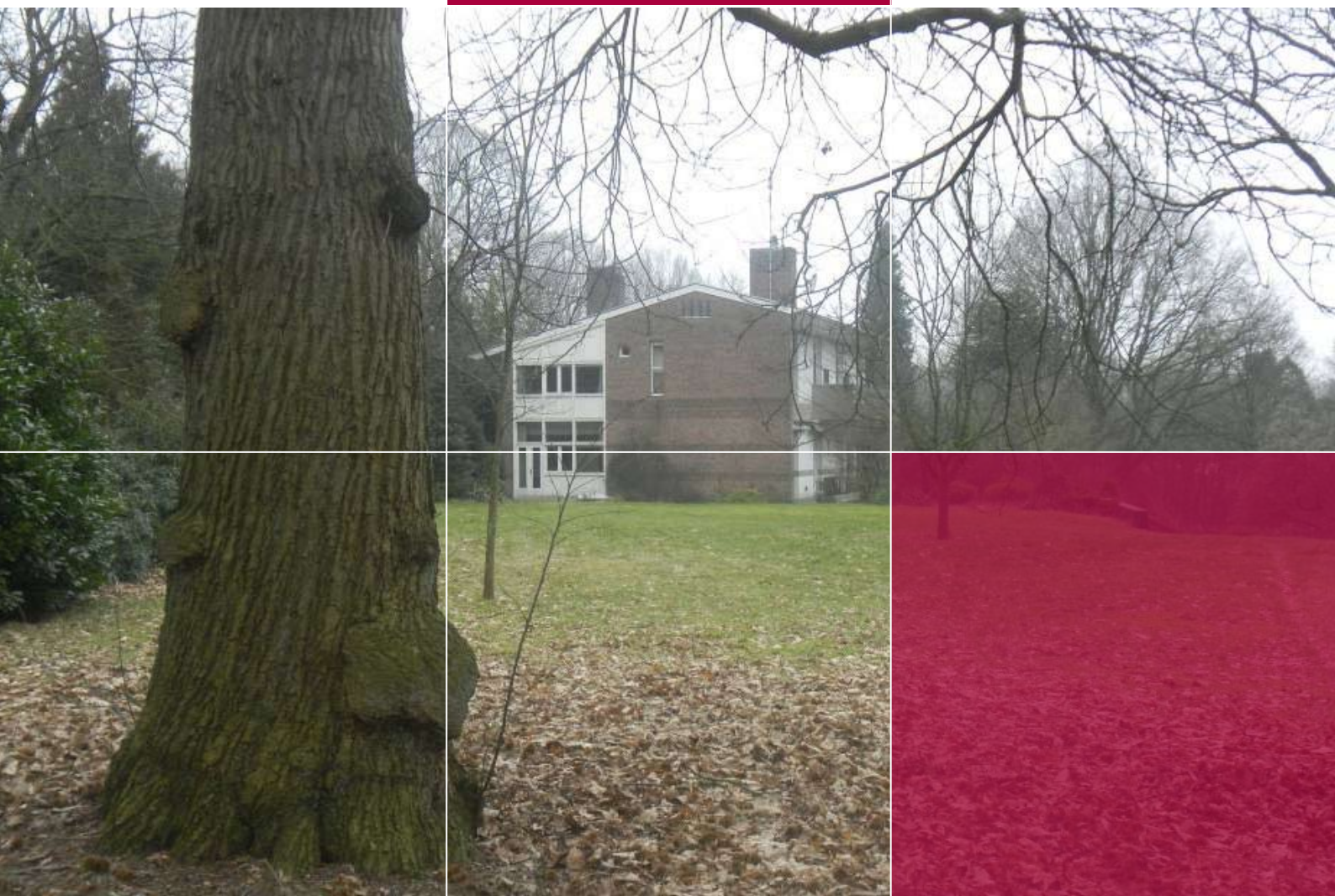


HANHART
CONSULT



Hydrologische verkenning **Landgoed de Heselbergh**

Maart 2011

Opdrachtgever: Stadslicht BV - ontwikkeling en advies
Stationsplein 14
6811 KG Arnhem
www.stadslicht.nl



Uitvoerend bureau: Hanhart Consult
Ingenieursbureau voor eco-hydrologisch en bodemkundig advies
van Hogendorpstraat 18
7241 HG Lochem
0573 – 280 264
06 – 51 51 21 89
k.hanhart@hanhartconsult.nl
www.hanhartconsult.nl



Projectnummer: 1036
Projecttitel: Hydrologische verkenning landgoed De Heselbergh
Datum: 23 maart 2011
Status: Definitief

Auteurs: ir. Karel Hanhart,
ing. G. Maljaars

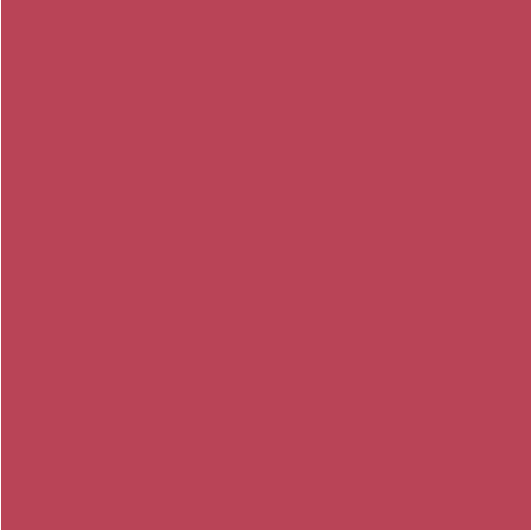
Hanhart Consult maakt onderdeel uit van het samenwerkingsverband de Ecopartners.
U bent van harte uitgenodigd om ons te bezoeken op www.ecopartners.nl.

Vormgeving: Buiting Advies, Esther Nijhuis



hydrologische verkenning

Landgoed de Heselbergh



Inhoud



1. Inleiding	6
1.1. Achtergrond	7
1.2. Doelstelling	7
1.3. Werkwijze	7
1.4. Leeswijzer	9
2. Bodem	10
2.1. Geologie	11
2.2. Geomorfologie en hoogteligging	14
2.3. Geo-hydrologische schematisatie	14
3. Grondwater	16
3.1. Bronnen in het dal van de sint jansbeek en klarenbeek	17
3.2. Grootte van het inzijgingsgebied	17
3.3. Hoogte van de grondwaterbel van het veluwe-systeem	19
4. Verwachte effecten	20
5. Conclusies en aanbevelingen	22
Literatuur	24
Bijlage 1: landgoed de heselbergh en ligging bronnen, schaal 1: 8.000	
Bijlage 2: detailkaart landgoed de heselbergh, schaal 1: 500	
Bijlage 3: boorstaten diepe boringen (bron: dinoloket)	
Bijlage 4: gemeten grondwaterstanden (bron: dinoloket)	
Bijlage 5: boorstaten hanhart consult	
Lijst van figuren	
Figuur 1: globale ligging landgoed heselbergh	7
Figuur 2: stuwwallen in gelderland en utrecht (bron: stichting voor bodemkartering, 1975).	11
Figuur 3: bodemkaart 1:50.000 (Bron: stichting voor bodemkartering, 1975)	10
Figuur 4: bodemopbouw stuwwal vanaf de heselbergh naar de rijen (bron: dinoloket)	13
Figuur 5: hoogtekaart omgeving landgoed de heselbergh (bron: www.Ahn.Nl)	14
Figuur 6: geo-hydrologische schematisatie van de stuwwal vanaf de heselbergh naar de rijen (bron: Dinoloket)	15
Figuur 7: dwarsdoorsnede van de bodem ter hoogte van het landgoed de heselbergh en de bron in Het dal van de sint jansbee	20
Lijst van tabellen	
Tabel 1: schatting grootte inzijgingsgebied bronnen sint jansbeek en klarenbeek	19
Lijst van foto's	
Foto 1: Handmatige boring bij boorpunt B6 op de Heselbergh.	9
Foto 2: Bodemopbouw boring B3A Heselbergh	12
Foto 3: Bron in zijdal van de Sint-Jansbeek in park Sonsbeek	18

1. Inleiding



1.1. Achtergrond

De ligging van het landgoed de Heselbergh is globaal aangegeven in Figuur 1. Het landgoed wordt aan de westzijde begrensd door de Heselbergh en aan de zuidzijde door de Braamweg. Giesbers-Arnhem Ontwikkeling is voornemens om in het landgoed een appartementencomplex te bouwen. Onder het appartementencomplex zal een parkeergarage worden aangelegd. Hiervoor zal een ontgraving worden verricht tot een diepte van ca. 2-5 m. onder het maaiveld. Op korte afstand van het landgoed bevinden zich bronnen. De ontwikkelaar wil er voor zorgdragen dat de ontgraving geen nadelige invloed heeft op de aanvoer van water naar deze bronnen.

1.2. Doelstelling

De hydrologische verkenning heeft daarom tot doel om na te gaan of de voorgenomen ontgraving, ten behoeve van de aanleg van de parkeergarage, een nadelig effect heeft op de aanvoer van grondwater naar de bronnen in het dal van de Sint Jansbeek en Klarenbeek. Wanneer er uit de hydrologische verkenning naar voren komt dat de ontgraving een nadelig effect heeft op de aanvoer van grondwater naar de bronnen, worden mitigerende maatregelen geformuleerd om deze effecten te voorkomen.

1.3. Werkwijze

Infiltratie van regenwater:

Het landgoed Heselbergh bevindt zich op een hooggelegen uitloper van de stuwwal van de Veluwe: de Heselbergh. Door de relatief hoge ligging vindt op de Heselbergh infiltratie van regenwater plaats. Het geïnfiltreerde regenwater wordt in eerste instantie geborgen in de organische bovengrond. Het grootste deel van het in de bovengrond geborgen water verlaat de bodem door verdamping via bomen en planten (transpiratie) en rechtstreekse verdamping vanaf het bodemoppervlak (evaporatie). Wanneer de hoeveelheid neerslag (N) de gezamenlijke groter is dan de gezamenlijke transpiratie en evaporatie (ET), neemt de hoeveelheid in de bovengrond geborgen water toe. Wanneer er langere tijd sprake is van een neerslagoverschot, wordt de bergingscapaciteit van de bovengrond overschreden en zakt

Figuur 1: Globale ligging landgoed Heselbergh



het overvloedige regenwater dieper de ondergrond in. In dit geval is er sprake van wegzijging van regenwater.

Stroming van grondwater:

De Veluwe-stuwwal bestaat over het algemeen uit goed waterdoorlatende zandlagen. Het geïnfiltreerde regenwater zakt daarom in de meeste plaatsen verticaal omlaag naar het dieper gelegen grondwater van het Veluwe-grondwatersysteem. Vervolgens stroomt het geïnfiltreerde water als grondwater, via min of meer horizontale stroombanen, zuidwaarts. Hier treedt het grondwater als kwelwater uit in de Rijn of laag gelegen gronden in de Betuwe. Een klein deel van het geïnfiltreerde grondwater treedt echter als bronwater uit in de bodem van diep in de stuwwal uitgesneden erosiedalen. Dit is met name het geval in het diepe dal van de Sint Jansbeek. Ook in het minder diepe dal van de Klarenbeek is er sprake van bronnen.

Invloed van schuingestelde slecht doorlatende bodemlagen:

Wanneer er in de stuwwal slecht doorlatende bodemlagen aanwezig zijn, wordt de stromingsrichting van het geïnfiltreerde regenwater gewijzigd. Door de opstuwing van de bodemlagen van de stuwwal tijdens de vorming in de ijstijd, zijn de bodemlagen schuingesteld. De stromingsrichting van het grondwater wordt dan bepaald door de schuinstelling van de slecht doorlatende bodemlagen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij de voeding van de bron van het Peeske in het Montferland (Horsthuis, 2010).

Om na te gaan in hoeverre er de aanvoer van grondwater zou kunnen worden beïnvloed door de voorgenomen ontgraving is gekozen voor de volgende werkwijze:

Literatuuronderzoek:

Om een beeld te krijgen van de bodemopbouw en grondwatersysteem in en rondom het landgoed de Heselbergh is een kort literatuuronderzoek uitgevoerd naar de geologie, geomorfologie, hoogteligging, bodemopbouw en gemeten grondwaterstanden in peilbuizen.

Veldonderzoek:

De voorgenomen ontgraving kan alleen effect hebben op de richting en hoeveelheid van het inzijgende grondwater, wanneer er door de ontgraving slecht doorlatende bodemlagen zouden worden doorgraven. Het ontwerp-vloerpeil van de garage bevindt zich op 62,0 m. +NAP. Uitgaande van een vloerdikte van 0,5 m. zal de bodem ter plaatse van de parkeergarage tot een hoogte van 61,5 m. +NAP worden ontgegraven. Om na te gaan of er ter hoogte van de ontgraving slecht doorlatende bodemlagen aanwezig zijn, heeft Hanhart Consult op de 6 hoekpunten van de voorgenomen ontgraving handmatige bodemboringen verricht tot 0,5-1 m. onder het ontgravingspeil van 61,5 m. +NAP (zie Foto 1).

De aangetroffen bodemlagen zijn beschreven op een standaard boorformulier van Hanhart Consult. Voor de mate van doorlatendheid van de bodemlagen is vooral de textuur (zand/leem/klei) van de bodem van belang. Daarnaast is specifiek gelet op hydromorfe kenmerken (roest- en reductievlekken). De aanwezigheid van hydromorfe kenmerken duidt op stagnatie van grondwater op slecht doorlatende bodemlagen.

De hoogte van de boringen is middels een waterpassing ingemeten ten opzichte van de door Grontmij aangegeven bodemhoogte ter plaatse van de boorpunten.

Veldbezoek bronnen:

Om na te gaan waar in het gebied bronnen voorkomen, is een veldbezoek gebracht aan de bronnen in het dal van de Sint Jansbeek en het dal van de Klarenbeek. De afvoer van de bronnen is geschat met behulp van afvoerformules.

Uitwerking:

De verzamelde gegevens zijn samengevat in de vorm van een schematische dwarsdoorsnede door de stuwwal vanaf de Heselbergh naar de bronnen in het dal van de Sint Jansbeek. De ligging van de raai is aangegeven in Bijlage 1. Op de dwarsdoorsnede zijn de maaiveldhoogte, aanwezigheid van eventuele waterkerende lagen en diepte en stromingsrichting van het grondwater globaal aangegeven. Op basis van de verzamelde gegevens is een uitspraak gedaan over de mogelijke effecten van de ontgraving op de bronnen in de omgeving van het landgoed.

1.4. Leeswijzer

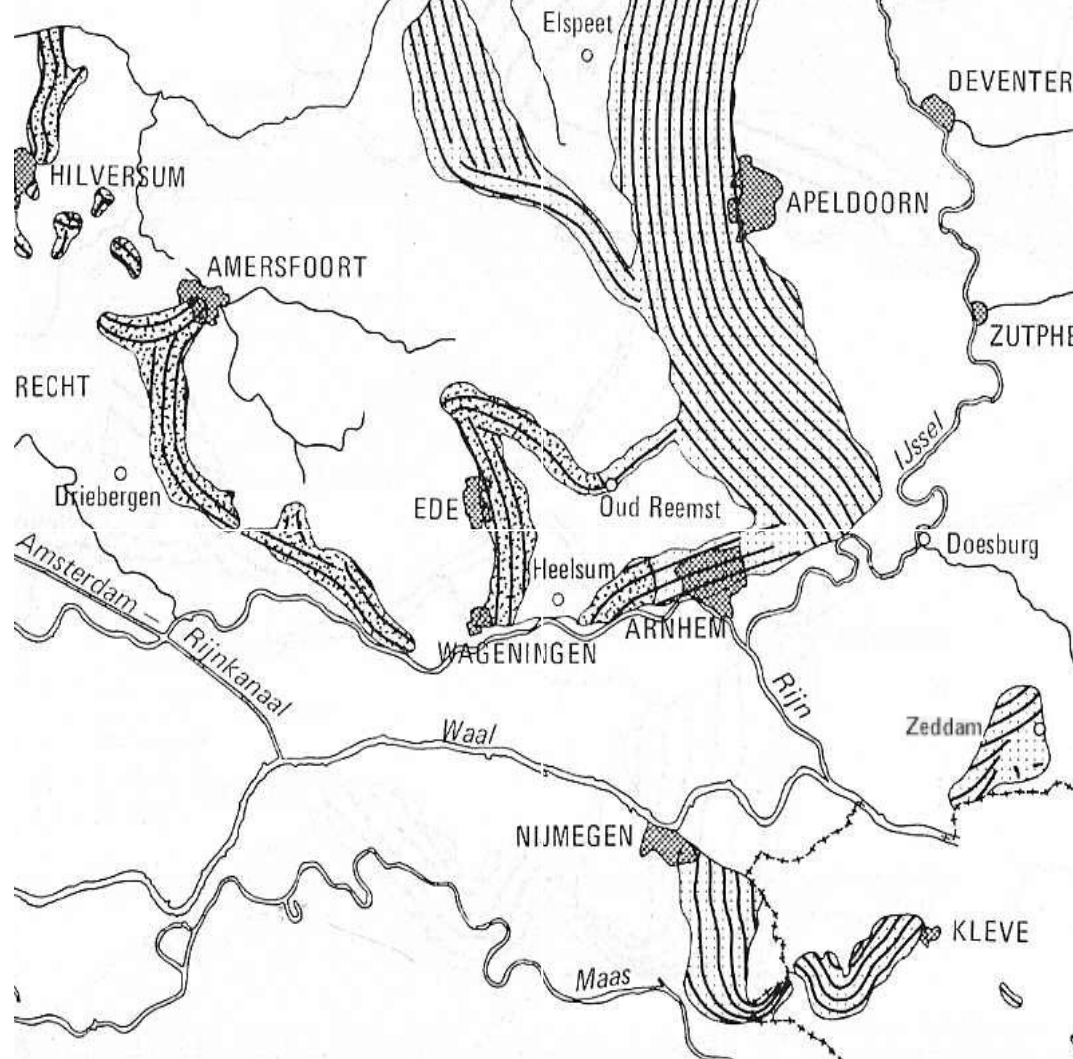
In hoofdstuk 2 en 3 wordt een beschrijving gegeven van de bodemopbouw en grondwater in en rondom het landgoed de Heselbergh. In hoofdstuk 4 wordt op basis van de verzamelde gegevens een inschatting gemaakt van mogelijke effecten van de voorgenomen ontgraving op de bronnen in de dalen van de Sint Jansbeek en Klarenbeek. Het rapport wordt in hoofdstuk 5 afgesloten met conclusies en aanbevelingen.

Foto 1: Handmatige boring bij boorpunt B6 op de Heselbergh



The figure consists of four panels of a topographic map of the Ruzsádűl area. The map is divided into four quadrants, each showing a different section of the urban planning. The map features various colored zones (yellow, orange, brown, red, green) representing different land use categories. Key labels include 'Ruzsádűl' in the center, 'pZn23v' in the top left, 'gY30 VII' in the top center, 'gY23 VI' in the top right, 'gY30 VII' in the middle right, 'gY30 VII' in the bottom right, 'gY30 VII' in the bottom center, 'gY30 VII' in the bottom left, and 'gY30 VII' in the middle left. The map also shows a network of roads, a railway line, and a river. The overall layout is a detailed urban plan with various zones and infrastructure.

Figuur 3: Bodemkaart 1:50.000 (bron: Stichting voor Bodemkartering, 1975)



Figuur 2: Stuwwallen in Gelderland en Utrecht (bron: Stichting voor Bodemkartering, 1975).

2.1. Geologie

Het landgoed de Heselbergh bevindt zich op een uitloper van de stuwwal van de Veluwe. Deze stuwwal is tijdens de voorlaatste ijstijd (het Saalien) ontstaan door de schurende werking van gletsjers (zie Figuur 2). Deze gletsjers hebben de destijds aanwezige rivierafzettingen opgestuwd tot de huidige stuwwallen. Door de stuwing zijn de vroegere bodemlagen schuingesteld. De rivierafzettingen zijn ter hoogte van Arnhem in noordelijke richting gestuwd door een gletsjertong ter hoogte van het huidige Rijndal. Hierdoor komen van zuid naar noord steeds oudere bodemlagen aan het oppervlak.

Bovenzijde van de stuwwal:

Figuur 3 toont de bodemkaart van de omgeving van de Heselbergh. Op deze kaart is te zien dat de bovenkant van de stuwwal hier vooral uit grindrijke zandige afzettingen bestaat (legenda-eenheid gY30 en gcY30). Westelijk van de Heselbergh, in het Sonsbeekpark, wordt zandige leem aan het oppervlak van de stuwwal aangetroffen (legenda-eenheid Ld5).

Boringen door Hanhart Consult op de Heselbergh:

In februari 2010 zijn door Hanhart Consult op het landgoed de Heselberg een zestal boringen uitgevoerd op de zes hoekpunten van de geplande parkeergarage. De boorlocaties zijn aangegeven op de detailkaart in Bijlage 2. Voor de aangetroffen bodemopbouw wordt verwezen naar de boorstaten in Bijlage 5.

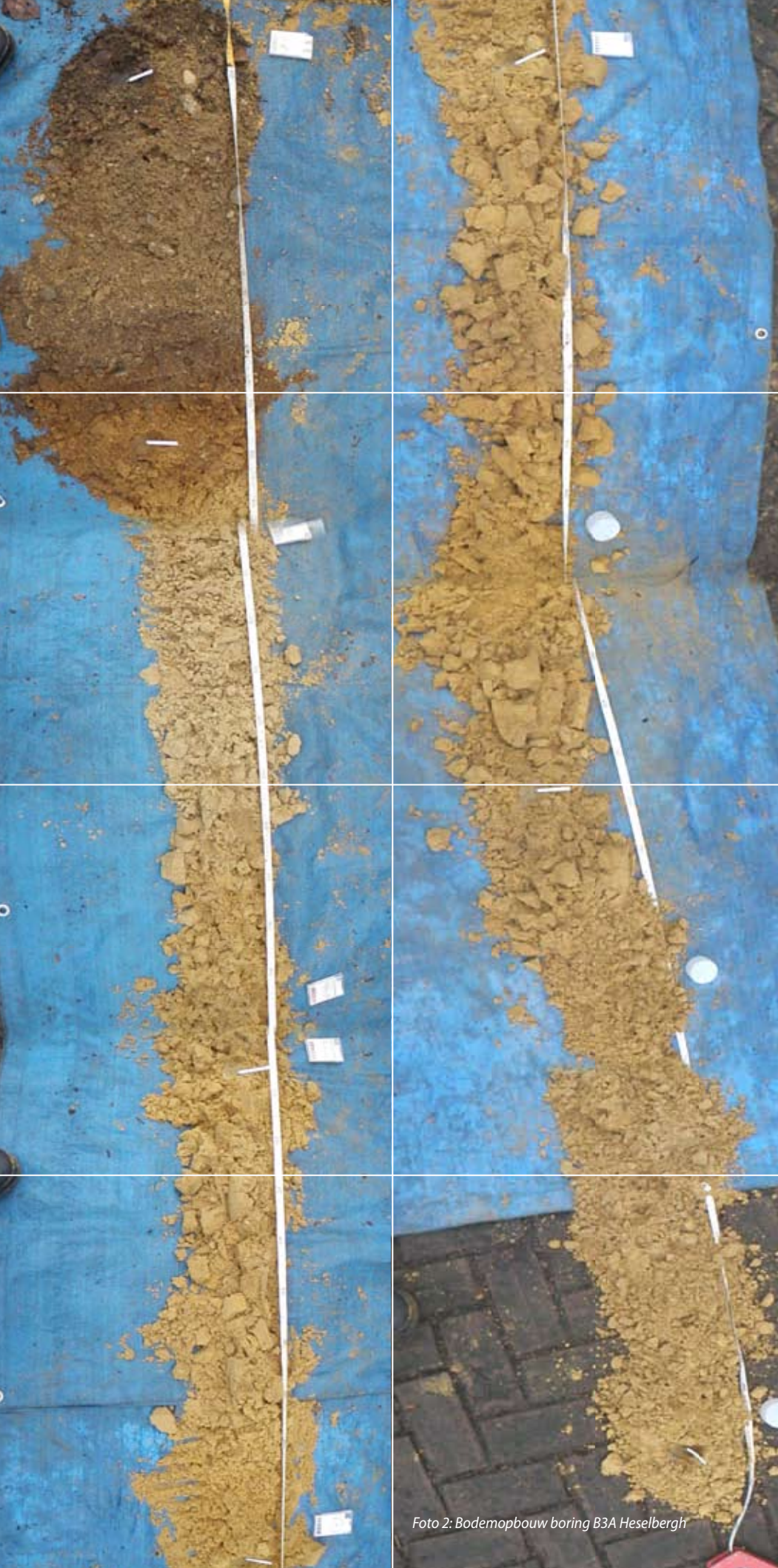
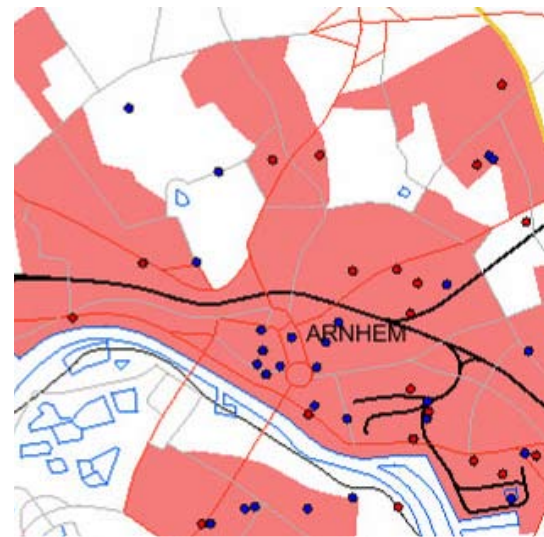


Foto 2: Bodemopbouw boring B3A Heselbergh

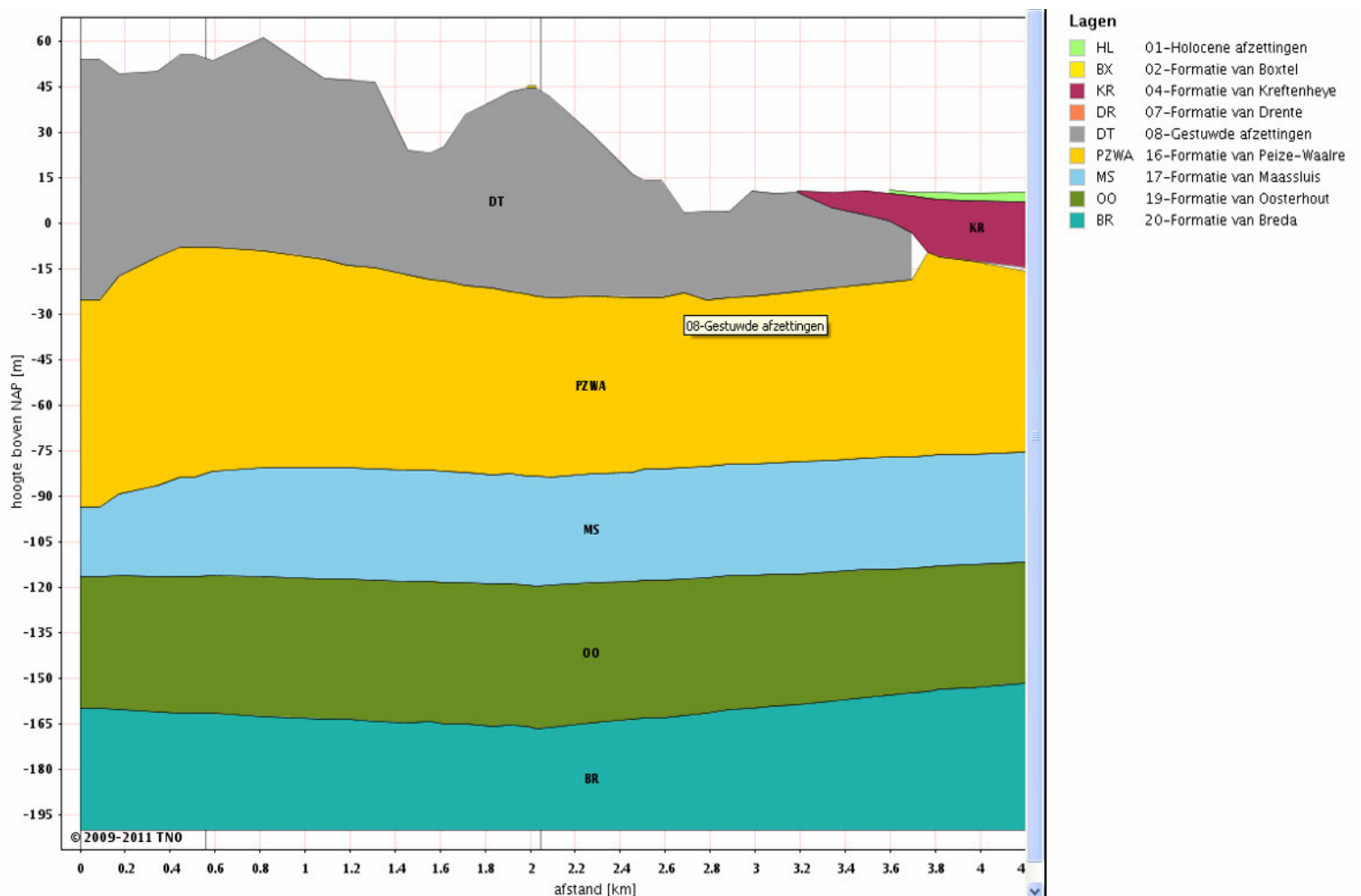
Uit de boringen is gebleken dat de bodem tot aan het ontgravingsniveau geheel bestaan uit bruine grindrijke rivierzanden van Rijn en Maas (fijn tot grof, scherp zand met grind en kiezels; zie Foto 2). Op sommige plaatsen vinden overgangen plaats van grover naar fijner zand. In boring 2 is een afwijkende bodemlaag aangetroffen van 70 tot 130 cm onder maaiveld, die vrijwel geheel uit fijn grind bestond. Er zijn geen slecht doorlatende leem of kleilagen aangetroffen.

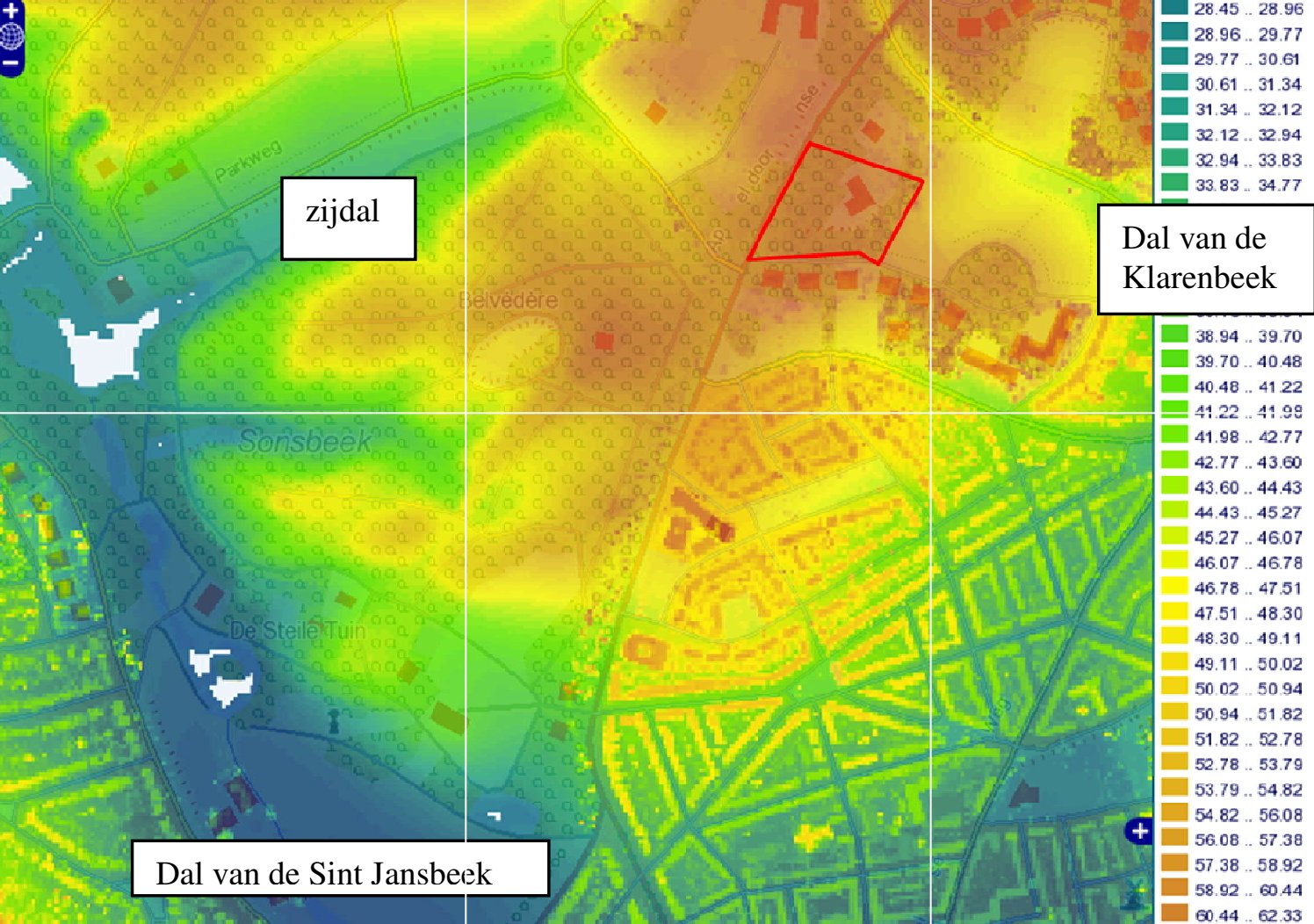
Diepere bodemlagen:

In Figuur 4 wordt een doorsnede getoond van de dieper gelegen bodemlagen van de stuwwal. De getoonde doorsnede is genomen vanaf de Heselbergh, via het dal van de Sint Jansbeek naar Rijn en Betuwe. In deze figuur is te zien dat de bovenste 75 m. van de stuwwal ter hoogte van de Heselbergh uit gestuwde afzettingen bestaat (legenda-eenheid DT). Deze afzettingen bestaan voornamelijk uit zand en löss, maar er kunnen ook leem- en kleilagen in voorkomen. Onder de gestuwde afzettingen bevinden zich oudere ongestuwde zand- en kleilagen van de formaties van Peize-Waalre, Maassluis, Oosterhout en Breda.



Figuur 4: Bodemopbouw stuwwal vanaf de Heselbergh naar de Rijn (bron: Dinoloket)





Figuur 5: Hoogtekaart omgeving landgoed De Heselbergh (bron: www.ahn.nl)

2.2. Geomorfologie en hoogteligging

Aan het eind van de voorlaatste ijstijd (Saalien) en in de laatste ijstijd (Weichselien) zijn door de eroderende werking van sneeuwsmeltwater diepe dalen in de stuwwal uitgesneden. De ligging van deze dalen is goed zichtbaar op de hoogtekaart (zie Figuur 5). Het landgoed de Heselbergh is in deze figuur begrensd met een rode lijn. Ten westen van het landgoed bevindt zich het diepe dal van de Sint Jansbeek. Dit dal heeft enige opvallende zijdalen, o.a. ter hoogte van de Parkweg. Ten oosten van het landgoed bevindt het minder diep uitgesneden dal van de Klarenbeek.

De huidige bebouwing op de top van de Heselbergh bevindt op een hoogte van ca. 66 m + NAP. Het maaiveld daalt in oostelijke richting over een korte afstand tot 52 m + NAP. De bronnen in park Sonsbeek liggen op een hoogte van ongeveer 25 tot 30 m. + NAP.

2.3. Geo-hydrologische schematisatie

Voor de stroming van het grondwater is het met name de doorlatendheid van belang. In Figuur 6 wordt de bodem daarom schematisch weergegeven in goed doorlatende zand of grindlagen (de zogenaamde watervoerende pakketten) en slecht doorlatende leem- of kleilagen (de scheidende lagen).

Gestuwd materiaal:

Door de grillige samenstelling van het opgestuwde materiaal, zijn deze bodemlagen in Figuur 6 aangeduid als een complex van gestuwde afzettingen. Om na te gaan in hoeverre zich in de gestuwde bodemlagen slecht doorlatende klei- en leemlagen bevinden, zijn de boorstaten van drie diepe boringen in de omgeving van landgoed de Heselbergh opge-

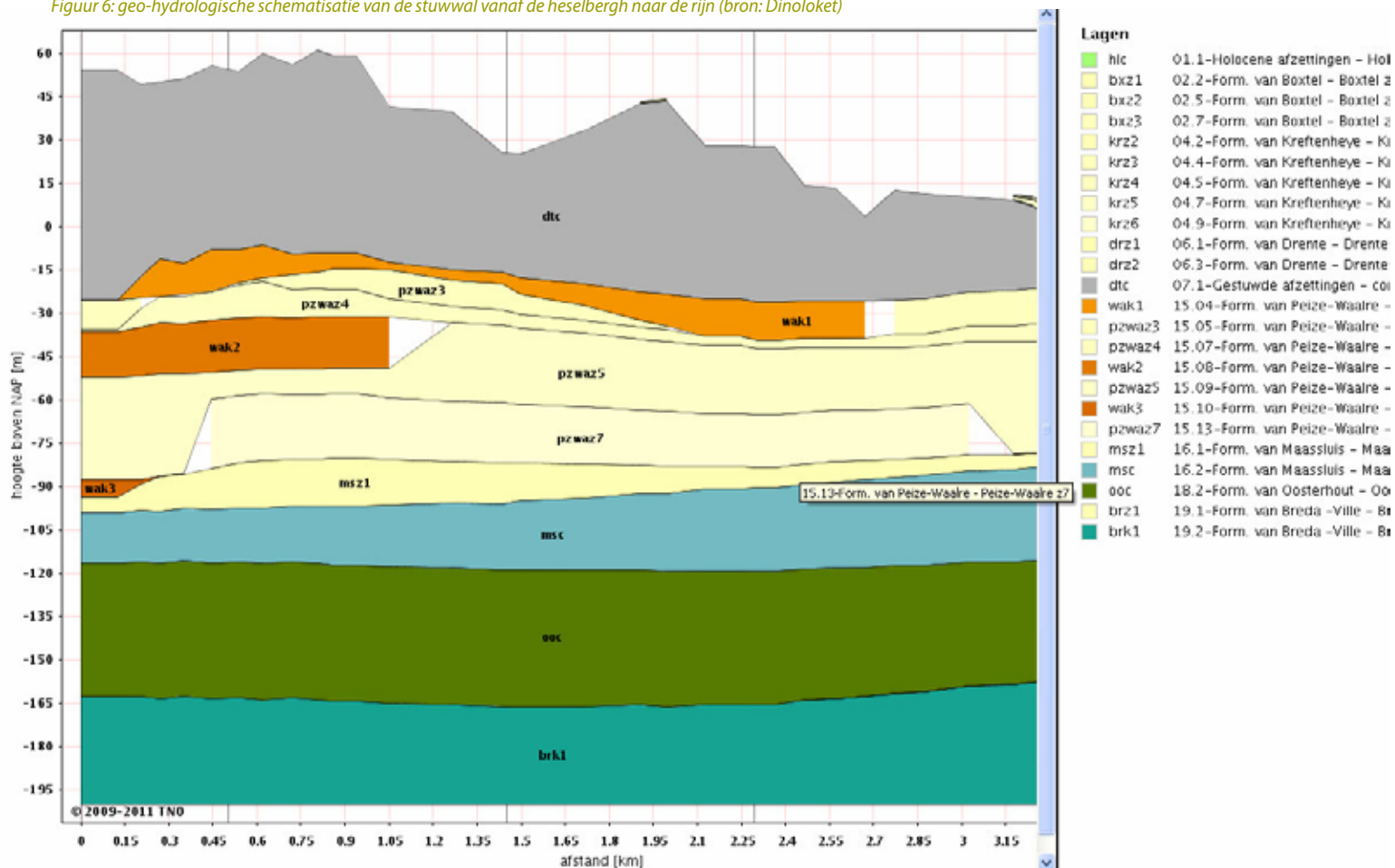
vraagd bij het Dino-loket (zie Bijlage 3). In Bijlage 3 is te zien dat het gestuwde materiaal bij de drie opgevraagde boorpunten vrijwel volledig uit goed doorlatende zandlagen bestaat. De enige uitzondering was een dun kleilaagje op 6 m. onder maaiveld bij boring B40B0616 op de Braamberg.

Ook in de door Hanhart Consult uitgevoerde boringen in de eerste 6 m. van het gestuwde materiaal op de Heselbergh, zijn geen slecht doorlatende bodemlagen aangetroffen. Op plaatsen waar met toenemende diepte van het boorprofiel de korrelgrootte van het zand afneemt, vertoont het zand plaatselijk hydro-morfe kenmerken. De aangetroffen lichte verkleuring van het zand duidt op tijdelijke stagnatie van infiltrerend regenwater. Ondanks het feit dat het in januari en februari veel had geregend, was het zand echter nauwelijks vochtig. Hieruit valt op te maken, dat er in de bodem geen sprake was van slecht doorlatende bodemlagen.

Diepere bodemlagen:

In Figuur 6 is te zien dat er zich op een diepte van resp. 15 m. en 45 m. onder NAP een tweetal, enige meters dikke, aaneengesloten slecht doorlatende kleilagen bevinden, behorende tot de formatie van Peize-Waalre (legenda-eenheden wak-1 en wak-2). Onder deze slecht doorlatende kleilagen bevindt zich tot 100 m. -NAP een 10-tallen meters dik watervoevende pakket, behorende tot de formatie van Waalre-Peize en Maassluis (legenda-eenheden pzwaz5, pzwaz7 en msz1). Op een diepte van ca. 100 m. -NAP bevindt zich een complex van zand- en kleilagen behorende tot de formatie van Maassluis en Oosterwijk. Hieronder bevindt zich de slecht doorlatende Breda-klei (legenda-eenheid brk1).

Figuur 6: geo-hydrologische schematisatie van de stuwwal vanaf de heselbergh naar de rij (bron: Dinoloket)



3. Grondwater

Het regenwater dat op de Veluwe-stuwwal in de bodem in-
zijgt voedt een grondwaterreservoir, dat zich in de diepere zan-
dige bodemlagen van de Veluwe bevindt. Door het ontbreken
van sloten en beken in de hogere delen van de Veluwe, vindt
een aanzienlijke opbolling van dit grondwater plaats. Wanneer
het geïnfiltreerde regenwater de grondwaterbel heeft bereikt,
stroomt het als grondwater naar de lager gelegen gebieden
rondom de Veluwe. Hier treedt het aangestroomde grondwater
als kwelwater uit in het Veluwemeer, rivieren, beken en sloten
in de laaggelegen gebieden rondom de Veluwe.

3.1. Bronnen in het dal van de Sint Jansbeek en Klarenbeek

Een aantal van de erosiedalen in de zuidflank van de Veluwe
hebben een zodanige diepte dat zij de grondwaterbel van de
Veluwe aansnijden. Dit is onder andere het geval in het dal van
de Sint Jansbeek en Klarenbeek. Doordat de bodem van deze
erosiedalen lager ligt dan de hoogte van de grondwaterbel,
treedt het grondwater van het Veluwe-systeem in deze dalen
aan de noordzijde van de stuwwal uit de bodem in de vorm
van bronnen. De ligging van een aantal van deze bronnen is
aangegeven in Bijlage 1.

3.2. Grootte van het inzijgingsgebied

Om na te gaan of het landgoed de Heselbergh in het inzijgings-
gebied van de bronnen van de Sint Jansbeek en/of Klarenbeek
ligt, is de grootte van de inzijgingsgebieden van deze bronnen
ingeschat. De grootte van het inzijgingsgebied van de bronnen
kan worden geschat aan de hand van de grootte van de afvoer
van de door de bronnen gevoedde beken. De grootte van de
afvoer van de Sint Jansbeek is tijdens het veldbezoek in febru-
ari 2011 ter hoogte van de stuw bij de Cronjéstraat geschat
op ca. 70 l/s. De grootte van de afvoer van de bronvijver van
Hydrologische verkenning 'De Heselbergh' 10 Hanhart Consult,
Lochem de Klarenbeek bij het Arentheem college bedroeg tij-
dens het veldbezoek ca. 2 l/s. Gezien het feit dat het op die dag
niet regende, zal het grootste deel van deze afvoer afkomstig
zijn geweest uit bronnen. De gemiddelde neerslag bij station
Arnhem in de periode bedraagt ca. 865 mm/jaar (bron: KNMI,
2011). De gemiddelde verdamping door bos is ongeveer 70%
van de neerslag (Beusekom, 1990). De grootte De gemiddelde
inzijging op de grotendeels met met bos bedekte stuwwal be-
draagt hierdoor ca. 260 mm/jaar ofwel 0.082 l/s/ha. In Tabel 1

Foto 3: Bron in zijdal van de Sint-Jansbeek in park Sonsbeek.



wordt de grootte van het inzijgingsgebied van de bronnen van de Sint Jansbeek bij de stuw bij de Cronjéstraat en de Klarenbeek bij het Arentheem College geschat op resp. 800 en 25 ha. Gezien de geografische ligging van De Heselbergh ten noordoosten van de bronnen in het dal van de Sint Jansbeek en ten westen van de bronnen in het dal van de Klarenbeek, is het aannemenlijk dat het landgoed zich bevindt in het infiltratiegebied van één van beide bronbeken.

Gemiddelde neerslag Arnhem	865	mm/jaar
Gemiddeld waterverbruik bos (70%)	606	mm/jaar
Gemiddelde infiltratie	260	mm/jaar
Idem	2595	m3/ha/jaar
Idem	0,082	l/ha/s
Afvoer Sint Jansbeek bij stuw Cronjéstraat	68	l/s
Oppervlakte infiltratiegebied Sint Jansbeek	826	ha
Afvoer Sint Jansbeek bij het Arentheem college	2	l/s
Oppervlakte infiltratiegebied Sint Jansbeek	24	ha

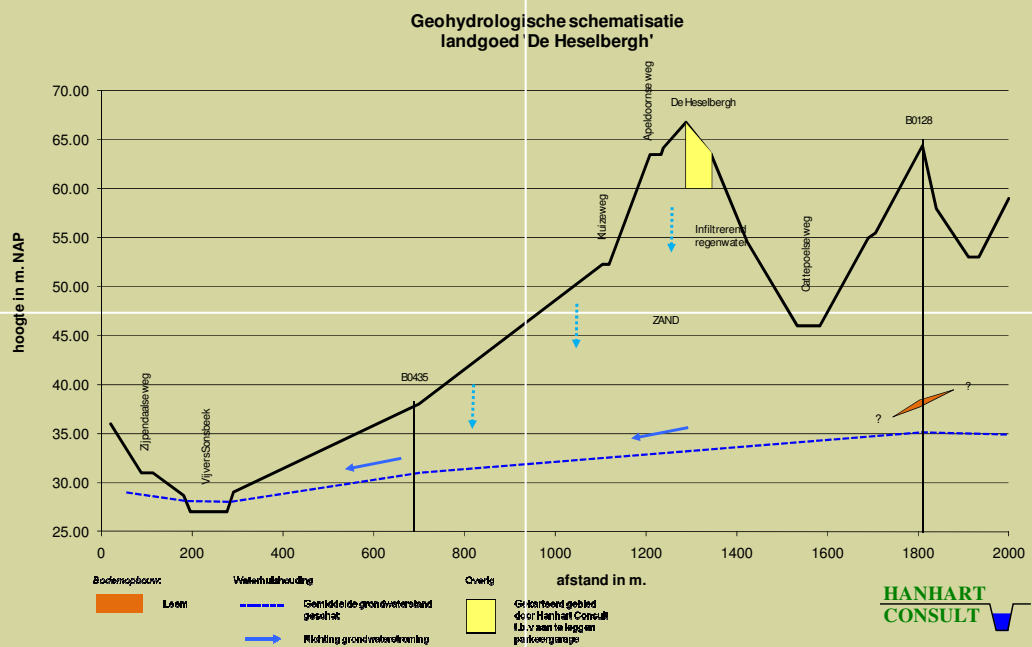
Tabel 1: Schatting grootte inzijgingsgebied bronnen Sint Jansbeek en Klarenbeek

3.3. Hoogte van de grondwaterbel van het Veluwe-systeem

Om de hoogte van het grondwater van het Veluwe-systeem ter hoogte van het landgoed Heselbergh te bepalen, zijn in de Dino-database van TNO-NITG de stijghoogtegegevens opgevraagd van twee diepe peilputten in de nabije omgeving van het landgoed. De locatie van de peilputten is weergegeven in Bijlage 1. De gemeten grondwaterstanden ten opzichte van NAP zijn weergegeven in Bijlage 4.

Op de tijd-stijghoogtelijnen is te zien dat het grondwaterpeil bij peilbuis B40B0128 ten noorden van de Heselbergh bij de Wagnerlaan, fluctueert tussen 34 tot 36 m. +NAP. Lager op de stuwwal, ter hoogte van peilbuis B40B0435 bij de Parklaan, fluctueert het grondwaterpeil tussen 30,5 en 31,5 m+NAP. Het grondwater treedt lager in het dal bij de bron onderaan de Parklaan uit de bodem op een hoogte van NAP +28 m. Gezien de ligging van het landgoed tussen peilputten B40B0128 en B40B0345 wordt de hoogte van het grondwaterpeil geschat op ca. 33 m. +NAP ofwel 33 meter onder het maaiveld van de Heselbergh.

4. Verwachte effecten



Figuur 7: Dwarsdoorsnede van de bodem ter hoogte van het landgoed De Heselbergh en de bron in het dal van de Sint Jansbeek.



De in de vorige hoofdstukken verzamelde informatie over de bodemopbouw en grondwaterstroming is in Figuur 7 samengevat in een dwarsdoorsnede door de stuwwal, vanaf het landgoed de Heselbergh naar de bronnen in het dal van de Sint Jansbeek.

Zoals te zien in Figuur 7 zakt regenwater dat ter hoogte van het landgoed De Heselbergh in de stuwwal is geïnfiltreerd, door het ontbreken van slecht doorlatende klei of leemlagen, verticaal in de bodem richting het dieper gelegen grondwater. Vervolgens stroomt het geïnfiltreerde regenwater als grondwater min of meer horizontaal richting de bronnen in het dal van de Sint Jansbeek. Hier treedt het als bronwater uit de bodem.

Zoals te zien op de dwarsdoorsnede in Figuur 7 zijn in het bovenste deel van de stuwwal, ter hoogte van de geplande ontgraving, geen slecht doorlatende bodemlagen aangetroffen. De ontgraving heeft hierdoor geen invloed op de stromingsrichting van het geïnfiltreerde regenwater.

Doordat het dakoppervlakte van het nieuw aan te leggen appartementencomplex groter zal worden dan het huidige dakoppervlak, zal de hoeveelheid inzijsend regenwater afnemen. De neerslag op de daken van de huidige bebouwing wordt via het riool afgevoerd. Wanneer bij het te bouwen appartementencomplex voorzieningen worden getroffen om het neerslagwater vanaf het dak in de bodem te laten infiltreren, kan de hoeveelheid infiltrerend regenwater gelijk blijven aan de huidige situatie of zelfs toenemen. Ondanks het feit dat het hier om zeer kleine oppervlaktes gaat, zal hierdoor de toestroming van grondwater naar de bronnen toenemen.

5. Conclusies

en aanbevelingen



1. Uit de 6 uitgevoerde bodemboringen op de hoekpunten van het geplande appartementengebouw is gebleken dat er zich tot op de geplande ontgravingsdiepte geen slecht doorlatende bodemlagen bevinden. Hierdoor is er geen risico op het doorgraven van slecht doorlatende bodemlagen, waardoor de stromingsrichting van het geïnfiltreerde regenwater zou kunnen veranderen.

2. Door het grotere dakoppervlak van het geplande appartementengebouw, zal de hoeveelheid van het geïnfiltreerde regenwater afnemen. Wanneer voorzieningen worden getroffen om het regenwater van het dak van het appartementengebouw in de bodem te laten infiltreren, zal de hoeveelheid inzijgend regenwater toenemen ten opzichte van de huidige situatie. Aangezien het landgoed de Heselbergh zich in het inzijgingsgebied bevindt van de bronnen in het dal van de Sint Jansbeek en/of Klarenbeek, zal de aanvoer van grondwater naar deze bronnen in geringe mate toenemen. Dit is gunstig voor de watervoorzienendheid en ecologische waarde van deze bronnen.

3. Het wordt daarom aanbevolen om het dakwater van het aan te leggen appartementencomplex in de bodem te laten infiltreren. Dit kan bij voorkeur plaatsvinden in een hiertoe aan te leggen landschappelijk aantrekkelijke infiltratievijver op het landgoed. Een alternatief is het plaatsen van ondergrondse infiltratiekoffers.

Literatuur

Beusekom, C.F. van, J.M.J. Farjon, F. Foekema, B. Lammers, J.G. de Molenaar, W.P.C. Zee-
mand

Handboek Grondwaterbeheer voor natuur, bos en landschap, 's Gravenhage, 1990

Horsthuis, M.A.P. 2010.

Bronnen in het Bergherbos. Voorstel voor herstel en beheer van bronnen en bronvijvers.
Bosgroep

Midden Nederland, in opdracht van de Vereniging Natuurmonumenten.

KNMI, 2011

Maandoverzicht van het weer.

Stichting voor Bodemkartering, 1975

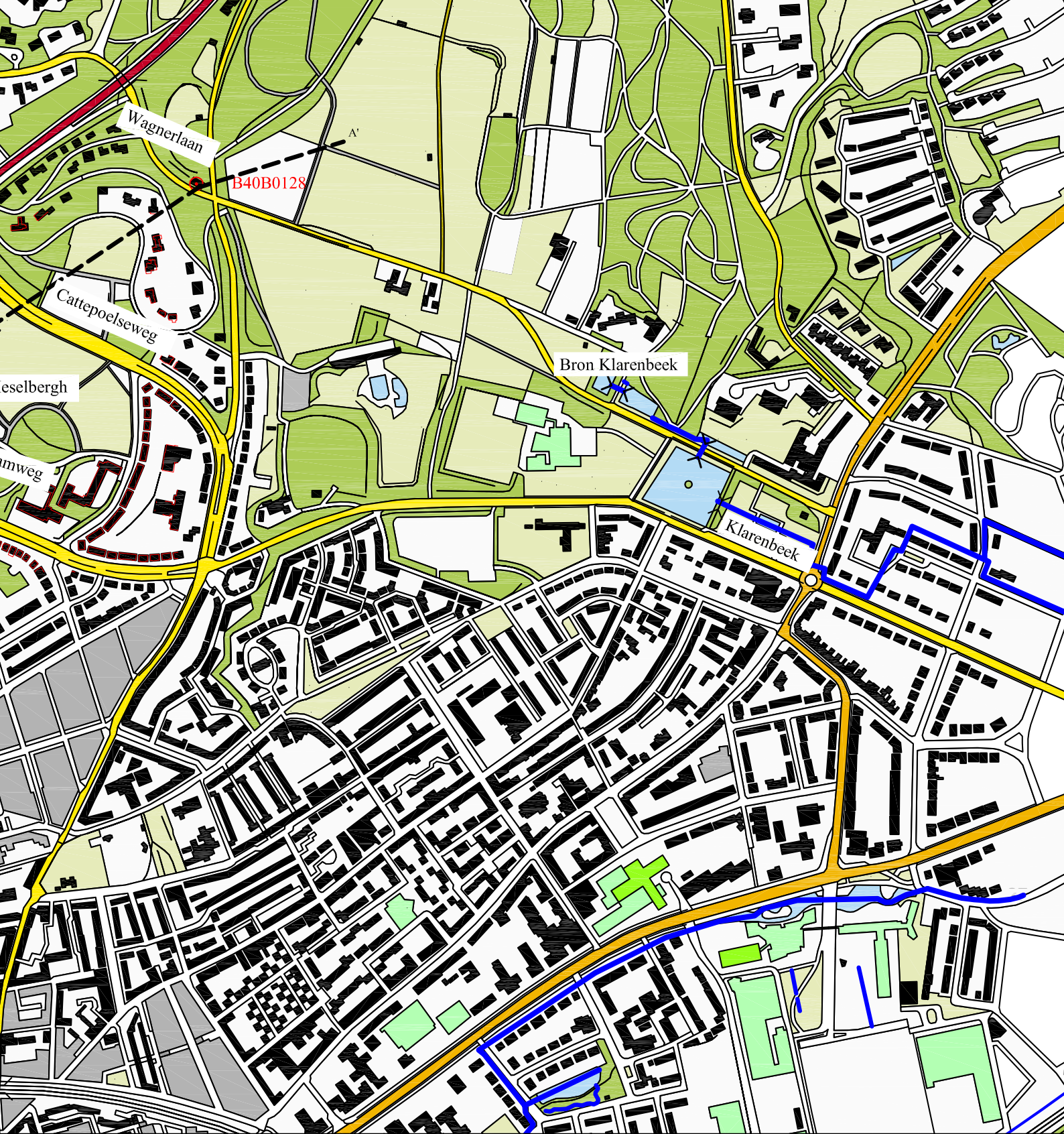
Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000; toelichting op de kaartbladen 40 West Arn-
hem en 40 Oost Arnhem.

Bijlage 1

landgoed Heselbergh en
bronnen Sonsbeek



-  B2 peilbuis
-  1 boring
-  ligging raai A - A'
-  begrenzing projectgebied



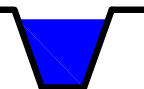
Bijlage 1: Landgoed Heselbergh en bronnen Sonsbeek

Project: Landgoed Heselbergh

Topografische ondergrond © Dienst voor het kadaster en de openbare registers, Apeldoorn 2011

Hanhart Consult, Lochem Datum: 02-03-2011 Schaal: 1: 8.000 A-3

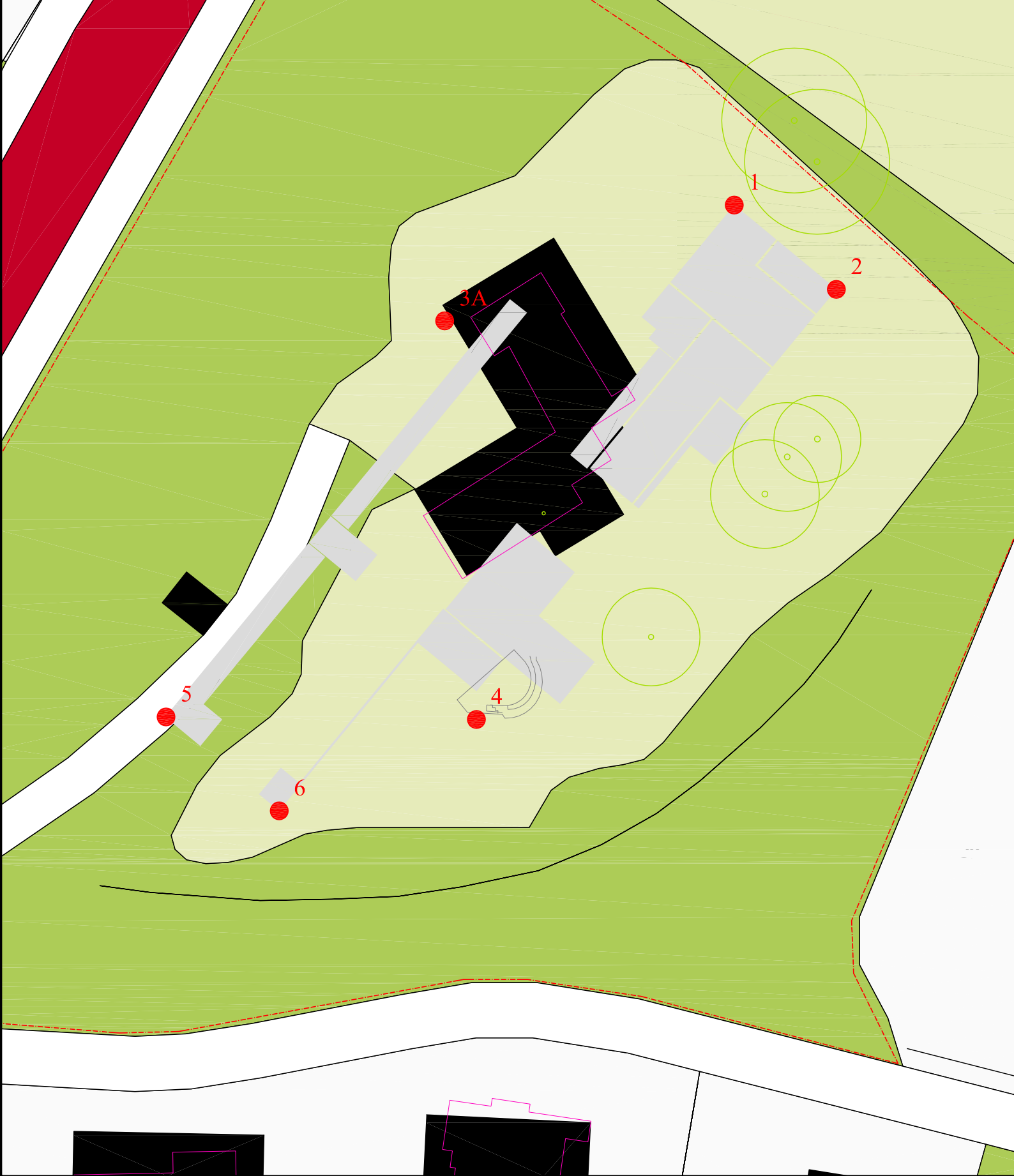
HANHART
CONSULT



Bijlage 2

Detailkaart

landgoed Heselbergh



LEGENDA:

- | | | | |
|--|----------|---|------------------|
|  | grasland |  | hoofdwaterloop |
|  | akker |  | sloot of greppel |
|  | bos |  | duiker |
|  | heide |  | stuw |
|  | water |  | |

 B6 locatie boring Hanhart Consult

Bijlage 2: Detailkaart Landgoed De Heselbergh		
Project: Landgoed Heselbergh		
Topografische ondergrond © Dienst voor het kadaster en de openbare registers, Apeldoorn 2011		
Hanhart Consult, Lochem	Datum: 08-03-2011	Schaal: 1: 500 A-3

**HANHART
CONSULT**



Bijlage 3

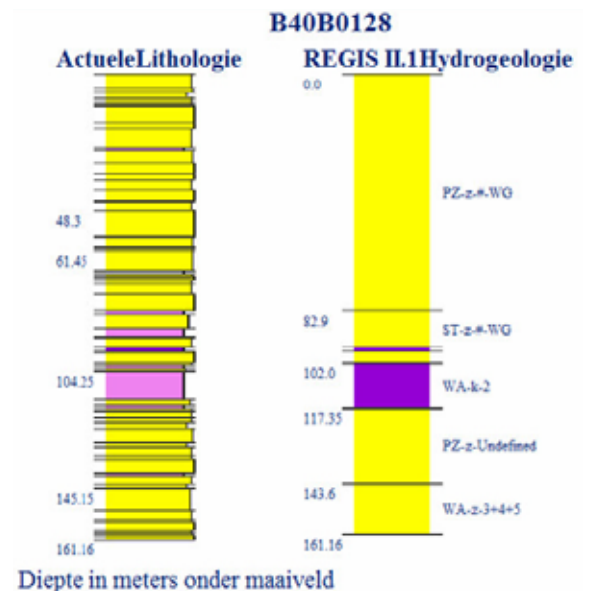
Boorstaten diepe boringen

(bron: dinoloket)



B40B0128 - Cattepoelseweg

NITG-Nummer: B40B0128
Rijksdriehoek coördinaten: 191500, 445640
UTM31 ED50 coördinaten: 700450, 5765042
Plaatsnaam: Arnhem
Provincie: Gelderland
Kaartblad: 40B
Maaiveld (m t.o.v. NAP): 64.37
Datum boring: 01-01-1953
Einddiepte: 161.16
Boormethode: Pulsboring
Uitvoerder: Tjaden en Zn., H.J., Haarlem
Beschrijver lagen: Zonneveld, dr. J.I.S.
Organisatie beschrijver: RGD
Beschrijvingsmethode: Onbekend
Nat/Droog: Onbekend
Kwaliteitcode beschrijving: Goed
Lithologie vertrouwelijk: Nee



B40B0435

ActueleLithologie



Diepte in meters onder maaiveld

B40B0435 - Parkweg

NITG-Nummer: B40B0435
Rijksdriehoek coördinaten: , 445475
UTM31 ED50 coördinaten: 699456, 5764844
Plaatsnaam: Arnhem, Parkweg
Provincie: Gelderland
Kaartblad: 40B
Maaiveld (m t.o.v. NAP): 38.03
Datum boring: 26-10-1995
Einddiepte: 23.0
Boormethode: Pulsboring
Eigenaar: Nuon VNB
Uitvoerder: De Nooij
Beschrijvingsmethode: Onbekend
Kwaliteitcode beschrijving: Matig
Lithologie vertrouwelijk: Nee

B40B0616 - Braamberg

NITG-Nummer: B40B0616
Rijksdriehoek coördinaten: 191034, 445592
UTM31 ED50 coördinaten: 699986, 5764979
Bepaling locatie: GPS (Global Positioning System)
Plaatsnaam: Arnhem
Provincie: Gelderland
Kaartblad: 40B
Maaiveld (m t.o.v. NAP): 66.00
Bepaling maaiveld: geschat, Hoogtekaart 1:10.000
Datum boring: 13-04-2006
Einddiepte: 157.0
Boormethode: Luchtliftboring
Eigenaar: T.N.O.- Bouw en Ondergrond
Uitvoerder: Haitjema
Beschrijver lagen: Mensink, H.
Organisatie beschrijver: TNO-Bouw en Ondergrond
Beschrijvingsmethode: Standaard Boor Beschrijvingsmethode, versie 5.1
Nat/Droog: Nat en droog sediment
Datum laagbeschrijving: 14-06-2006
Kwaliteitcode beschrijving: Zeer goed
Lithologie vertrouwelijk: Nee

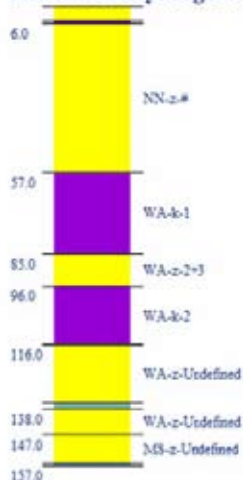
B40B0616

ActueleLithologie



Diepte in meters onder maaiveld

REGIS IL1Hydrogeologie



Bijlage 4

Gemeten grondwaterstanden

(bron: dinoloket)

NITG-Nummer: B40B0128

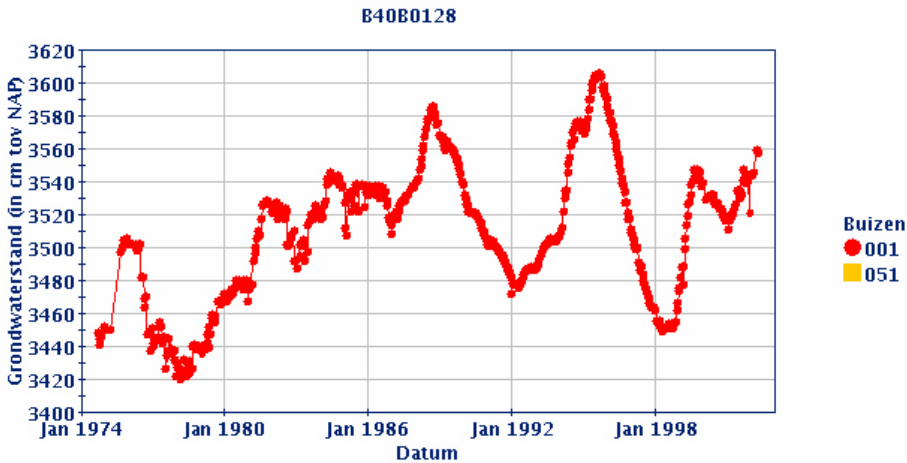
OLGA-Nummer: 40BP0128
Rijksdriehoek coördinaten: 191500: 445640
UTM31 ED50 coördinaten: 700450: 5765042
Plaatsnaam: Arnhem
Provincie: Gelderland
Kaartblad: 40B
Maaiveld (m t.o.v. NAP): 64.37
Type put: STANDAARD PUT
Aantal buizen: 2
Datum eerste meting: 13-09-1974
Datum laatste meting: 26-04-2002
Primair meetnet: Nee
Waarnemende instantie: VITENS Gelderland
Beherende instantie: VITENS Gelderland
Gegevensbeherende instantie: TNO Bouw en Ondergrond
Opdrachtgevende instantie: VITENS Gelderland
Embargo: Nee

Buisnummer 001

Type buis STANDAARD BUIS
Meetpunthoogte t.o.v. NAP 6452
Meetpunthoogte t.o.v. MV 15
Bovenkant filter 437
Onderkant filter 352

Buisnummer 051

Type buis STANDAARD BUIS
Meetpunthoogte t.o.v. NAP
Meetpunthoogte t.o.v. MV 0
Bovenkant filter -7263
Onderkant filter -7363



NITG-Nummer B40B0435

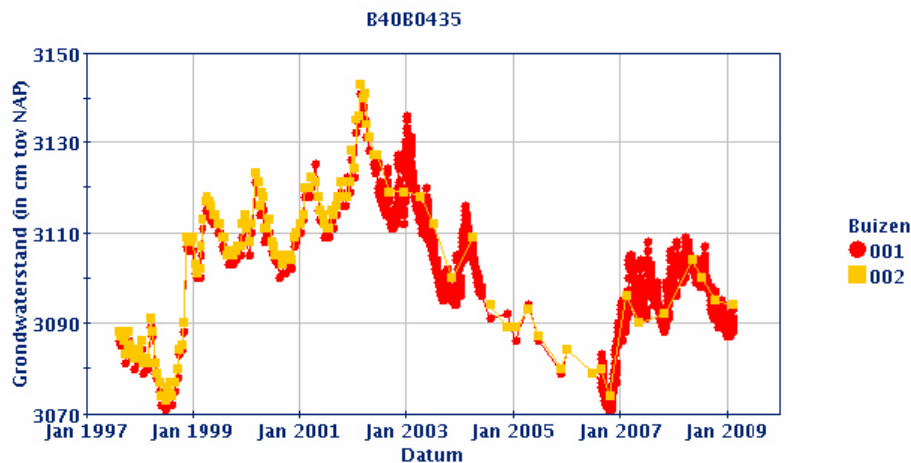
OLGA-Nummer 40BP0435
Rijksdriehoek coördinaten 190500, 445475
UTM31 ED50 coördinaten 699456, 5764844
Plaatsnaam Arnhem, Parkweg
Provincie Gelderland
Kaartblad 40B
Maaiveld (m t.o.v. NAP) 38.03
Type put STANDAARD PUT
Aantal buizen 2
Datum eerste meting 15-08-1997
Datum laatste meting 12-02-2009
Primair meetnet Ja
Waarnemende instantie VITENS Gelderland
Beherende instantie VITENS Gelderland
Gegevensbeherende instantie TNO Bouw en Ondergrond
Opdrachtgevende instantie VITENS Gelderland
Embargo Nee

Buisnummer 001

Type buis STANDAARD BUIS
Meetpunthoogte t.o.v. NAP 3869
Meetpunthoogte t.o.v. MV 66
Bovenkant filter 2694
Onderkant filter 2594

Buisnummer 002

Type buis STANDAARD BUIS
Meetpunthoogte t.o.v. NAP 3864
Meetpunthoogte t.o.v. MV 61
Bovenkant filter 1599
Onderkant filter 1499



Bijlage 5

Boorstaten hanhart consult

BOORSTAAT		Namen karteerders:				Karel Hanhart, Geert Maljaars				Datum:		25-1-1900		Boring		B1	
Gebied:		Landgoed Heselbergh				Locatie: Achter woonhuis in grasveld											
Gewas, boomsoorten en/of vegetatie:																	
DIEPTE		HOR.	KLEUR	VLEKKEN			TEXTUUR			KALK	RUPING	ORG. STOF	pH	WORTELS	OMSCHRIJVING		
in cm		SYM- BOOL		reduc- tie	roest	overig	% >2 µm	% <50 µm	M50								
0	40	Ah	zwart					-	300				6	5.0 op 10	x		
40	65	A / C	zwart / geel					-	300						x	vergraven horizont, met kiezels	
65	70	C1	lichtbruin					-	<300								
70	240	C2	lichtbruin					-	500-710					5.0 op 150			
240	270	C3	roodbruin		x			-	500-710								
270	300	C4	grijzig	(x)	x			-	500-710								
300	310	C5	grijzig	x	x			-	120					5.0 op 300			
310	340	C6	grijsbruin	(x)	(x)			-	500-710								
340	360	C7	oranje	x	x			-	500-710							grof zand, helder oranje gekleurd met grijze vlekken, niet echt vochtig	
boormethode: Edelmanboor																	
Geschatte GHG (cm -mv):				-				Actuele grondwaterstand (cm -mv):									
Geschatte GLG (cm -mv):				-				Slootwaterstand (cm -mv):									
Geschatte fluctuatie (cm):								Vochtig tot (cm -mv):									
Maximale beworteling (cm -mv):				50				Geschatte Kz (cm):									

BOORSTAAT		Namen karteerders:				Karel Hanhart, Geert Maljaars				Datum:		25-2-2011		Boring		B2	
Gebied:		Landgoed Heselbergh				Locatie: Achter woonhuis in grasveld											
Gewas, boomsoorten en/of vegetatie:																	
DIEPTE		HOR.		KLEUR		VLEKKEN			TEXTUUR			KALK	RUPING	ORG. STOF	pH	WORTELS	OMSCHRIJVING
in cm		SYM- BOOL				reduc-	roest	overig	%	%	M50						
						tie			<2 µm	<50 µm							
0	35	Ah		zwart					-	500			6	4.7-5.0 op 10	x		
35	70	A / C		zwart / geel					-	500			1			vergraven horizont	
70	130	C1		grijs					-	>1000						zeer veel grind	
130	190	C2		roodbruin		x			-	400-1000						grof zand met grind	
190	300	C3		roodbruin		x			-	400-1000						grof zand met minder grind	
boormethode: Edelmanboor																	
Geschatte GHG (cm -mv):				-				Actuele grondwaterstand (cm -mv):									
Geschatte GLG (cm -mv):				-				Slootwaterstand (cm -mv):									
Geschatte fluctuatie (cm):								Vochtig tot (cm -mv):									
Maximale beworteling (cm -mv):				40				Geschatte Kz (cm):									

BOORSTAAT		Namen karteerders:				Karel Hanhart, Geert Maljaars				Datum:		25-2-2011		Boring		B3A			
Gebied:		Landgoed Heselbergh				Locatie in bloemperk voor woonhuis													
Gewas, boomsoorten en/of vegetatie:																			
DIEPTE		HOR.	KLEUR	VLEKKEN			TEXTUUR			KALK	RUPPING	ORG. STOF	pH	WORTELS	OMSCHRIJVING				
in cm	SYM- BOOL	reduc- tie		roest	overig	% <2 µm	% <50 µm	M50											
0	20	Ah1	zwart					-	00-1000				5	4,7 op 10	x	met kiezels, slecht gesorteerd			
20	55	A / C	bruingrijs					-	00-1000						x	met kiezels, slecht gesorteerd			
55	70	Ah2	donkerbruin					-	00-1000				3		x	met kiezels			
70	90	B	bruin					-	<150				1	5,0 op 80	x				
90	150	C1	lichtgrijs					-	150										
150	310	C2	licht roodbruin					-	100-1000					5,0 op 200					
310	570	C3	roodbruin					-	<150							vanaf 520 lichter van kleur			
570	600	C4	lichtbruin					-	<120					5,0 op 600		zeer fijn zand			
boormethode: Edelmanboor																			
Geschatte GHG (cm -mv):				-				Actuele grondwaterstand (cm -mv):				-							
Geschatte GLG (cm -mv):				-				Slootwaterstand (cm -mv):											
Geschatte fluctuatie (cm):								Vochtig tot (cm -mv):											
Maximale beworteling (cm -mv):				90				Geschatte Kz (cm):											

BOORSTAAT		Namen karteerders:				Karel Hanhart, Geert Maljaars				Datum:		10-2-2011		Boring		B4	
Gebied:		Landgoed Heselbergh				Locatie: zuidwestzijde huis bij zwembad											
Gewas, boomsoorten en/of vegetatie:		grasveld, zomereik															
DIEPTE		HOR.	KLEUR	VLEKKEN			TEXTUUR			KALK	RUPPING	ORG. STOF	pH	WORTELS	OMSCHRIJVING		
in cm		SYM- BOOL		reduc- tie	roest	overig	%	%	M50								
							<2 µm	<50 µm									
0	15	Ah	zwart					<10	100-1000			5	5.0 op 10		met kiezels		
15	50	B	bruin					<10	100-1000			2			met kiezels		
50	200	C1	bruin (vlekken)		(x)			<10	100-1000				5.5-5.8 op 70		vergraven horizont		
200	400	C2	gelig bruin		x			<10	100-1000				5.5 op 190		met kiezels		
boormethode: Edelmanboor																	
Geschatte GHG (cm -mv):				-				Actuele grondwaterstand (cm -mv):									
Geschatte GLG (cm -mv):				-				Slootwaterstand (cm -mv):									
Geschatte fluctuatie (cm):								Vochtig tot (cm -mv):									
Maximale beworteling (cm -mv):								Geschatte Kz (cm):									

BOORSTAAT		Namen kaartreiders:				Karel Hanhart, Geert Maljaars				Datum:		10-2-2011		Boring		B6			
Gebied:		Landgoed Heselbergh				Locatie Ten zuiden van huis in grasveld													
Gewas, boomsoorten en/of vegetatie:		Grasveld																	
DIEPTE		HOR.		KLEUR		VLEKKEN			TEXTUUR			KALK	RUPPING	ORG. STOF	pH	WORTELS	OMSCHRIJVING		
in cm		SYM- BOOL				reduc- tie	roest	overig	% <2 µm	% <50 µm	M50								
0	50	Ah	zwart							<10	250			5		x	matig fijn tot grof, leemarm zand met kiezels		
50	80	B	bruin							<10	120-500			2		x	grof, leemarm zand met kiezels en grind		
80	140	C1	lichtbruin							<10	100-1000			-			grof, leemarm zand met kiezels en grind		
140	380	C2	roodbruin/ licht roestig	(x)	x					<10	100-1000						vanaf 300cm boort het wat zwaarder, vanaf 300cm met wat reductieklekjes, half verteerde wortelresten. Met kiezels en grindjes.		
380	435	C3	bruinig	x	x					<10	100-1000						vanaf 400cm met echte reductieklekjes		
435	590	C4	bruinig	x	x					<10	100-1000						grof, leemarm zand met meer grind (lijkt te zijn verkit met ij)		
boormethode: Edelmanboor																			
Geschatte GHG (cm -mv):				-				Actuele grondwaterstand (cm -mv):											
Geschatte GLG (cm -mv):				-				Slootwaterstand (cm -mv):											
Geschatte fluctuatie (cm):								Vochtig tot (cm -mv):				vanaf ca. 400cm							
Maximale beworteling (cm -mv):				80				Geschatte Kz (cm):											

