veldwerk ingeschat is. Op het deel nabij de leggerwatergang komt de inschatting redelijk overeen met de kaart.

Figuur 3.3. Hoogste grondwaterstanden



In bijlage 3 is de GHG nauwkeuriger bepaald op basis van de metingen tot en met 9 november 2017. Met behulp van tijdreeksanalyse is de GHG gesimuleerd. Deze GHG is naar verwachting betrouwbaarder dan de GHG ingeschat op basis van hydromorfe kenmerken in het bodemprofiel. Daarom wordt deze GHG aangehouden als uitgangspunt voor het ontwerp.

Het filter van peilbuis 8 t/m 12 is geplaatst in een leemlaag. De GHG in het bovenliggend zandpakket is naar verwachting hoger, daarom zijn deze GHG's gecorrigeerd met +20cm.

Tabel 3.3. GHG bepaald op basis van meetperiode van 11 maanden

Peilbuis	Maaiveld [m NAP]	Gesimuleerde GHG [m NAP]	Gesimuleerde GHG [cm-mv]		Aan te houden GHG [m NAP]	Aan te houden GHG [cm-mv]
PB01_1	15.51	14.45	106		14.45	106
PB02_1	16.22	15.91	31		15.91	31
PB03_1	16.06	15.93	13		15.93	13
PB04_1	16.28	15.44	83		15.44	83
PB05_1	16.14	15.59	55		15.59	55
PB06_1	15.12	14.54	59	Peilbuis ligt heel dicht bij een watergang	14.54	59
PB07_1	15.09	14.74	35	Peilbuis ligt dicht bij een watergang	14.74	35
PB08_1	15.84			Meetreeks te kort en filter in leemlaag.		
PB09_1	17.35	15.57	178	Filter in leemlaag*.	15.77	158
PB10_1	17.99	16.06	194	Idem	16.26	174
PB11_1	17.90	15.79	211	Idem	15.99	191
PB12_1	16.99	15.77	122	Idem	15.97	102
PB13_1	15.84	15.28	57		15.28	57

* In bovenliggend zandpakket zou waarschijnlijk een hogere GHG gemeten zijn.

3.5. Grondwaterstroming

De tunnel onder het spoor door kan afhankelijk van de grondwaterstromingsrichting en de dikte van het watervoerend pakket leiden tot wijziging van grondwaterstromen met als gevolg een risico op grondwateroverlast.

In figuur 3.4 en 3.5 is de globale grondwaterstroming van het eerste en tweede watervoerend pakket weergegeven. Aandachtspunt hierbij is dat de grondwaterstroming in het stedelijk gebied van Borne in het eerste watervoerend pakket lokaal kan afwijken.

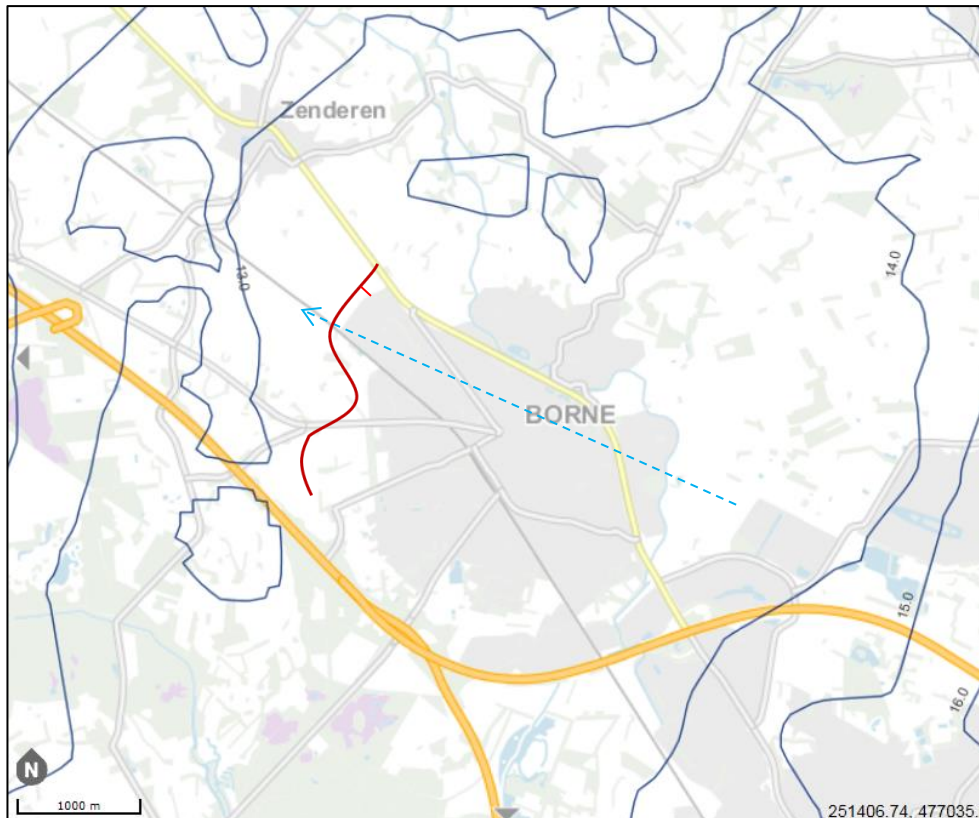
Uit de figuren blijkt dat de tunnel onder het spoor door haaks op de regionale grondwaterstromingsrichting komt te liggen.

In bijlage 2 is een kaart opgenomen waarop de grondwaterstanden op 1 januari 2017 zijn weergegeven. Daaruit blijkt dat het grondwater lokaal globaal mee fluctueert met het maaiveld en dat de leggerwatergang een ontwaterende werking heeft. De lokale grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket ter plekke van de tunnel onder het

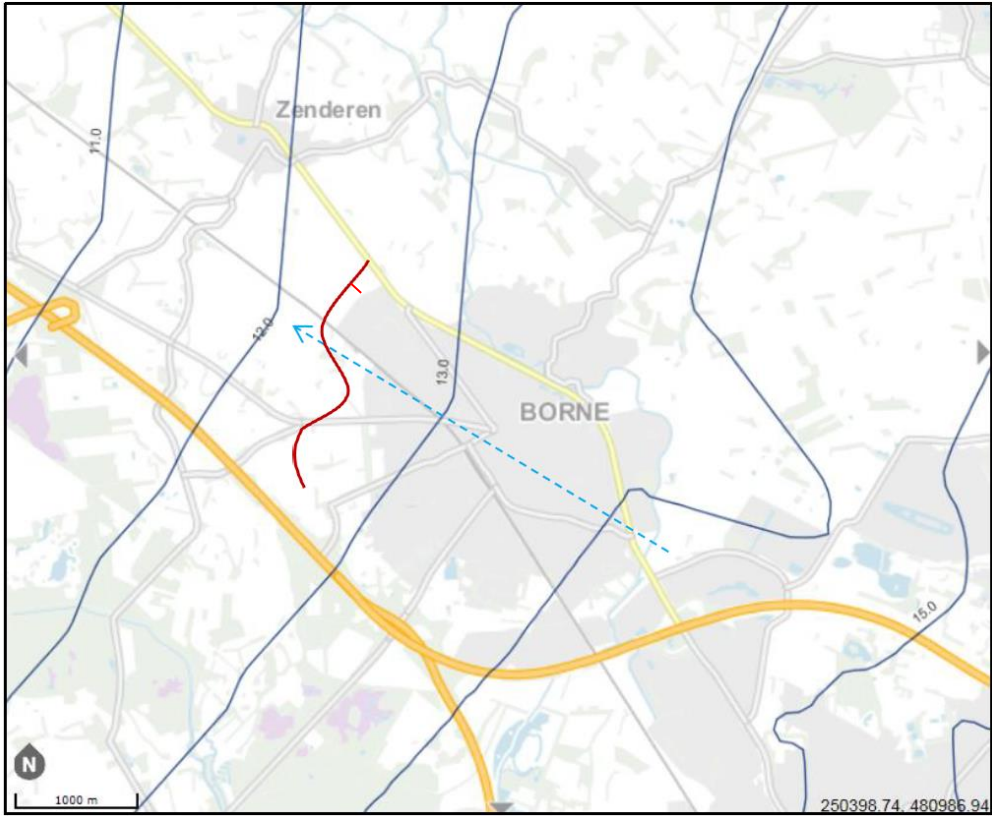
spoor door is daardoor in zuidelijke richting, richting de leggerwatergang. De tunnel ligt dus min of meer in dezelfde richting als de stroomrichting van het grondwater.

Aandachtspunt voor het ontwerp is dat de ontwatering naar de leggerwatergang toe niet verslechtert door de ingreep. Mits die ontwatering gewaarborgd blijft, wordt er geen wijziging in grondwaterstroming en –niveau verwacht als gevolg van de aanleg van de tunnel.

Figuur 3.4 Isohypsens en globale stromingsrichting eerste watervoerend pakket



Figuur 3.5 Isohypsens en globale stromingsrichting tweede watervoerend pakket



4. OMGAAN MET GROND- EN HEMELWATER

4.1. Voldoende waterberging

Met de aanleg van de weg neemt het verhard oppervlak toe. De afvoer van hemelwater van de weg wordt ontworpen volgens de strategie: vasthouden, bergen, afvoeren. In figuur 4.1 is het principeprofiel van de weg weergegeven. Langs beide zijden van de weg ligt een sloot ten behoeve van de ontwatering van het wegcunet en deze kan ook dienen voor het bergen en afvoeren van hemelwater.

Naar de richtlijnen van het waterschap moeten de sloten langs de weg 40 mm neerslag kunnen bergen. In verband met klimaatverandering en meer heftige regenbuien in de toekomst, is het de ambitie van het waterschap om, daar waar mogelijk, meer water te bergen en 50 mm aan te houden. In kader 4.1 is globaal berekend dat de natte doorsnede van de sloot minimaal 0,325 m² moet zijn om deze hoeveelheid neerslag te bergen. De sloot krijgt waarschijnlijk een grotere natte doorsnede. De bergingsopgave invullen met de naast gelegen sloten is dus een realistische optie die nader uitgewerkt wordt in het ontwerpproces.

Kader 4.1. Berekening minimale diepte sloot

De weg wordt bij benadering 8 meter breed. Er komt tevens een tunnel in het tracé. Op het tracé ten noorden van de tunnel komt een fietspad parallel aan de Verbindingsweg. Aan weerszijden van de weg komen greppels, zie figuur 4.1.

Totaal verhard oppervlakte dat toegevoegd wordt (per strekkende meter):

Met fietspad: $(8 \text{ m} + 4 \text{ m}) * 1 \text{ m} = 12 \text{ m}^2$

Zonder fietspad: $(8 \text{ m}) * 1 \text{ m} = 8 \text{ m}^2$

Er moet 50 mm neerslag geborgen kunnen worden. Per strekkende meter is dat:

Met fietspad: $0,05 \text{ m} * 12 \text{ m}^2 = 0,6 \text{ m}^3$

Zonder fietspad: $0,05 \text{ m} * 8 \text{ m}^2 = 0,4 \text{ m}^3$

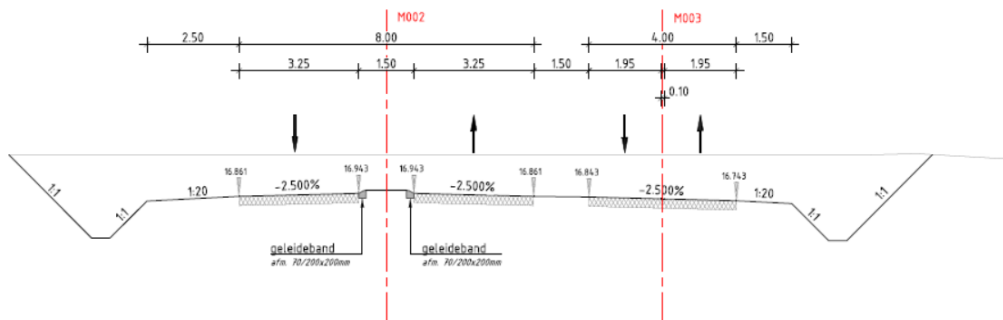
De benodigde natte doorsnede van de sloten is:

Met fietspad: $0,6 / (1 * 2) = 0,3 \text{ m}^2$

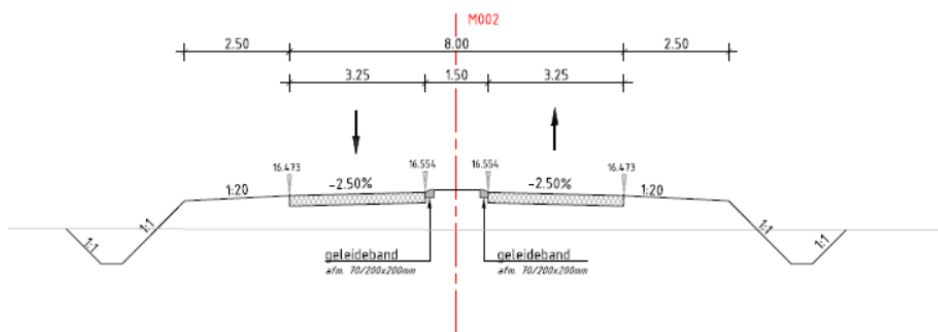
Zonder fietspad: $0,4 / (1 * 2) = 0,2 \text{ m}^2$

De natte doorsnede van de sloot moet minimaal 0,3 m² zijn om 50 mm water op te vangen.

Figuur 4.1. Principeprofiel nieuwe weg met fietspad



Figuur 4.2. Principeprofiel nieuwe weg zonder fietspad



Ter hoogte van de tunnelbak worden geen sloten aangelegd. Het hemelwater van de tunnelbak wordt opgevangen in een pompput en verpompt naar een waterberging die voldoende berging heeft om het water (50 mm) van het afstromend oppervlak op te vangen.

4.2. Waterkwaliteit

Het afstromend wegwater wordt voor zover zuivering nodig is, gezuiverd in de berm en in de langs gelegen sloot/zakgreppel.

Het water van de tunnel onder het spoor door wordt opgevangen in een pompput en vervolgens verpompt naar een droogvallende waterberging / bodempassage. Het water kan hierin wegzakken of wordt vertraagd afgevoerd naar het watersysteem.

4.3. Waarborgen afvoercapaciteit watersysteem

De weg kruist een leggerwatergang. De leggerwatergang zal waarschijnlijk via een duiker onder de verbindingsweg doorstromen. Het waterschap stelt de volgende eisen aan deze watergang en de duiker:

- Talud watergang 1 : 1,5.
- Bodembreedte 0,75 meter.
- Een diameter van 0,5 meter.
- De BOK ligt met 10% van de diameter onder de theoretische bodem van het slootprofiel.

Indien de greppels langs het spoor onderbroken worden door de nieuwe constructie zijn maatregelen nodig om de afwatering van de greppels aan de oostzijde van de constructie te waarborgen.

Het stedelijk water van Borne wordt voornamelijk afgevoerd via de Bornsche Beek en nauwelijks via de leggerwatergang die de Verbindingsweg kruist. Dit project heeft dus geen consequenties voor het stedelijk watersysteem van Borne.

4.4. Voldoende ontwatering

De GHG is op enkele punten dicht onder het maaiveld geconstateerd.

Om voldoende ontwatering van het wegcunet te waarborgen wordt geadviseerd om de weg tenminste 1,0 meter boven GHG aan te leggen. De huidige grondwaterstanden mogen als gevolg van de ingreep in principe niet verlaagd worden. Het aftoppen van de hoogste grondwaterstanden met drainage is eventueel een optie.

4.5. Uitgangspunten voor ontwerp

Uit de voorgaande paragrafen komen de volgende uitgangspunten voor het ontwerp:

- De lokale grondwaterstroming richting de leggerwatergang mag als gevolg van de aanleg van de tunnel niet zodanig verhinderd worden dat de ontwatering van het gebied in het gedrang komt.
- De weg dient voldoende ontwatering te hebben.
- Naar de richtlijnen van het waterschap dient de waterberging van de weg het afstromend water ten gevolge van 40 mm neerslag te kunnen bergen. In verband met klimaatverandering en meer heftige regenbuien in de toekomst, is het de ambitie van het waterschap om 50 mm aan te houden.
- Het water van de tunnel onder het spoor door dient te worden opgevangen in een pompput en vervolgens verpompt naar een droogvallende waterberging/bodempassage.

- Uitgangspunten duiker:
 - Talud watergang 1 : 1,5.
 - Bodembreedte 0,75 meter.
 - Een diameter van 0,5 meter.
 - De BOK ligt met 10% van de diameter onder de theoretische bodem van het slootprofiel.
- Afwatering van de greppels langs het spoor dient gewaarborgd te blijven.
- Om voldoende ontwatering van het wegcunet te waarborgen wordt geadviseerd om de weg tenminste 1,0 meter boven GHG aan te leggen.

5. WATERPARAGRAAF

5.1. Watersysteem

In het plangebied ligt één leggerwatergang, namelijk een watergang die langs de Meester Thienweg loopt. Deze watergang watert af op KRW-waterlichaam Azelerbeek. Langs het spoor liggen greppels ten behoeve van de afwatering van de spoorbaan.

In december 2016 heeft Railinfra Solutions ter plaatse van het plangebied veldwerk uitgevoerd. Er zijn dertien peilbuizen in het plangebied geplaatst met een diepte variërend van drie tot zes meter onder maaiveld. Deze peilbuizen zijn in januari 2017 en in november 2017 uitgelezen. Daarnaast heeft het waterschap gegevens over de grondwaterstanden aangeleverd. Uit deze twee bronnen komt de volgende bodeminformatie:

- Bodem bestaat vooral uit matig fijn zand, in het noordelijk deel is vanaf 1-3 meter beneden maaiveld leem aangetroffen.
- De zandlagen zijn goed tot zeer goed doorlatend.
- De leemlagen zijn slecht tot matig doorlatend.
- De grondwaterstand zijn gemeten van december 2016 tot november 2017. De metingen variëren tussen 13,25 en 16,0 mNAP.
- Op basis van tijdreeksanalyse is een GHG gesimuleerd die varieert van 14,45 en 16,26 mNAP of van 13 – 191 cm -mv.
- De regionale grondwaterstroming ter hoogte van de tunnel onder het spoor door is richting het westen. De lokale grondwaterstroming ter hoogte van de tunnel is richting de leggerwatergang.

5.2. Gevolgen plan voor water

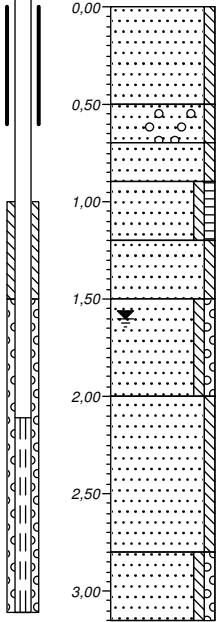
Thema	Gevolgen
Veiligheid	N.v.t.: geen waterkeringen of bergingsgebieden aanwezig.
Wateroverlast	Geen: genoeg bergingscapaciteit om afstromend hemelwater van verharding op te vangen en vast te houden. De afwatering van weg en tunnel dient te worden ontworpen conform de geldende normen en richtlijnen.
Riolering (afvalwaterketen)	Geen effect, water van tunnel wordt niet op riolering aangesloten.
Watervoorziening	N.v.t.: geen waterbronnen of grondwaterbeschermingsgebied in de buurt
Volksgezondheid	Geen effect
Bodemdaling	Geen effect
Grondwateroverlast	Op een aantal locaties is de GHG vrij dicht onder maaiveld. In het ontwerp dient hier rekening mee gehouden te worden. Eventueel negatieve effecten van de ingreep op de ontwatering dienen gecompenseerd te worden met maatregelen (ontwatering richting leggerwatergang niet verslechteren). Daardoor wordt in de omgeving geen grondwater verhogend effect verwacht als gevolg van de ingreep.
Oppervlaktewaterkwaliteit	Afstromend hemelwater wordt gezuiverd door berm- en bodempassage.
Grondwaterkwaliteit	Afstromend hemelwater wordt gezuiverd door berm- en bodempassage.
Verdroging	De ingreep leidt niet tot verlaging van grondwaterstanden.
Natte natuur	N.v.t.: geen natte natuur van waarde in de buurt
Inrichting en beheer	Uitgangspunt voor het ontwerp is dat de leggerwatergang onderhoudbaar blijft.

BIJLAGE I BODEMPROFIELEN

In bijlage 2 is een kaart met de locatie van de boringen weergegeven.

Boring: 01

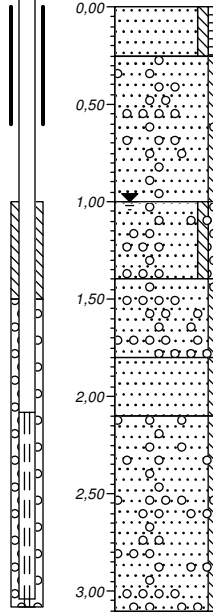
X-coördinaat: 246519,47
Y-coördinaat: 480200,28
Datum: 07-12-2016
Grondwaterstand: 160
GHG: 100
GLG: 280



0,00	braak
▲	Zand, matig fijn, zwak siltig, resten planten, geen olie-water reactie, neutraalbruin, K-waarde:4
0,50	
▲	Zand, zeer fijn, zwak siltig, matig roesthoudend, sporen grind, geen olie-water reactie, neutraal oranjegeel, K-waarde:7.
0,70	
▲	Zand, zeer fijn, zwak siltig, sporen planten, zwak roesthoudend, resten wortels, geen olie-water reactie, neutraal geelbruin, K-waarde:6.
0,90	
▲	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, sporen wortels, resten planten, geen olie-water reactie, neutraalbruin, K-waarde:4.
1,20	
▲	Zand, zeer fijn, zwak siltig, laagjes roest, geen olie-water reactie, neutraal grijswit, K-waarde:5.
1,50	
▲	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, sterk roesthoudend, geen olie-water reactie, neutraal geeloranje, K-waarde:8.
2,00	
▲	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig roesthoudend, geen olie-water reactie, neutraal grijsgeel, K-waarde:5.
2,50	
▲	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, brokken leem, geen olie-water reactie, neutraal groengrijs, K-waarde:4.
2,80	
▲	
3,15	

Boring: 02

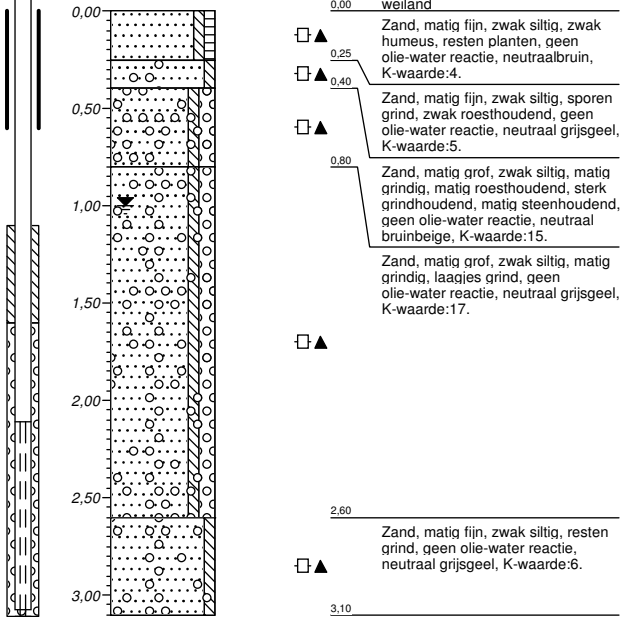
X-coördinaat: 246690,18
Y-coördinaat: 480284,39
Datum: 07-12-2016
Grondwaterstand: 100
GHG: 60
GLG: 220



0,00	weiland
▲	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, resten planten, geen olie-water reactie, neutraalbruin, K-waarde:4.
0,25	
▲	Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen grind, matig roesthoudend, geen olie-water reactie, neutraal beigegeel, K-waarde:5.
1,00	
▲	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, sterk roesthoudend, zwak grindhoudend, geen olie-water reactie, neutraal bruinbeige, K-waarde:8.
1,40	
▲	Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen grind, zwak roesthoudend, geen olie-water reactie, neutraal grijsgeel, K-waarde:4.
1,80	
▲	Zand, matig fijn, zwak siltig, laagjes leem, geen olie-water reactie, neutraalgrijs, K-waarde:2.
2,10	
▲	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindhoudend, geen olie-water reactie, lichtgrijs, K-waarde:4.
3,10	

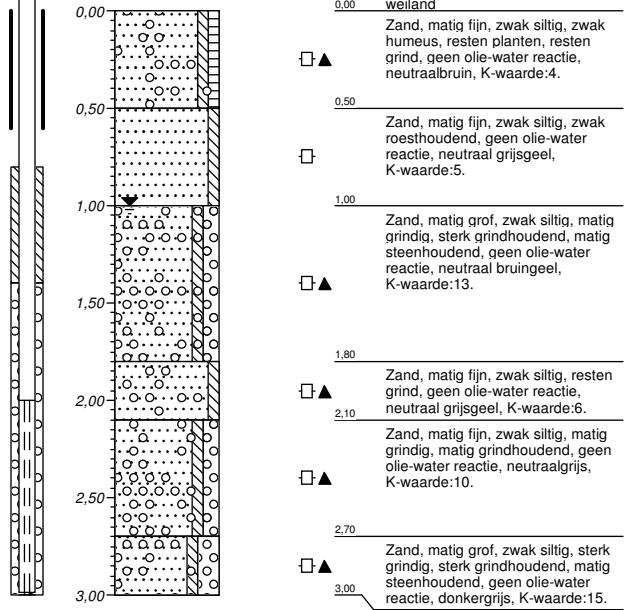
Boring: 03

X-coördinaat: 246810,20
Y-coördinaat: 480398,59
Datum: 07-12-2016
Grondwaterstand: 100
GHG: 50
GLG: 250



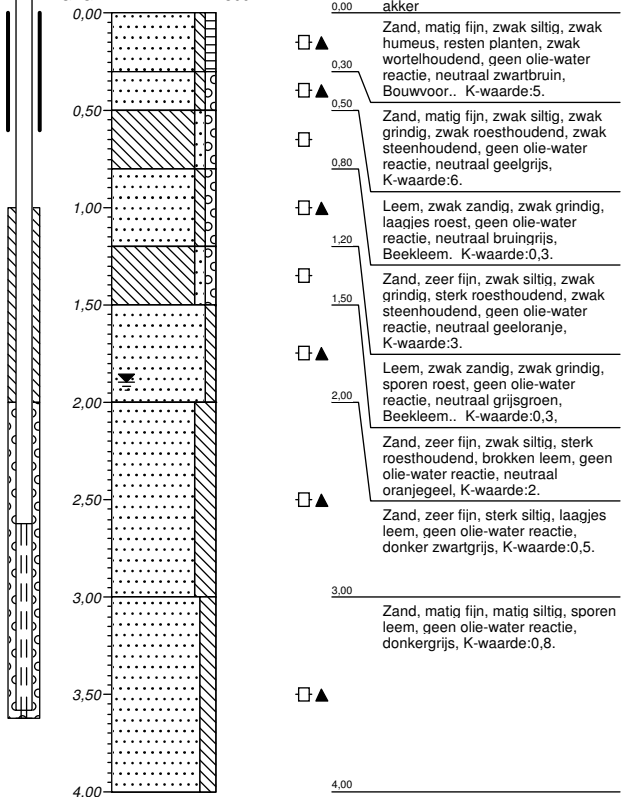
Boring: 04

X-coördinaat: 246892,91
Y-coördinaat: 480474,23
Datum: 08-12-2016
Grondwaterstand: 100
GHG: 50
GLG: 230



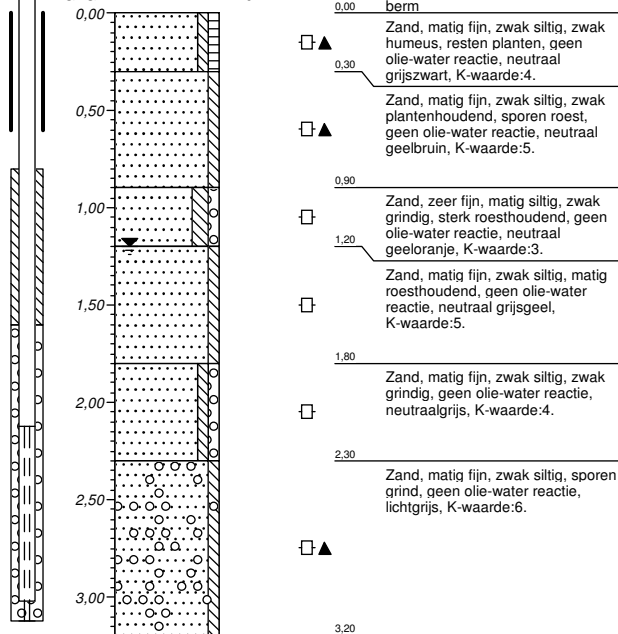
Boring: 05

X-coördinaat: 246851,07
Y-coördinaat: 480606,98
Datum: 08-12-2016
Grondwaterstand: 190
GHG: 50
GLG: 300



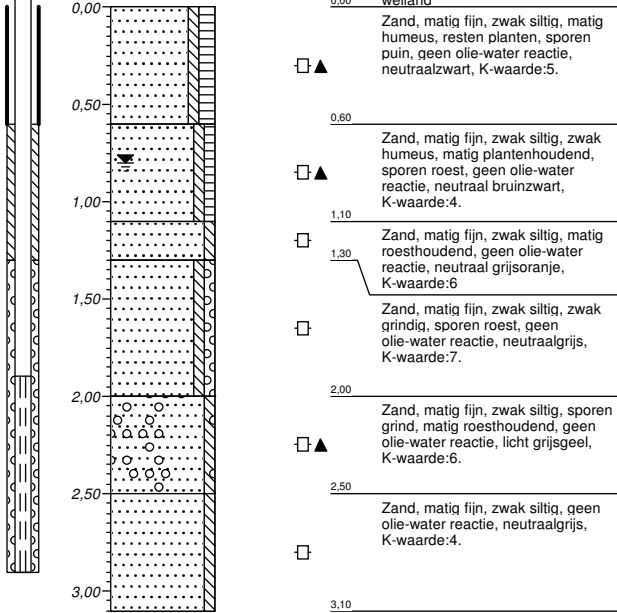
Boring: 06

X-coördinaat: 246809,83
Y-coördinaat: 480714,06
Datum: 08-12-2016
Grondwaterstand: 120
GHG: 70
GLG: 240



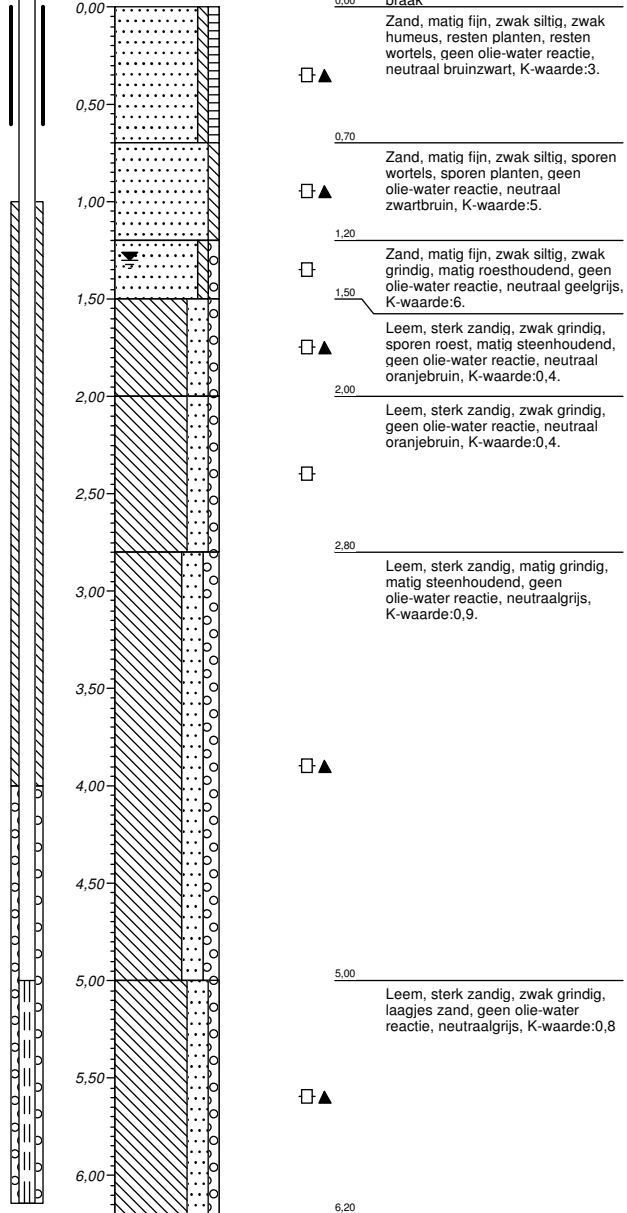
Boring: 07

X-coördinaat: 246725,98
Y-coördinaat: 480833,72
Datum: 12-12-2016
Grondwaterstand: 80
GHG: 70
GLG: 240



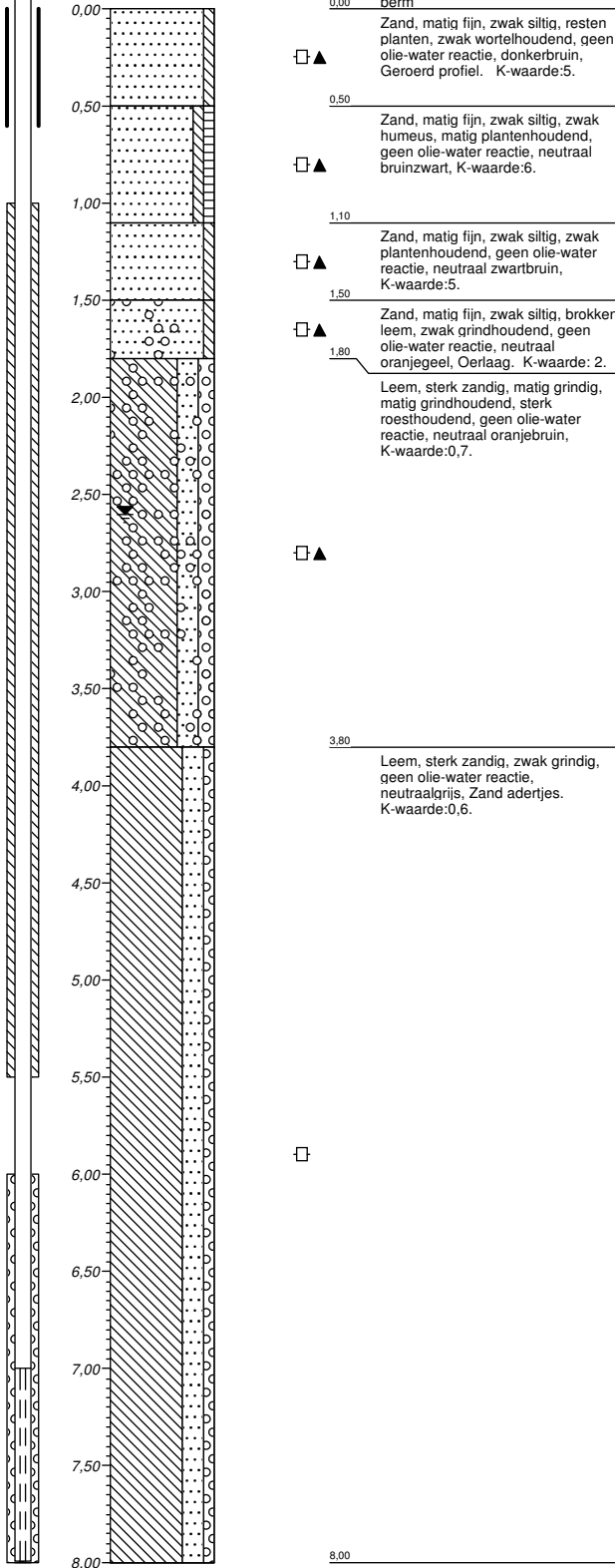
Boring: 08

X-coördinaat: 246704,70
Y-coördinaat: 480952,32
Datum: 12-12-2016
Grondwaterstand: 130
GHG: 120
GLG: 280



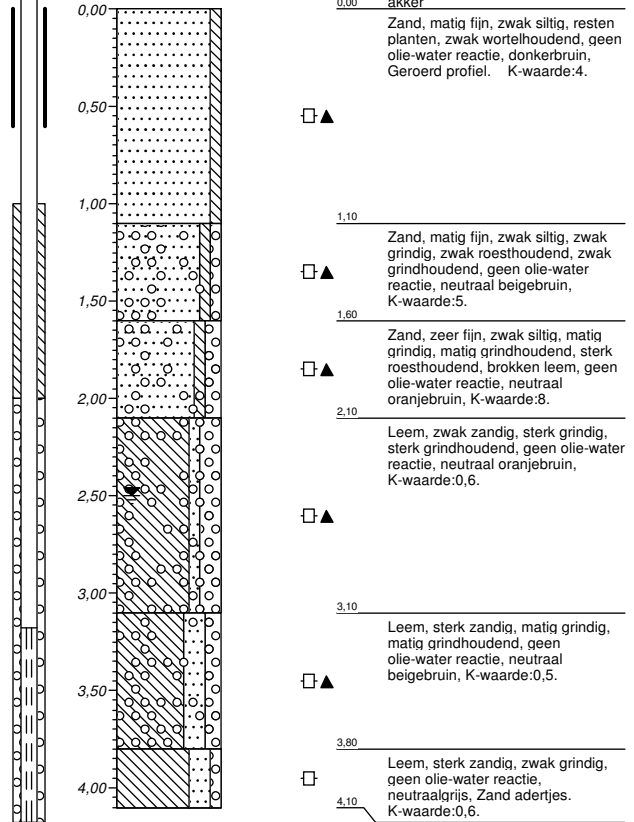
Boring: 09

X-coördinaat: 246731,20
Y-coördinaat: 481038,53
Datum: 12-12-2016
Grondwaterstand: 260
GHG: 160
GLG: 380



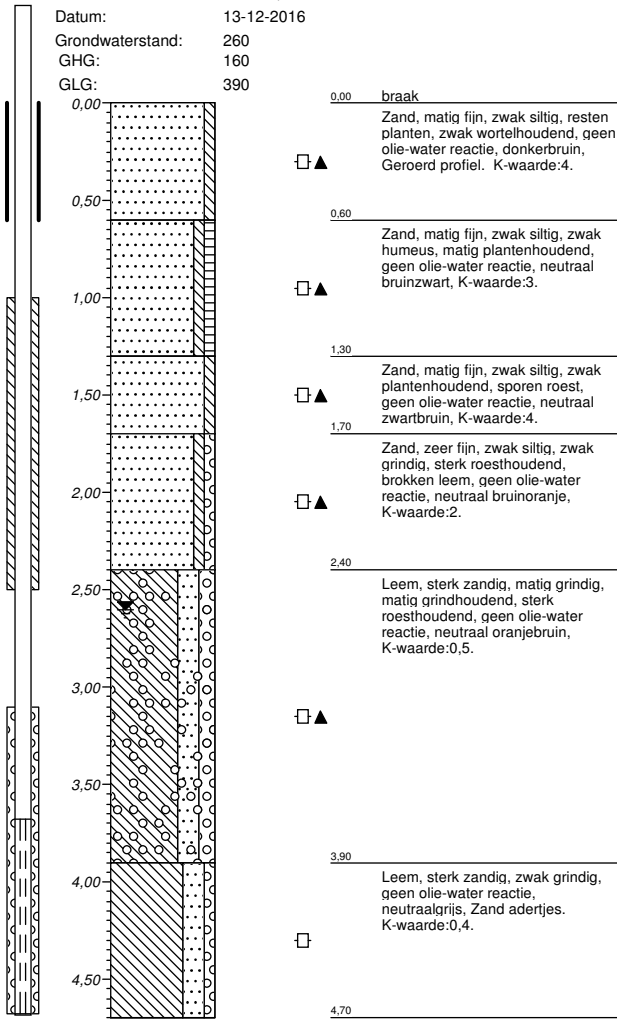
Boring: 10

X-coördinaat: 246763,87
Y-coördinaat: 481137,91
Datum: 13-12-2016
Grondwaterstand: 250
GHG: 120
GLG: 380



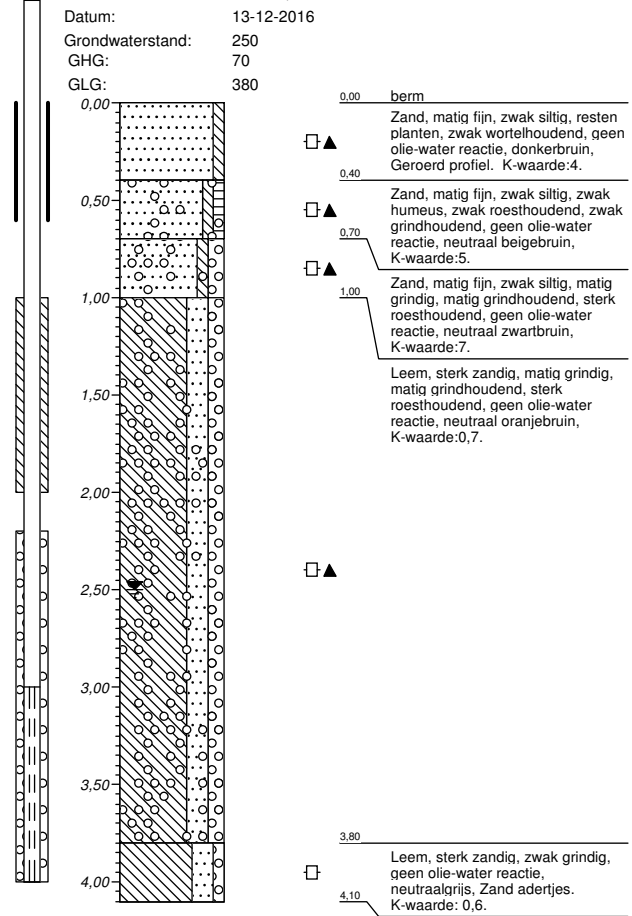
Boring: 11

X-coördinaat: 246844,78
Y-coördinaat: 481183,09
Datum: 13-12-2016
Grondwaterstand: 260
GHG: 160
GLG: 390



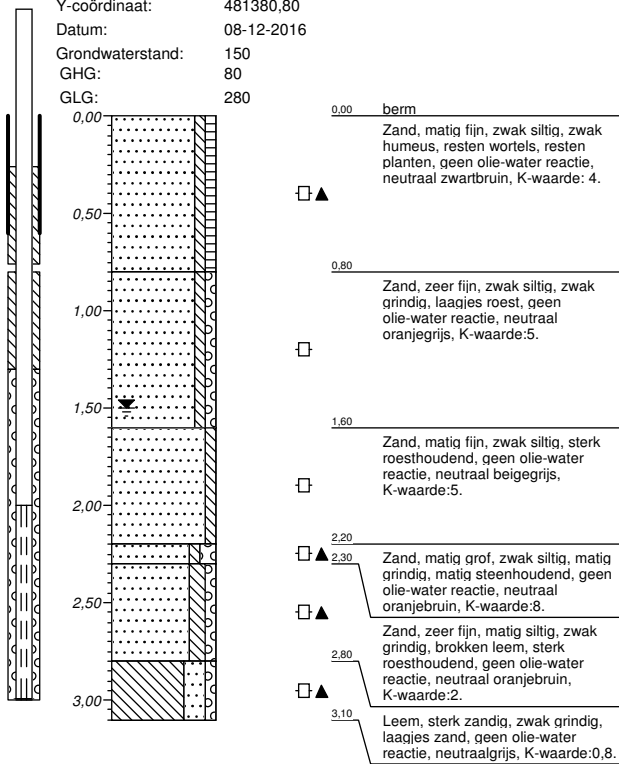
Boring: 12

X-coördinaat: 246927,22
Y-coördinaat: 481260,30
Datum: 13-12-2016
Grondwaterstand: 250
GHG: 70
GLG: 380

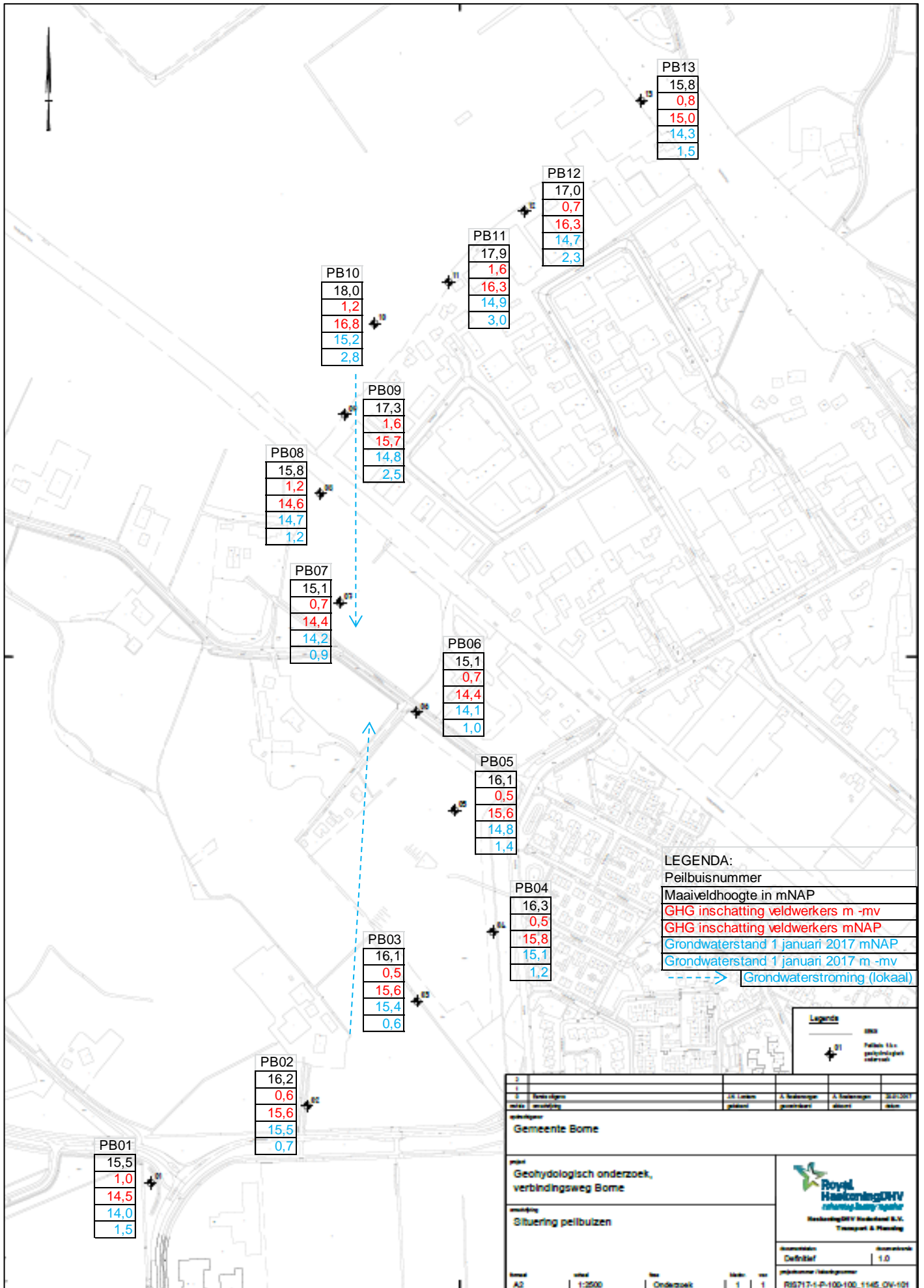


Boring: 13

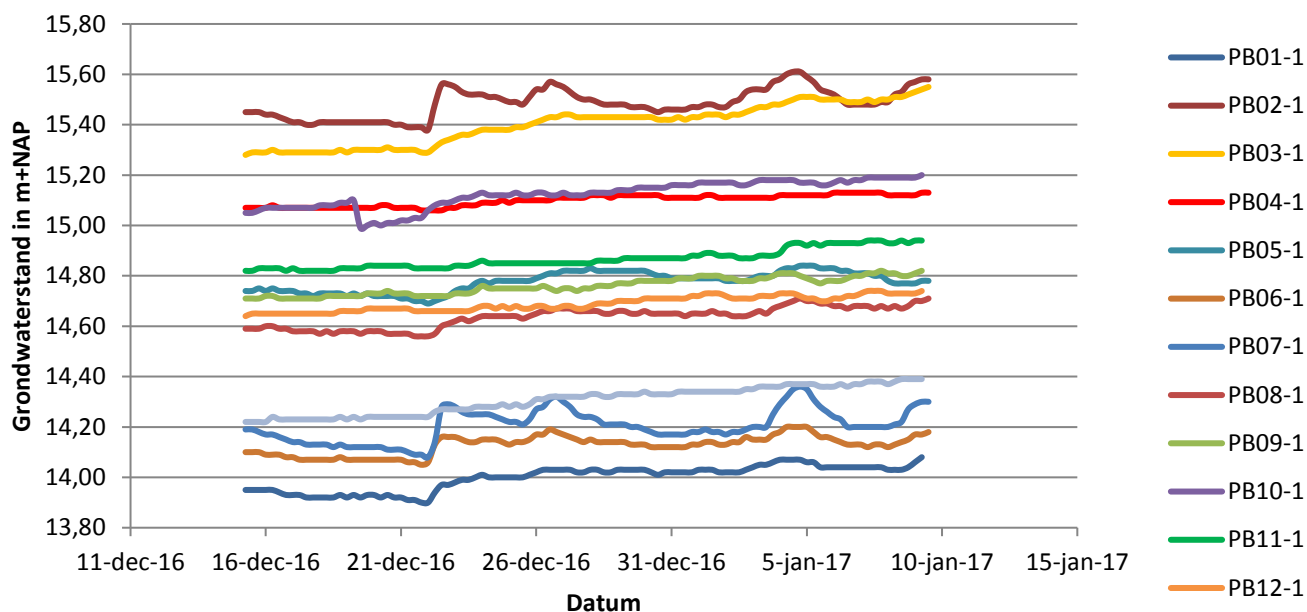
X-coördinaat: 247055,06
 Y-coördinaat: 481380,80
 Datum: 08-12-2016
 Grondwaterstand: 150
 GHG: 80
 GLG: 280



BIJLAGE II BEPALING GHG NA KORTE MEETPERIODE VAN 3 WEKEN



Grondwaterstanden Verbindingsweg Borne



ID	Oost (meter)	Noord (meter)	Hoogte peilbuis (meter +NAP)	Hoogte maaiveld (meter +NAP)
PB01-1	246519,469	480200,277	16,068	15,508
PB02-1	246690,179	480284,392	16,805	16,218
PB03-1	246810,195	480398,591	16,653	16,059
PB04-1	246892,912	480474,230	16,839	16,276
PB05-1	246851,074	480606,980	16,736	16,144
PB06-1	246809,828	480714,062	15,658	15,124
PB07-1	246725,977	480833,723	15,651	15,086
PB08-1	246704,701	480952,321	16,328	15,837
PB09-1	246731,200	481038,534	17,823	17,347
PB10-1	246763,868	481137,905	18,547	17,991
PB11-1	246844,782	481183,094	18,396	17,898
PB12-1	246927,222	481260,296	17,382	16,988
PB13-1	247055,060	481380,800	16,293	15,844

BIJLAGE III BEPALING GHG NA MEETPERIODE VAN 11 MAANDEN

Op 9 november 2017 zijn de drukopnemers in de peilbuizen uitgelezen. Daarmee is een meetreeks van bijna een volledig jaar beschikbaar vanaf 15 december 2016. Op basis van deze meetreeks is de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) zo goed mogelijk bepaald.

In eerste instantie is bekeken of het mogelijk is de meetreeks te relateren aan een langere meetreeks in de omgeving. Er is echter nog te weinig overlap met de meetreeksen van peilbuizen in de buurt. Daarom is door middel van tijdreeksanalyse de meetdata van de peilbuizen verlengd en op basis daarvan zijn de GxG's bepaald. In alle gevallen komt daardoor de GHG hoger uit dan de GHG die bepaald is op basis van het ene jaar dat er gemeten is.

Voor de tijdreeksanalyse is gebruik gemaakt van Menyanthes. Menyanthes bepaalt de relatie tussen de neerslag, verdamping en de grondwaterstand. Op basis van de gevonden relatie kan voor een periode waarin wel neerslag en verdamping beschikbaar zijn, maar geen grondwaterstandmetingen de grondwaterstand bepaald worden. Op basis van de gevonden relatie is de GHG bepaald voor de periode 2009 t/m 2017 (de gebruikelijke 8 jaar die minimaal nodig zijn om een goede GHG mee te bepalen).

De gesimuleerde GHG's zijn vergeleken met de GHG's die tijdens het veldwerk op basis van hydromorfe kenmerken zijn ingeschat. Deze wijken soms erg af (tot maximaal 75 cm hoger dan de gesimuleerde GHG op basis van tijdreeksanalyse). GxG's op basis van hydromorfe kenmerken geven een eerste indicatie van de GxG, maar het is soms moeilijk te zien waar de gleyverschijnselen beginnen/eindigen. Daarnaast kunnen ze ook een historische situatie aangeven bijvoorbeeld van voor een peilverhoging/verlaging. Op basis hiervan wordt aangenomen dat de GHG ingeschat op basis van hydromorfe kenmerken minder betrouwbaar is dan de gesimuleerde GHG.

Peilbuis	Maatveld [m NAP]	Gemeten GHG [m NAP]	Gemeten GHG [cm-mv]	Gesimuleerde GHG [m NAP]	Gesimuleerde GHG [cm-mv]	GHG op basis van Hydromorphe kenmerken[m NAP]	GHG op basis van hydromorphe kenmerken[cm-mv]	Maximale GHG [m NAP]	Maximale GHG [cm-mv]
PB01_1	15.51	14.29	122	14.45	106	14.51	100	14.51	100
PB02_1	16.22	15.76	46	15.91	31	15.62	60	15.91	31
PB03_1	16.06	15.79	27	15.93	13	15.56	50	15.93	13
PB04_1	16.28	15.36	92	15.44	83	15.78	50	15.78	50
PB05_1	16.14	15.34	80	15.59	55	15.64	50	15.64	50
PB06_1	15.12	14.35	77	14.54	59	14.42	70	14.54	59
PB07_1	15.09	14.60	49	14.74	35	14.39	70	14.74	35
PB08_1	15.84					14.64	120	14.64	120
PB09_1	17.35	15.30	205	15.57	178	15.75	160	15.75	160
PB10_1	17.99	15.78	221	16.06	194	16.79	120	16.79	120
PB11_1	17.90	15.50	240	15.79	211	16.30	160	16.30	160
PB12_1	16.99	15.42	157	15.77	122	16.29	70	16.29	70

PB13_1	15.84	14.91	93	15.28	57	15.04	80	15.28	57
PB10_corr_1	17.99	15.78	221					15.78	221

Opmerkingen mbt de metingen:

PB08_1: meetreeks is te kort om een betrouwbare GHG te kunnen bepalen, ook met tijdreeksanalyse. Bij gebrek aan betere data zou de GHG op basis van hydromorfe kenmerken gebruikt kunnen worden.

PB10_1: Er zitten rare sprongen in. Het lijkt er op dat de diver er een aantal keer uit is gehaald, vervolgens te hoog (kan bijvoorbeeld door een kink in de kabel) terug is gehangen en later weer op de goede hoogte gehangen is. Dit is op meerdere momenten gebeurd. Zie in onderstaande grafiek de rode cirkels. De metingen die te laag zijn, zijn verwijderd (PB10_corr_1. Dit had geen invloed op de berekende GHG. Het was echter niet mogelijk om met deze aangepaste reeks betrouwbaar tijdreeksanalyse te doen doordat te veel metingen ontbreken). De GHG van zowel de oorspronkelijke meetreeks als de aangepaste zijn dus niet erg betrouwbaar.

PB08_1 t/m PB12_1: zijn in een leemlaag geplaatst. Het verloop van de grondwaterstand in deze peilbuizen verloopt veel minder piekerig dan in de filters die in het zand geplaatst zijn. Het is waarschijnlijk dat op deze locaties een hogere GHG gemeten wordt als het filter in de bovenliggende zandlaag geplaatst zou zijn.

