

**VOORZIENINGENCLUSTER BEEK,
BEEK EN DONK**

NOTITIE WATERHUISHOUDING

Opdrachtnummer: 7306-0041-000

1. INLEIDING

Op 5-12-2006 ontving Fugro Ingenieursbureau B.V. te Breda van Gemeente Laarbeek te Beek en Donk, de opdracht voor het uitvoeren en rapporteren van een geohydrologisch onderzoek ten behoeve van het plan "Voorzieningencluster Beek" te Beek en Donk.

In de "notitie waterhuishouding" worden de resultaten van het verrichte geohydrologisch en geotechnisch onderzoek gerapporteerd. Daarnaast is het plangebied geohydrologisch in kaart gebracht. Deze notitie vormt de basis voor het verdere planproces.

2. GEOHYDROLOGISCH EN GEOTECHNISCH BODEMONDERZOEK

Voor een goede analyse is het van belang dat op de projectlocatie inzicht wordt verkregen in de bodem- en geohydrologische gesteldheid. Het geohydrologische bodemonderzoek dat hieraan ten grondslag ligt, wordt hieronder beschreven.

In overleg met de opdrachtgever is een onderzoeksprogramma opgesteld. Met dit programma wordt inzicht verkregen in de ruimtelijke variatie van de ondiepe bodemgesteldheid op de projectlocatie.

2.1. Sondeeronderzoek

Op 21 december 2006 is op de projectlocatie een bodemonderzoek uitgevoerd bestaande uit 12 sonderingen (code D) waarvan 4 met plaatselijke kleefmeting (code DKM). Er is gesondeerd tot een diepte van MV -15 m. De locatie van de sonderingen is weergegeven op de situatietekening in bijlage 1. De sondeergrafieken zijn weergegeven in de bijlages 7306-0041-000 D/DKM 1 t/m 12.

2.2. Booronderzoek

Op 4 januari 2007 is op de locatie een bodemonderzoek uitgevoerd. Het onderzoek heeft bestaan uit 4 handboringen tot ca. MV -3 m. De locaties van de handboringen zijn aangegeven op bijlage 7306-0041-000-1.

Tijdens het veldwerk zijn de grondwaterstanden in de boorgaten opgenomen en zijn onderzoekspunten ingemeten ten opzichte van NAP. De hoogtebepaling van de onderzoekslocaties in het terrein zijn uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan een Vast Punt of NAP. De gerapporteerde hoogtes zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

De boorstaten zijn weergegeven in de bijlagen 7306-0041-000-HB1 t/m –HB4, waarop de diepte is uitgezet in meters ten opzichte van NAP. Op deze boorstaten is tevens de afstelling van de peilfilters aangegeven. Voor een verklaring van de gebruikte tekens en symbolen wordt verwezen naar de bijlage “Legenda Terreinproeven en Grondsoorten”.

2.3. In-situ doorlatendheidsproeven

Voor de bepaling van de doorlatendheid van de ondiepe bodem zijn in de boorgaten HB1 en HB3 in-situ doorlatendheidsmetingen uitgevoerd in de onverzadigde zone (boven de grondwaterspiegel) volgens de CCHP-methode (Compact Constant Head Permeameter). In de boorgaten Met de CCHP wordt de verzadigde horizontale doorlatendheid (k_h -factor) van de bodem gemeten. Hiervoor wordt een waterkolom met een bepaalde hoogte in het boorgat gerealiseerd, waarna de hoeveelheid water wordt gemeten die per tijdseenheid nodig is om de waterkolom op constante hoogte te houden. De meting wordt doorgezet tot het benodigde debiet min of meer constant is waarna de k_h -factor wordt berekend. De meetresultaten zijn weergegeven op bijlage 7306-0041-000-CCHP1 t/m –CCHP2.

HB2 en HB4 zijn in-situ-doorlatendheidsproeven uitgevoerd in de verzadigde zone (onder de grondwaterspiegel) volgens de Hooghoudtmethode. Hierbij wordt het boorgat leeg gepompt en vervolgens de stijging van het grondwater in het boorgat gemeten.

Een overzicht van de berekende k_h -factoren is weergegeven in tabel 1. Een beschrijving van de doorlaatfactoren is gegeven in paragraaf 4.5.

Tabel 1: Indicatie doorlatendheden d.m.v. de CCHP- en de Hooghoudtmethode

Locatie	Nummer meting	O.k. boorgat [m t.o.v. MV]	Bodemmateriaal bepalend voor k_h -factor	Berekende k_h -factor [m/d]	
				Reeks 1	Reeks 2
HB1	CCHP1	-0,68	ZAND, matig fijn, matig siltig	0,14	0,13
HB2	HH1	-1,63	ZAND, matig fijn, matig siltig	2,4	2,9
HB3	CCHP2	-0,63	ZAND, matig fijn, zwak siltig	0,0	
HB4	HH2	-1,97	ZAND, matig fijn, matig siltig	3,1	4,1

2.4. Materiaalkundig laboratoriumonderzoek

In de vier handboringen is telkens een diep en een ondiep geroerd grondmonster genomen. Deze grondmonsters zijn geanalyseerd in het Materiaalkundig Laboratorium van Fugro Ingenieursbureau BV te Arnhem. De korrelverdelingsdiagrammen zijn opgenomen in de bijlage 4.1 en 4.2. Daarnaast is van elk grondmonster ook het gloeiverlies bepaald volgens proef 124 Standaard RAW. De resultaten zijn weergegeven in bijlages 3.1 en 3.2.

3. BODEM- EN (GEO)HYDROLOGISCHE GESTELDHEID

Op basis van het geohydrologisch onderzoek, aangevuld met gegevens uit de literatuur, worden in dit hoofdstuk de bodem- en de (geo)hydrologische gesteldheid beschreven.

3.1. Maaiveldhoogte

Door Fugro Inpark B.V. is een terreinmeting met hoogtemetingen van het gehele plangebied uitgevoerd. De hoogtemetingen resulteren in een inzicht in de hoogteligging van het plangebied door middel van een grid van 20 m x 20 m.

Als eindresultaat van de landmeetkundige werkzaamheden afzonderlijk van deze rapportage zijn de volgende producten opgeleverd:

- Een 2D digitaal bestand van de terreinmeting in dgn-formaat;
- Een overzichtstekening van de bestaande situatie op schaal 1:1000 van het plangebied met hoogtegegevens; (in tweevoud)
- Een NEN1878 bestand van de meting volgens de codering gemeente Laarbeek

De metingen zijn gebruikt voor het vervaardigen van de maaiveldhoogtekaart, weergegeven in bijlage 5.

3.2. Bodemgesteldheid

Uitgaande van het bodemonderzoek en literatuur is de bodemgesteldheid op de projectlocatie geschematiseerd zoals weergegeven in tabel 2.

Tabel 2: Bodembeschrijving projectlocatie

Niveau in m t.o.v. NAP (ca.)	Bodembeschrijving projectlocatie (en directe omgeving)
+14,7 à +15,8	Maaiveld
+14,7 à +15,8 tot +10,5 à +13,5	Zandige toplaag
+10,5 à +13,5 tot +9,0 à +12,0	Ondiepe leemlaag
+9,0 à +12,0 tot +1,0 à +8,5	Afwisselend zand- en leemlagen
+1,0 à +8,5 tot +0,0	Zand
+0,0	Maximaal verkende diepte bodemonderzoek

3.3. Geohydrologische gesteldheid

Met behulp van de Grondwaterkaart van Nederland en de resultaten van het bodemonderzoek is de ondergrond geohydrologisch geschematiseerd.

De vanaf maaiveld aangetroffen afzettingen tot ca. NAP behoren regionaal gezien tot de deklaag, onderdeel van de Nuenengroep. De dikte van de deklaag bedraagt 7,5 tot 10 m en bestaat uit zandlagen afgewisseld met leemlagen en siltige lagen. Vanaf ca. NAP +5 à +0 m begint het goed doorlatende eerste watervoerend pakket bestaande uit fijne tot grove grindhoudende zanden. De dikte van dit pakket bedraagt ca. 70 m en het doorlaatvermogen wordt geraamd op ca. 2.500 m²/dag. De hieronder gelegen scheidende laag wordt beschouwd als geohydrologische basis.

3.4. Open water

Op het terrein is geen open water aanwezig. Voor de afwatering zijn op een aantal plaatsen greppels aanwezig, maar onder normale omstandigheden staan deze greppels droog.

Ca. 250 m ten westen van de locatie loopt de Goorloop. Volgens gegevens van het waterschap bedraagt het waterpeil in deze beek gedurende het grootste deel van het jaar ca. NAP +13,2 m.

3.5. Grondwaterstanden en stijghoogten

Informatie over de grondwaterstand is verkregen uit sondeergegevens en langjarige grondwaterstanden uit het archief van NITG-TNO.

Grondwaterstanden

Op 4, 5 en 12 januari is op de projectlocatie door UDM midden B.V. een milieukundig bodemonderzoek uitgevoerd. Hierbij zijn tevens grondwaterstanden gemeten. De resultaten van dit onderzoek zijn afzonderlijk gerapporteerd in de rapportage "Verkennd Milieukundig bodemonderzoek plangebied Wijnkelderweg – Dr. Timmerslaan te Beek en donk" UDM-rapportnr. 06.02.0817.R01 d.d. 29 januari 2007.

De gemeten grondwaterstanden variëren van MV -0,37 tot -1,38 m. Worden deze data gecombineerd met de hoogtekaart dan kan de grondwaterstand geschat worden op ca. NAP +14,2 tot 14,8 m.

Op basis van deze metingen is de freatische grondwaterstand geïnterpoleerd en op kaart gezet in bijlage 6.

Langjarige grondwaterstanden en stijghoogtegegevens

Ter verificatie van grondwaterstanden en stijghoogten is gebruik gemaakt van de Grondwaterkaart van Nederland en zijn in het grondwater archief (DINO) van NITG-TNO langjarige peilbuisgegevens opgevraagd vanaf 1985 tot heden. Op de projectlocatie zelf bevindt zich geen peilbuis van NITG-TNO, dus wordt de situatie geanalyseerd aan de hand van peilbuizen in de omtrek. Een overzicht van de peilbuislocaties is weergegeven in bijlage 7306-0041-000-2. Een samenvatting van de verwachte maatgevende hoge, lage en gemiddelde grondwaterstand over bovengenoemde meetperiode is weergegeven in tabel 3.

Opgemerkt wordt dat deze waarden zijn afgeleid uit tijd-stijghoogtegrafieken en geen statistische analyse betreffen. De tijd-stijghoogtegrafieken zijn weergegeven in bijlage 7306-0041-000-2.

Tabel 3: Peilbuisgegevens NITG-TNO

Nr. peilbuis	Afstand en richting t.o.v. midden locatie (m)	Filterafstelling van – tot (m t.o.v. NAP)	Stijghoogte (m t.o.v. NAP) ca.		
			Hoge	Gemiddelde	Lage
B51F0034 01	1500 N	-15,60 tot -33,60	+13,2	+12,6	+12,0
B51F0050 01	1200 NO	+1,03 tot +0,03	+13,5	+13,1	+12,7
B51F0050 02	1200 NO	-19,31 tot -20,31	+13,5	+13,0	+12,5
B51F0338 01	1500 NW	+11,57 tot +11,07	+13,4	+12,8	+12,2
B51F0369 01	1500 NO	+11,78 tot +11,28	+13,6	+13,1	+12,7
B51F0370 01	1200 NO	+12,70 tot +12,20	+13,6	+13,3	+12,8

Op basis van bovenstaande peilbuisgegevens, de Grondwaterkaart van Nederland kan het volgende worden opgemerkt:

- Alle peilbuizen zijn afgesteld in het 1^e watervoerend pakket;
- De stijghoogten in het gebied reageren over het algemeen zeer langzaam op de neerslag en wegzijging in het gebied; hier is een geleidelijke fluctuatie over de jaren heen zichtbaar;
- Op de projectlocatie zelf bevindt zich geen peilbuis. Op basis van de bovenvermelde gegevens en het door Fugro uitgevoerde onderzoek voor het nabijgelegen “Beekse Akkers” wordt verwacht dat ter plaatse van de Voorzieningencluster de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket gemiddeld NAP +14,0 à +14,5 m bedraagt. Mogelijk kan deze stijgen tot NAP +15,0 m.
- De regionale grondwaterstroming in het 1^e watervoerend pakket is noordelijk gericht;
- Op de projectlocatie is sprake van een wegzijgingssituatie.

3.6. Doorlatendheden

De doorlatendheid van de bodem is afhankelijk van het type bodemlaag, de hoeveelheid zand, silt of grind die bijgemengd is en van de aanwezigheid van holle ruimtes en scheuren (secundaire porositeit) ten gevolge van plantengroei (wortelgangen) en bodemleven e.d. De doorlatendheid van de bodem kan tevens variëren ten gevolge van historische cultuurtechnische maatregelen als vergraven van de bodem. Indien er leem of siltige (of humeuze) bodemlagen worden aangetroffen is de doorlaatfactor over het algemeen lager.

Op basis de CCHP-metingen (zie tabel 1) wordt verwacht dat de leemhoudende topzandlaag tussen MV +0 tot -1 m beperkt waterdoorlatend is. De k-factor wordt geraamd op ca. 0,1 à 0,2 m/dag. Het zandpakket tussen MV -1 en -3 m is beter waterdoorlatend. Met behulp van de Hooghoudtmethode zijn horizontale doorlatendheden gemeten van ca. 2 tot 4 m/dag.

Bij berekeningen dient rekening te worden gehouden met ontwerp-specifieke correctiefactoren.

4. INFILTRATIE / BERGING

4.1. Samenvatting geohydrologisch onderzoek

Op basis van het geohydrologische onderzoek wordt het volgende geconcludeerd:

- Het maaiveld ter plaatse van de projectlocatie varieert van ca. NAP +14,7 m tot ca. NAP +15,8 m;
- De bodem bestaat uit een zandige toplaag met een dikte van 1,5 tot 5 m. Hieronder ligt een ondiepe leemlaag met een dikte van 1 tot 3 m. Hierop volgt een zandig pakket met onregelmatige leemlagen. Op een diepte van MV -7 tot -12 m begint een homogeen zandig pakket;
- De grondwaterstand is aangetroffen op een diepte van MV -0,37 tot -1,38 m;
- Op de locatie wordt een gemiddelde stijghoogte verwacht van ca. NAP +14,0 à +14,5 m. Verwacht wordt dat de stijghoogte kan stijgen tot ca. NAP +15,0 m;
- Op ondiepe leemlagen kan infiltrerend regenwater tijdelijk stagneren, waardoor een schijngrondwaterspiegel kan ontstaan.

4.2. Ontwateringscriteria

Voor stedelijke gebieden wordt veelal rekening gehouden met ontwateringsdiepten van ca. MV -0,7 à -1,0 m. De ontwateringsdiepte onder de verharding dient minimaal 0,7 m te zijn. Om overlast in groenstroken te voorkomen wordt in het algemeen een ontwateringsdiepte van ca. MV -0,5 à -1,0 m aangehouden, afhankelijk van het type begroeiing (struiken of bomen) en het gebruik. Bij infiltratie van regenwater kunnen echter wel schijngrondwaterstanden op leem- of leemhoudende lagen ontstaan, die mogelijk overlast kunnen veroorzaken op de locatie of op belendende percelen.

4.3. Mogelijkheden tot infiltratie / berging

Algemeen

Voor infiltratie en berging van regenwater kunnen zowel bovengrondse als ondergrondse voorzieningen worden toegepast. Bij een bovengrondse voorziening stroomt regenwater oppervlakkig af via afvoergoten of hellend oppervlak naar de voorziening. Bij een ondergrondse voorziening wordt regenwater via een ondergrondse leiding naar de voorziening gevoerd, van waaruit het water naar de ondergrond wegzijgt. In zowel boven- als ondergrondse voorzieningen kan berging van regenwater plaatsvinden. Daarvoor dient de grondwaterstand zich onder de voorziening te bevinden.

De beschikbare “berging” in een voorziening dient de piek van een regenbui op te vangen. Wanneer de voorziening volledig gevuld is, stort deze over naar het wegooppervlak, open water of riolering, waardoor schade aan voorzieningen en overlast in de omgeving wordt beperkt of wordt voorkomen. In alle gevallen dient terugstroming van mogelijk vervuild water in de voorziening te worden voorkomen.

Mogelijkheden op basis van bodemgesteldheid en grondwaterstanden

Bij infiltratie en berging van regenwater op de projectlocatie dient rekening te worden gehouden met het volgende:

- Voor ondergrondse berging van infiltrerend regenwater is, uitgaande van de beschikbare grondwaterstandgegevens en maaiveldniveaus lokaal onvoldoende ruimte beschikbaar. Bij het optreden van piekgrondwaterstanden kan een dieper gelegen ondergrondse voorziening (deels) in het water komen te staan, waardoor er (tijdelijk) geen berging beschikbaar is. Op de locatie dient tevens rekening te worden gehouden met schijngrondwaterstanden;
- De ondiep aangetroffen leemlaag is slecht doorlatend en daarmee ongeschikt voor infiltratie. De wegzijging naar de diepere zandlaag zal in relatie tot de lage doorlatendheid van de leemlaag klein zijn;
- De onder de kleilaag aangetroffen zandlaag is goed doorlatend en daarmee geschikt voor infiltratie. Door het doorbreken van de kleilaag en het aanbrengen van diepere sleuven grondverbetering kan de wegzijging worden verbeterd.

Mogelijkheden voorzieningen projectlocatie

In tabel 4 is een overzicht weergegeven van de mogelijkheden van verschillende infiltratie-/berging- en afvoervoorzieningen op de projectlocatie.

Tabel 4: Mogelijkheden voorzieningen op de projectlocatie

Omschrijving	Afwatering	Individueel / collectief	Beheersing grondwaterstand	Berging	Infiltratie	Afvoer
Doorlatende verharding	Bovengronds	Collectief	n.v.t.	-	-	-
Infiltratie-unit ¹⁾	Ondergronds	Beide	+/-	+	+/-	+/-
IT-riool ²⁾	Ondergronds	Collectief	+	+/-	-	+
Wadi met drainage ³⁾	Bovengronds	Collectief	+	+	-	+
Vijver ⁴⁾	Beide mogelijk	Collectief	+/-	+	-	+
Verbeterd of absoluut gescheiden stelsel	Ondergronds	Collectief	-	+/-	-	+
1) Minimale gronddekking = 0,7 m 2) Minimale gronddekking = 1,0 m 3) Afwatering op wadi vindt plaats via afvoergoten en / of hellend oppervlak. Door de bodempassage in de wadi vindt een natuurlijke zuivering van het regenwater plaats. 4) In een vijver dient voldoende doorstroming plaats te vinden door het aanvoeren van water met de juiste kwaliteit. Tevens is peilbeheer noodzakelijk.						