

ORIËNTEREND INFILTRATIEPLAN

Elzenbos te Brummen
Lombok te Eerbeek

Opdrachtgever

Gemeente Brummen
Postbus 5
6970 AA BRUMMEN

Projectnummer

156091

Kenmerk

VZU/ALG/VMO/156091

Autorisatie

Redactie:

ing. V.E. van Zuijlen

Eindredactie/kwaliteitscontrole:

Ing. H. Hijlkema

paraaf



paraaf



datum

06-03-2007

datum

06-03-2007

status

definitief

status

definitief



Verhoeve Milieu bv, Dorpsstraat 32, NL-6999 AD HUMMELO
Postadres: Postbus 4, NL-6997 ZG HOOG-KEPPEL
telefoon +31 (0)314 38 11 44, Fax +31 (0)314 38 20 96, Internet: www.verhoevemilieu.com
ankrelatie F. van Lanschot Bankiers Nijmegen, nr. 22.59.31.362 BTW nr. NL001210312B01, HR 09036793
Verhoeve Milieu bv is een werkmaatschappij van de Verhoeve Groep
Verhoeve Milieu heeft vestigingen te Almelo, Dordrecht, Hoorn, Hummelo, Jirnsum, Zelhem en Antwerpen

1. INLEIDING

In opdracht van de gemeente Brummen is een oriënterend infiltratieplan opgesteld voor de onderzoekslocaties "Elzenbos" te Brummen en "Lombok" te Eerbeek. De aanleiding voor dit oriënterend infiltratieplan is de voorgenomen ontwikkeling van de locaties voor woningbouw.

Doel van het infiltratieplan is het vaststellen van de mogelijkheden voor het infiltreren van hemelwater nadat de locaties bouw- en woonrijp gemaakt zijn. Daarbij worden ook belangrijke aandachtspunten benoemd, waarmee rekening moet worden gehouden bij het verdere ontwerp van infiltratiesystemen als onderdeel van het hemelwaterafvoersysteem.

Bij het opstellen van dit oriënterend infiltratieplan is gebruik gemaakt van bodemonderzoeksgegevens die reeds eerder gerapporteerd zijn:

- Bodemopbouw en doorlatendheid:
 - In-situ doorlatendheidsonderzoek Elzenbos te Brummen, kenmerk MTE/ADV/VMO/156091, 22-01-2007
 - In-situ doorlatendheidsonderzoek Lombok te Eerbeek, kenmerk MTE/ADV/VMO/156091, 22-01-2007Beide opgesteld door Verhoeve Milieu bv
- Diepe bodemopbouw en terreinhoogtes:
 - Sonderingen Nieuwbouw woonwijk te Brummen, kenmerk R635606-RY_1, 07-12-2006
 - Sonderingen Nieuwbouw woonwijk te Eerbeek, kenmerk R635706-RY_1, 07-12-2006Beide opgesteld door Mos Grondmechanica bv

3. BESCHRIJVING LOCATIE LOMBOK te EERBEEK

3.1. Terreinsituatie

Het te ontwikkelen gebied heeft een totale oppervlakte van circa 18 hectare. Het gebied is gelegen tussen de wijk Lombok, de Lombokweg, de Ringlaan en tot circa 130 meter ten zuiden van de Weverweg, zie overzichtstekening in bijlage 2.

Binnen het te onderzoeken gebied bevinden zich de gemeentewerf aan de Ringlaan 3a en een leegstaande fabriek aan de Ringlaan 5. Aan de Weverweg is een volkstuintencomplex aanwezig met hiernaast 2 schuren. Het overig terrein bestaat overwegend uit agrarisch gebied. De woningen aan de Weverweg 1, 2, 4, 5 en 6 en de Ringlaan 3, 7 en 9 vallen niet binnen het onderzoeksgebied.

De gemeten terreinhoogte varieert binnen het plangebied tussen 16,65 en 19,85 m+NAP. Globaal is een onderverdeling te maken volgens onderstaande tabel.

Tabel 3.1: Terreinhoogte

Terreindeel	Maaiveldhoogte
Noordelijk deel	16,6 tot 17,4 m+NAP
Middendeel	17,0 tot 18,0 m+NAP
Zuidelijk deel	18,0 tot 19,0 m+NAP (met één meting t.p.v. de gemeentewerf van 19,85 m+NAP)

3.2. Bodemopbouw en doorlatendheid

De globale (hydro)geologische gegevens van het gebied staan samengevat in tabel 3.2 weergegeven.

tabel 3.2: Schematische voorstelling van de (hydro)geologische situatie

Pakket	Diepte (m-mv)	Parameters	Doorlatendheid
deklaag (Formatie van Twente)	0,0 - 4,0	Matig fijn tot uiterst grof zand	
1° wvp (Formaties van Twente en Kreftenheye)	4,0 – 37,0	Uiterst grof tot matig fijn zand met dunne klei- en veenlaagjes	KD 1.500-3.000 m ² /dag
Slecht doorlatend pakket (Formatie van Drenthe)	35,0 – 37,0	klei	
2° wvp (pleistocene en pliocene Formaties)	>37	Uiterst grof tot matig fijn zand met dunne kleilaagjes	

Bij veldonderzoek t.b.v. het bepalen van de milieuhygiënische kwaliteit en de doorlatendheid van de bodem is de lokaal aanwezige deklaag meer in detail onderzocht. In onderstaande tabel 3.3 is de bodemopbouw van de deklaag weergegeven zoals die gemiddeld geldt voor het onderzoeksgebied.

Tabel 3.3: Lokale (gemiddelde) bodemopbouw

Diepte (m-mv.)	Samenstelling
0,0-0,5	Matig fijn, zwak siltig, matig humeus, zwak grindig zand
0,5-1,0	Matig fijn, zwak siltig, zwak grindig zand
1,0-5,4	Matig grof, zwak siltig zand

Plaatselijk zijn in de ondergrond veen en/of leemlagen op verschillende dieptes (ca. 2,0 tot 4,0 m-mv) aanwezig.

1.3. Doorlatendheid bodem

De doorlatendheid van de bodem is onderzocht met een in-situ doorlatendheidsonderzoek. In onderstaande tabel zijn de boringen, dieptes, laagbeschrijvingen en berekende k-factoren weergegeven. Voor een nadere beschrijving van de doorlatendheid en de gehanteerde onderzoeksmethode wordt verwezen naar het separaat gerapporteerde in-situ doorlatendheidsonderzoek.

Tabel 3.4: Doorlatendheden

Boring	Grwstand tijdens boring in m-mv	Onderkant boorgat in m-mv (proef)	Bodembeschrijving	Schatting M50	Ondoorlatende laag aanwezig welke van invloed is op k-factor	Berekende k-factor in m/dag		
						Reeks 1	Reeks 2	Reeks 3
31a	2,5	0,7 (CCHP)	ZAND, matig fijn, zwak siltig, matig grindig	180	Nee	1,09	0,61	0,58
		1,5 (CCHP)	ZAND, matig grof, zwak siltig, sporen roest	260	Nee	0,64	0,63	0,65
41a	2,4	1,3 (CCHP)	ZAND, matig grof, matig siltig, zwak grindig, matig roesthoudend	380	Nee	Geen*	1,29	1,14
54a	>1,5	0,94 (CCHP)	ZAND, matig grof, zwak siltig, matig grindig, matig roesthoudend	250	Nee	3,54	3,20	3,01
75a	>2,0	0,34 (CCHP)	ZAND, matig fijnm zwak siltig, zwak grindig	180	Nee	2,02	1,97	1,86
101a	>2,0	1,2 (CCHP)	ZAND, matig grof, zwak siltig	270	Nee	0,22	0,22	0,24
102a	>2,0	1,15 (CCHP)	ZAND, matig grof, zwak siltig, zwak grindig	270	Nee	1,49	1,49	1,48

* Uit de resultaten blijkt dat de steady state niet is bereikt. De k-waarde kan niet berekend worden.

CCHP Compact Constant Head Permeameter, onverzadigde zone

4. Grondwaterstanden

Uit de literatuur blijkt dat het onderzoeksgebied gesitueerd is in een gebied met grondwatertrap VII. Dit betekent dat de GHG zich op een diepte bevindt van > 80 cm-mv en de GLG op een diepte van > 160 cm-mv.

Peilbuizen van TNO/NITG zijn niet nabij de onderzoekslocatie gesitueerd. Echter op basis van ervaring met grondwerk in dit deel van Eerbeek kan gesteld worden dat de GHG in ieder geval dieper gelegen is dan 2,0 m-mv.

4.4. Rekenwaarde doorlatendheid

De doorlatendheid van de bodem kan op basis van de k-waarde als volgt geclassificeerd worden:

Tabel 4.1: Classificatie doorlatendheid

K(meter/dag)	klasse
<0,01	Zeer slecht
0,01-0,1	Slecht
0,1-0,5	Matig
0,5-1,0	Vrij goed
1,0-10	Goed
>10	Zeer goed

Locatie Elzenbos te Brummen:

De gemeten k-waarden bij het in-situ doorlatendheidsonderzoek variëren in de onverzadigde zone tussen 0,09 m/dag en 0,53 m/dag, met op één locatie (boring X) duidelijk hogere meetwaarden van ca. 2,1 m/dag. Het gemiddelde van de gemeten k-waarde bedraagt 0,27 m/dag, waarbij de hogere meting bij boring X buiten beschouwing is gelaten vanwege het incidentele karakter van deze meting. Tevens zijn de metingen in de verzadigde zone niet meegerekend, aangezien het niet wenselijk is dat infiltratievoorzieningen onder grondwatervniveau worden aangelegd. De doorlatendheid van de deklaag kan dus beoordeeld worden als matig. Vanwege spreiding in de meetwaarden en een mogelijk teruglopende doorlatendheid bij langdurig functioneren van infiltratievoorzieningen wordt geadviseerd om een veiligheidsfactor van circa 2 te hanteren voor de k-waarde. Als rekenwaarde voor de doorlatendheid wordt daarom een k-waarde aangehouden van 0,14 m/dag voor de locatie Elzenbos te Brummen.

Locatie Lombok te Eerbeek:

Bij de in-situ doorlatendheidsmetingen zijn k-waarden gemeten van minimaal 0,22 m/dag tot maximaal 3,54 m/dag. De bodem kan dus gekwalificeerd worden als matig tot goed doorlatend. De gemiddelde doorlatendheid op basis van de uitgevoerde metingen kan vastgesteld worden op een k-waarde van 1,37 m/dag. Met een veiligheidsfactor van 2 bedraagt de te hanteren rekenwaarde voor de doorlatendheid 0,69 m/dag voor de locatie Lombok te Eerbeek. Deze rekenwaarde zal worden gehanteerd bij ondergrondse infiltratiesystemen. Bij wadi's wordt een maximale doorlatendheid van 0,30 m/dag gehanteerd aangezien de toplaag van een wadi wat kan dichtslaan waardoor het infiltrerend vermogen terugloopt.

5. DIMENSIONERING INFILTRATIESYSTEMEN

5.1. Elzenbos te Brummen

Ondergrondse infiltratievoorzieningen zijn voor de locatie Elzenbos te Brummen niet geschikt vanwege de hoge grondwaterstanden die op kunnen treden. Om een indicatie te geven van wat de benodigde ruimte is voor de aanleg van bovengrondse infiltratievoorzieningen is berekend welke oppervlakte aan wadi's aangelegd zal moeten worden.

Uitgangspunten berekening wadi Elzenbos:

Rekenwaarde doorlatendheid bodem:	0,14 m/dag (bij wadi aangelegd met gebiedseigen grond)
Vullingshoogte / peilstijging in wadi:	0,30 m
Gemiddelde bodembreedte:	8 m
Taluds:	1:5
Maatgevende neerslag:	35,7 mm/45 minuten
Oppervlakte plangebied:	30 hectare
Verhard oppervlak in plangebied:	30% van bruto oppervlak plangebied

Berekeningsresultaten wadi Elzenbos:

Infiltratieoppervlak bodem + taluds:	9,5 m2 per strekkende meter wadi (bij een gemiddelde vulling)
Verhard oppervlak:	9 hectare
Infiltratie tijdens regenduur van 45 min:	0,5 mm
Berging in wadi:	35,2 mm
Oppervlakte wadi's:	14.200 m2 (is 4,7% van bruto planoppervlak)

5.2. Lombok te Eerbeek

Bij de locatie Lombok te Eerbeek kunnen zowel bovengrondse als ondergrondse infiltratievoorzieningen toegepast worden. Om een indicatie te geven van wat de benodigde ruimte is voor de aanleg van infiltratievoorzieningen is berekend welke oppervlakte aan wadi's aangelegd zal moeten worden en welke inhoud aan ondergrondse infiltratievelden met infiltratiekrachten.

Uitgangspunten berekening wadi Lombok:

Rekenwaarde doorlatendheid bodem:	0,30 m/dag
Vullingshoogte / peilstijging in wadi:	0,30 m
Gemiddelde bodembreedte:	8 m
Taluds:	1:5
Maatgevende neerslag:	35,7 mm/45 minuten
Oppervlakte plangebied:	18 hectare
Verhard oppervlak in plangebied:	30% van bruto oppervlak plangebied

Berekeningsresultaten wadi Lombok:

Verhard oppervlak:	5,4 hectare
Infiltratieoppervlak bodem + taluds:	9,5 m2 per strekkende meter wadi (bij een gemiddelde vulling)
Infiltratie tijdens regenduur van 45 min:	1,1 mm
Berging in wadi:	34,6 mm
Oppervlakte wadi's:	8.300 m2 (is 4,6% van bruto planoppervlak)

Uitgangspunten berekening infiltratiekrachten Lombok:

Rekenwaarde doorlatendheid bodem:	0,69 m/dag
Hoogte infiltratieveld (ondergronds):	0,80 m
Afmeting per veld infiltratiekrachten:	3 x 20 m (lengte x breedte)
Berging in hemelwaterstelsel:	2,5 mm
Maatgevende neerslag:	35,7 mm/45 minuten
Oppervlakte plangebied:	18 hectare
Verhard oppervlak in plangebied:	30% van bruto oppervlak plangebied

Berekeningsresultaten infiltratiekrachten Lombok:

Verhard oppervlak:	5,4 hectare
Infiltratieoppervlak wanden infiltratieveld:	18,4 m ² per infiltratieveld (bij een gemiddelde vulling)
Inhoud per infiltratieveld:	45,6 m ³ (bij 95% netto volume)
Infiltratie tijdens regenduur van 45 min:	0,3 mm
Berging in infiltratievelden:	32,9 mm
Berging in hemelwaterstelsel:	2,5 mm
Aantal benodigde infiltratievelden:	39 st

3. Opmerkingen aanleg wadi's

Indien het percentage verhard oppervlak toeneemt, dan zal de oppervlakte aan wadi's ook vrij snel toenemen. Tevens is de uiteindelijke afmeting / lengte-breedte verhouding van de wadi's van invloed op definitieve benodigde oppervlakte aan wadi's.

Om de oppervlakte aan wadi's te reduceren kan er een doorlatend (drain)zandpakket onder de wadi aangebracht worden, met daarin een drainstelsel waarop de overstort van de wadi wordt aangesloten (met een 'slokop'). Door de gestelde bergingseis van een neerslag van 35,7mm in de relatief korte periode van 45 minuten wordt de infiltratievoorziening namelijk voornamelijk gedimensioneerd op berging (de infiltratiehoeveelheid in 45 minuten is erg beperkt). Door de aanleg van een wadi met daaronder een zandpakket met drainstelsel kan extra berging worden gecreëerd onder de wadi. Door de overstort van de wadi op dit drainstelsel aan te sluiten, kan extreme neerslag versneld worden afgevoerd naar het zandpakket en daar geborgen worden. Deze piekafvoer wordt dan niet geïnfiltreerd via de gewenste oppervlakkige bodempassage, maar dat kan voor deze incidentele situaties van een piekneerslag acceptabel zijn. Het merendeel van de neerslag die op jaarbasis valt, zal altijd via de wadi infiltreren en dus via een bodempassage infiltreren.

Tevens adviseren wij om de toplaag van de wadi te maken van grond met een grotere doorlatendheid dan de gebiedseigen grond. Het is namelijk wenselijk dat de wadi voldoende snel weer leeg is (bij voorkeur binnen 24 uur), zodat de volledige bergingscapaciteit beschikbaar is voor volgende neerslag. Dit betekent dat bij een vulling van 30 cm water in de wadi de doorlatendheid van de toplaag minimaal 0,30 m/dag moet zijn.

6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

6.1. Elzenbos te Brummen

Op deze locatie spelen 2 belangrijke factoren een rol, namelijk een matig doorlatende bodem (deklaag) en kans op het optreden van hoge grondwaterstanden, tot aan maaiveldniveau. Op basis van onze in deze rapportage opgenomen bevindingen verwachten wij dat voor het bouw- en woonrijpmaken van deze locatie het volgende principe gehanteerd/aangelegd zal moeten worden:

- Ophogen van het bestaande maaiveld, zodat voldoende drooglegging van de nieuwe wijk wordt verkregen;
- Bergen en oppervlakkig infiltreren van hemelwater via een systeem van (voornamelijk) wadi's;
- Wadi's voorzien van een ondergronds doorlatend (zand)pakket met een drainagestelsel;
- Overstort van hemelwater via het drainstelsel op open water;
- In tijden van hoge (grond)waterstanden kan het drainagestelsel tevens het grondwaterpeil reguleren.

Voor deze locatie zal een integraal plan moeten worden opgesteld voor het bouw- en woonrijpmaken, waarin de samenhang van alle aspecten (stedenbouwkundig ontwerp, ophogen terrein, afvoer/infiltratie hemelwater, grondwaterhuishouding, oppervlaktewaterhuishouding) goed op elkaar afgestemd moeten worden om te komen tot een optimaal bouw- en woonrijpplan.

6.2. Lombok te Eerbeek

Bij deze locatie spelen een matige doorlatendheid van de bodem en hoge grondwaterstanden geen rol van betekenis. De doorlatendheid van de bodem is behoorlijk, echter hiervan wordt bij toepassing van wadi's niet zo sterk geprofiteerd aangezien de doorlatendheid van de toplaag na verloop van tijd de beperkende factor zal zijn. Om te profiteren van de doorlatendheid van de bodem kan gekozen worden voor 2 samenwerkende systemen bestaande uit wadi's en ondergrondse infiltratie met bijvoorbeeld een infiltratierool en infiltratiekratten. Daarbij zou hemelwater van de wegverhardingen via wadi's kunnen infiltreren, zodat dit water via een bodempassage geleid wordt. Hemelwater via dakoppervlakken zou via een ondergronds infiltratiesysteem kunnen infiltreren.

Wij adviseren om in het stedenbouwkundig ontwerp ruimte in te passen voor infiltratie. Op het moment dat het stedenbouwkundig plan gereed is, kan een rioleringsplan opgesteld worden waarin het rioleringsstelsel voor vuilwater en hemelwater gedetailleerd wordt uitgewerkt.