

Opdrachtgever:

Brisck 4 BV
Kivitslaan 40
Postbus 110 Oisterwijk

Rapport:
versie:
datum:

100953XG
2
10 februari 2017

Rapport
Watertoets advies
**Monuta locatie, Geertjesweg 19 te
Wageningen**

Lankelma Geotechniek Zuid B.V.
Moorland 4a
Postbus 38
5688 ZG Oirschot
Tel: 0499 - 578520
Fax: 0499 – 578573
E-mail: info@lankelma-zuid.nl
Internet: www.lankelma-zuid.nl

auteurs:

ing. R.M.I. van Dijk
drs. I.W. van Geloven
drs. I.W. van Geloven

adviesverantwoordelijke:

10-2-2017

X 

Ondertekend door: drs. I.W. van Geloven

Inhoudsopgave

1	Projectbeschrijving	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Projectgegevens	1
1.2.1	Administratieve indeling	1
1.2.2	Situatie actueel/ voormalig	1
1.2.3	Plan	2
1.2.4	Verstreckte plangegevens	3
2	Onderzoeksprogramma	4
2.1	Onderzoeksopzet	4
2.2	Veldonderzoek	4
2.2.1	Boringen	4
2.2.2	Waterdoorlatendheidsmetingen	4
2.2.3	Hoogtemeting	4
2.3	Laboratoriumonderzoek	4
2.4	Archief-/dossieronderzoek	4
2.4.1	Onderzoek derden	4
2.4.2	TNO	4
2.4.3	Overig archiefonderzoek	5
3	Bodem, water en Omgeving	6
3.1	Hoogte maaiveld	6
3.2	Bodemopbouw	6
3.2.1	Geologie van de planlocatie en omgeving	6
3.2.2	Laagopbouw van de grond en de variaties daarvan op de bouwplaats	7
3.3	Waterhuishouding	7
3.3.1	Oppervlaktewater / waterkeringen	7
3.3.2	Grondwater	7
3.3.3	Afvalwater	8
3.3.4	Wateroverlast	8
3.4	Waterdoorlatendheid	8
3.4.1	Doorlatendheidsmetingen onverzadigde zone	8
3.4.2	Doorlatendheidsmetingen verzadigde zone	8
3.4.3	Laboratoriumonderzoek	8
3.4.4	Archiefgegevens	8
3.5	Geschiktheid voor infiltratie	9
3.5.1	Samenvatting onderzoeksresultaten	9
3.5.2	Toetsing geschiktheid	9
4	Waterparagraaf	10
4.1	Algemeen	10
4.2	Beleidskader	10
4.2.1	Algemeen	10
4.2.2	Waterschapsbeleid	10
4.2.3	Gemeentelijk beleid	10
4.3	Randvoorwaarden	11
4.4	Dimensionering systeem	12
4.4.1	Modelberekening	12
4.4.2	Rekenresultaten	13
4.5	Bronmaatregelen	14
4.5.1	Verontreiniging door afstroming van wegen en parkeerterreinen	14
4.5.2	Verontreiniging door dakbedekking	14
4.5.3	Overige	14
4.6	Voorkomen van verontreinigingsverspreiding	14

Bijlagen

Bijlage 1: Resultaten grondonderzoek

Bijlage 2: Analyseresultaten

Bijlage 3: Monitoringsgegevens waterstanden

Bijlage 4: Dimensionering infiltratiesysteem

Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.

1 Projectbeschrijving

1.1 Inleiding

Door Lankelma Geotechniek zuid B.V. is een geohydrologisch onderzoek verricht voor het voor het project "Herontwikkeling Monuta locatie te Wageningen". Het onderzoek heeft tot doel inzicht te krijgen in de doorlatendheid van de bodem op de locatie en de geschiktheid ervan voor infiltratie van hemelwater.

1.2 Projectgegevens

1.2.1 Administratieve indeling

De planlocatie is gelegen aan de Geertjesweg 19 te Wageningen (gemeente Wageningen). De coördinaten volgens het RD-stelsel zijn globaal: $x = 174,89$ en $y = 442,99$ [km]. De ligging van de onderzoekslocatie is globaal weergegeven in Figuur 1.1.



Figuur 1.1 Ligging onderzoekslocatie ten opzichte van de omgeving

1.2.2 Situatie actueel/ voormalig

Het terrein is momenteel bebouwd met een uitvaartcentrum. Tevens zijn 43 parkeerplaatsen aanwezig en enkele groenzones. Een indruk van de huidige terreinsituatie en indeling is weergegeven in Figuur 1.2 en Figuur 1.3.



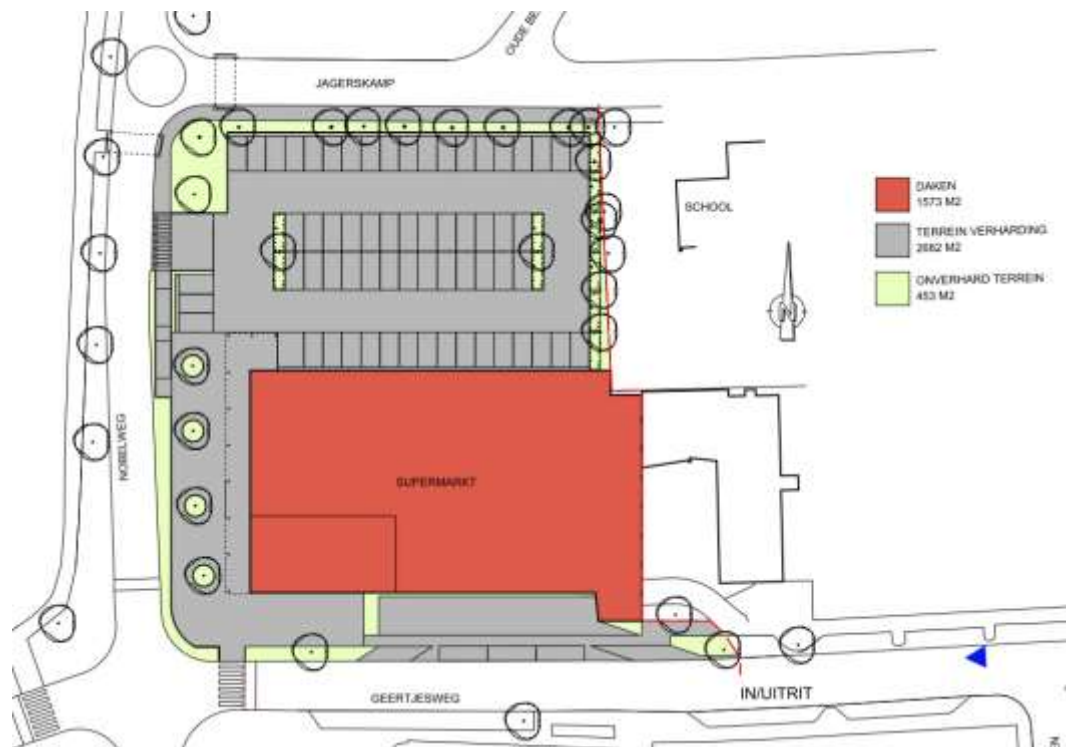
Figuur 1.2 Recente situatie op de planlocatie

1.2.3 Plan

Gepland is de sloop van de huidige bebouwing en de realisatie van een supermarkt op de vrijgekomen plek. De groenzones worden gedecimeerd en de parkeerplaats wordt uitgebreid (naar 66 parkeerplaatsen). Een overzicht van de huidige en toekomstige terreinverharding is weergegeven in Figuur 1.3 en Figuur 1.4 in navolgende tabel.



Figuur 1.3 Huidige / recente terreinsituatie



Figuur 1.4 Toekomstige terreinsituatie

Terreindeel	Huidige oppervlakte [m ²]	Toekomstige oppervlakte [m ²]
Daken	820	1573
Terrein verharding	2231	2682
onverhard terrein	1657	453
Totaal	4708	4708

Uit de waterbalans komt naar voren dat het verhard oppervlak zal toenemen met 1204 m².

1.2.4 Verstreckte plangegevens

Ten behoeve van het project zijn door of namens de opdrachtgever onder meer de navolgende tekeningen ter beschikking gesteld:

- B101_SON 2015-10-20 "schetsontwerp buitenruimte", 20 oktober 2016;
- 130537 "Randvoorwaardenkaart", 11 juli 2014 SAB;
- B101 verharding-bestaand, Centrum architecten d.d. 2017-01-16;
- B101 verharding-nieuw, Centrum architecten d.d. 2017-01-16;
- B101_DO.01 situatie bestaand, Centrum architecten d.d. 2017-01-20;
- B101_DO.02 situatie nieuw, Centrum architecten d.d. 2017-01-20.

2 Onderzoeksprogramma

2.1 Onderzoeksopzet

Het grondonderzoek is uitgevoerd op 23 december 2016. De onderzoeksopzet is afgeleid van de module C2510 "Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage" uit de leidraad Riolerings (stichting Rioned), uitgaande van een relatief heterogene bodemopbouw en een grondwaterstand dieper dan 1,5 m - mv.

2.2 Veldonderzoek

2.2.1 Boringen

Om inzicht te krijgen in de grondsamenstelling en de actuele grondwaterstand zijn 6 handboringen verricht. Boring B1 is afgewerkt tot peilbuis. De boringen zijn van maaiveld tot de maximaal verkende diepte bemonsterd. Aan de hand van Gleykenmerken in de bodemopbouw is een inschatting gemaakt van de mogelijke fluctuaties van de grondwaterstand. De boorstaten zijn weergegeven in Bijlage 1, de situering van de boringen is weergegeven op de situatietekening.

2.2.2 Waterdoorlatendheidsmetingen

2.2.2.1 Onverzadigde zone (Constant-flow-rate-methode)

In boorgat B2 t/m B6 is een waterdoorlatendheidsmeting verricht middels constant-flow-rate-methode cf. ISO/FDIS 22282-2:2008(E):6.1.4 en 6.2.2. Bij het uitvoeren van deze meting wordt, in onverzadigde grond, water met een constant debiet in een gesteund boorgat gepompt, totdat de bodem rondom verzadigd is en een constante waterspiegel ontstaat. Uit de verhouding van het pompdebiet en de waterspiegel kan de verzadigde waterdoorlatendheid worden berekend van het bodemtraject waarin de proef heeft plaatsgevonden. De kenmerken en resultaten van de proef zijn weergegeven in § 3.4.1.

2.2.2.2 Verzadigde zone (Constant-flow-rate-methode)

In peilbuis B1 is een waterdoorlatendheidsmeting uitgevoerd middels de constant-flow-rate-methode cf. ISO/FDIS 22282-2:2008(E). Bij het uitvoeren van deze meting wordt de peilbuis met een constant debiet doorgepompt totdat een constante waterstandsverlaging ontstaat in de peilbuis. Uit de verhouding tussen het pompdebiet en de waterstandsverlaging kan de doorlatendheid worden berekend van het bodemtraject waarin het filter is geplaatst. De kenmerken en resultaten van de proef zijn weergegeven in §3.4.2.

2.2.3 Hoogtemeting

De hoogte van de onderzoekspunten is ingemeten met behulp van dGPS ten opzichte van NAP. Voor de hoogteligging van de verschillende meetpunten wordt verwezen naar de waterpasstaat in Bijlage 1.

2.3 Laboratoriumonderzoek

Teneinde meer inzicht te krijgen in de waterdoorlatendheid van de bodem zijn in het door Sterlab geaccrediteerd laboratorium van Alcontrol te Hoogvliet 2 grondmonster geanalyseerd op korrelverdeling conform de SCG-zeefkromme (10 korrelfracties van 2 µm tot 2 mm, organische stofgehalte, calcië en pH). De analysecertificaten zijn weergegeven in Bijlage 2.

2.4 Archief-/dossieronderzoek

2.4.1 Onderzoek derden

Door derden (ingenieursbureau Land) wordt d.d. januari 2012 een milieukundig grondonderzoek uitgevoerd op de locatie, waarvan de resultaten weergegeven zijn in rapport R01-76454-AHO. Uitgevoerd zijn onder meer diverse handboringen. De gegevens van dit project zijn verstrekt door de opdrachtgever en zijn gebruikt voor het opstellen van onderhavig advies.

2.4.2 TNO

Teneinde meer inzicht te geven in de geologie van de bouwplaats en omgeving zijn de (hydro)geologische gegevens geraadpleegd van het Regionaal geohydrologisch informatiesysteem

(Regis / Dinoloket TNO). Het betreft met name de gegevens van het Landelijk model DGM V1.3 uit 2009 en/of Landelijk model Regis II.1 uit 2008.

Teneinde meer inzicht te krijgen in het grondwaterregime op de locatie zijn via Dinoloket van TNO langjarige grondwaterstandsgegevens opgevraagd van peilbuizen in de omgeving van de locatie. Voor de weergave van de relevante grondwaterstandsgegevens wordt verwezen naar Bijlage 3.

2.4.3 Overig archiefonderzoek

Teneinde meer inzicht te krijgen in de lokale en regionale bodemopbouw, geologie en geohydrologie zijn diverse bodem-informatiekaarten geraadpleegd. Het betreft onder meer:

- Bodemkaart van Nederland 1:50.000, CGI-Alterra;
- Topografische kaart van Nederland 1:25.000, Topografische dienst;
- Grondwaterkaart van Nederland, TNO;
- Actuele Hoogtebestand Nederland, AHN;

Tevens zijn onze eigen archiefgegevens geraadpleegd.

2.4.3.1 **Beleidsstukken**

Onder meer de volgende beleidsstukken en plankaarten zijn geraadpleegd:

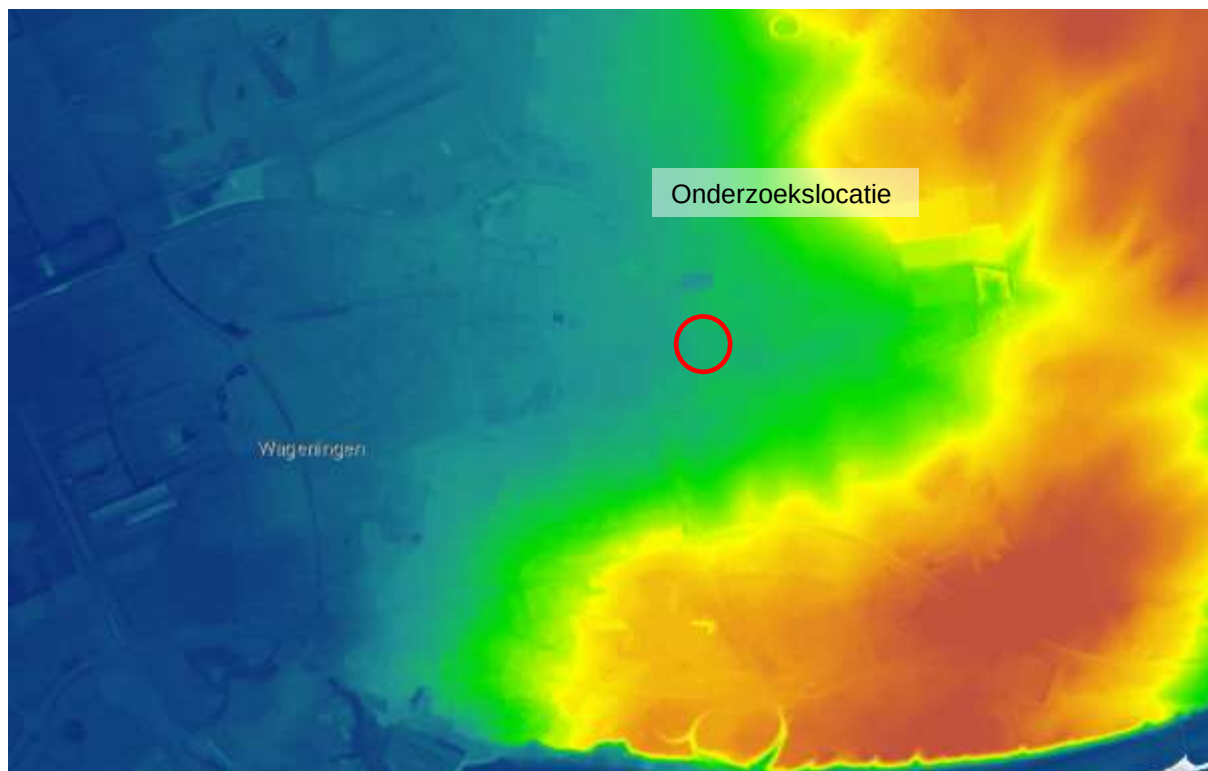
- Omgevingsvisie provincie Gelderland;
- Waterverordening provincie Gelderland;
- Omgevingsverordening provincie Gelderland;
- Keur waterschap Vallei en Veluwe;
- Waterplan 2005 gemeente Wageningen.

3 Bodem, water en Omgeving

3.1 Hoogte maaiveld

De hoogte van het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten varieert van 12,6 tot 12,8 m + NAP ter plaatse van de parkeerplaats en 13,2 tot 13,6 m + NAP nabij de bebouwing.

Regionaal ligt de locatie in een overgangsgebied tussen de heuvelzone ten zuiden en oosten van Wageningen (> 40 m + NAP) en de lager gelegen polders ten westen (6 à 7 m + NAP). Een indruk van de maaiveldhoogte in de omgeving is weergegeven in Figuur 3.1.



Figuur 3.1 Overzicht maaiveldhoogten in de omgeving (roder is hoger, blauwer is lager), bron AHN

3.2 Bodemopbouw

3.2.1 Geologie van de planlocatie en omgeving

De op basis van de geraadpleegde bronnen verwachte ondiepe geologie op de locatie is weergegeven in navolgende tabel. Hierbij dient te worden opgemerkt dat het de geologische bodemopbouw betreft die door TNO is geïnterpoleerd op basis van onderzoek in de omgeving. De werkelijke laagopbouw en -samenstelling kunnen hiervan afwijken.

Diepte tot* [m + NAP]	Formatienaam*	Kenmerk	Lithologie**
10,5	Boxtel	zeer uiteenlopende afzettingen uit het Midden/Laat-Pleistoceen en het Vroeg-Holoceen	zand met fijne korrelgrootte, met plaatselijk leem-, klei-, veen- of humusrijke lagen
- 25	Gestuwde afzettingen	gestuwde afzettingen uit de ijstijden	divers
- 86	Peize / Waalre	fluviale zanden en kleien uit het Vroeg-Pleistoceen, gevormd door de vroegere rivier de Eridanos (form. van Peize, in het noorden van het land) en de oervorm van de Rijn (form. van Waalre, in het zuiden van het land). Omdat deze lagen vertand voorkomen -met name in het midden van het land- wordt geen nader onderscheid gemaakt	Peize: fluviaal en deltaïsch wit of grijs grof zand en grind, met dunne leem- en kleilagen Waalre: zanden (bij vroegere stroomruggen), uiterst grof tot matig fijn en kleien (bij vroegere komgronden of meren). Plaatselijk komen veenlaagjes voor.

* Bron: Landelijk DGM model V1.3 - 2009, TNO, de werkelijke diepte en formatienaam kan afwijken (met name nabij geologische breukzones)

** Beschreven is de dominante lithologie. Ondergeschikte en sporadisch voorkomende lithologie zijn niet beschreven.

3.2.2 Laagopbouw van de grond en de variaties daarvan op de bouwplaats

De lokale bodemopbouw kan, tot de maximaal verkende diepte, als volgt worden gekarakteriseerd.

Diepte tot [m - mv]	lithologie / samenstelling	Kenmerk / bijzonderheden
1,4	matig fijn tot matig grof zand	plaatselijk een leemlaag
4,2	matig fijn zand	

3.3 Waterhuishouding

3.3.1 Oppervlaktewater / waterkeringen

De locatie is gesitueerd in stroomgebied "Binnenveld" van waterschap Vallei en Veluwe. In de directe omgeving van de locatie is geen oppervlaktewater, sloten of greppels aanwezig.

3.3.2 Grondwater

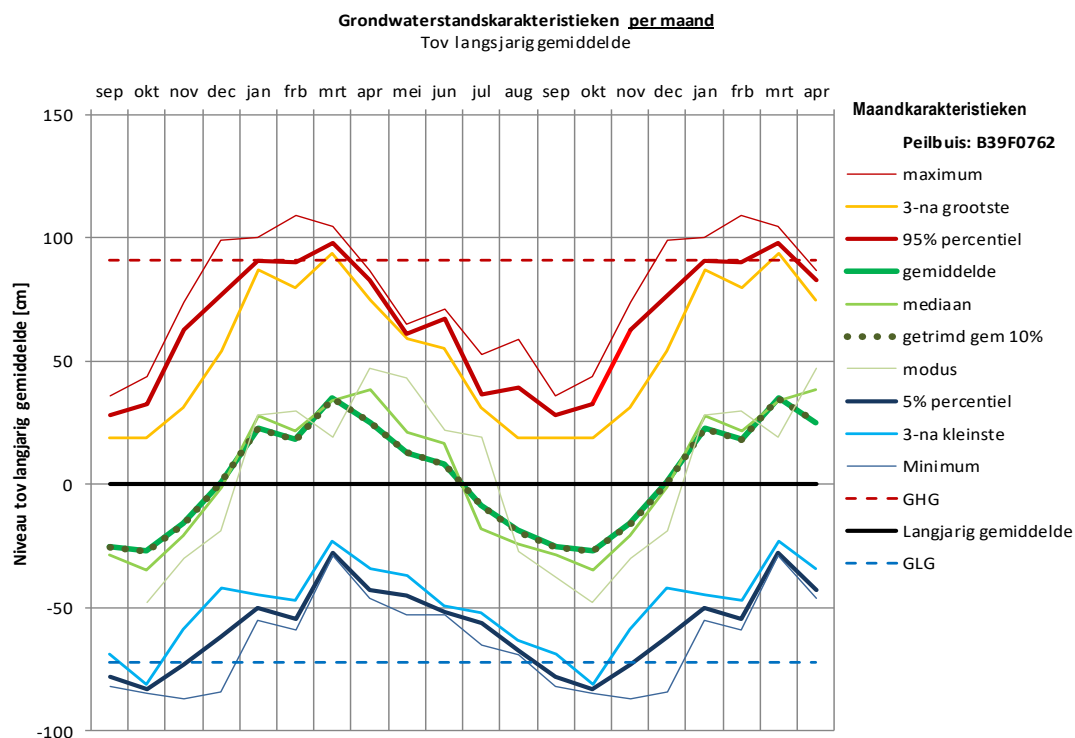
3.3.2.1 Grondwaterstand en -fluctuaties

De tijdens het onderzoek geregistreerde grondwatervlans zijn weergegeven in navolgende tabel.

Meetpunt [nr.]	Meetdiepte	Meetmoment	[relatief]	Waterspiegel ¹⁾ [m - mv]	[m tov NAP]
B1	freatisch	29-12-2016	tijdens boren	2,8	9,92
B1	3,2 – 4,2	29-12-2016	in de peilbuis	3,17	9,54
01 (derden)	freatisch	11-01-2012	week na plaatsing peilbuis	2,6	ca. 10,7

¹⁾ Gemeten waterstanden zijn momentopnamen en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd, omdat watervlans gemeten direct na plaatsing van een sondering, boring of peilbuis, significant kunnen afwijken van de heersende grondwaterstand of stijghoogte. Het kan namelijk enige tijd duren voordat een representatieve waterspiegel is ingesteld (enkele seconden in grof zand tot soms enkele uren in slecht doorlatende klei).

De grondwaterstand zal onder invloed van seizoensafhankelijke factoren in de tijd fluctueren. In de langdurig gemonitorde peilbuizen uit het Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem van TNO zijn in de omgeving van de onderzoekslocatie fluctuaties in het grondwater van 1,5 à 2 meter geregistreerd. De hoogste grondwaterstanden treden hierbij doorgaans op in januari - maart, de laagste in september - oktober (zie ook Figuur 3.2).



Figuur 3.2 Indicatie jaarlijkse grondwaterstandsfluctuatie in een peilbuis in de omgeving van de onderzoekslocatie

Op basis van het totaal aan voorhanden zijnde gegevens geldt momenteel de volgende optimale schatting van het grondwaterregime:

- Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG): 11,2 m + NAP
- Gemiddelde grondwaterstand (GMG): 10,2 m + NAP
- Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG): 9,2 m + NAP

De schatting dient mogelijk te worden herzien c.q. geoptimaliseerd bij beschikbaar komen van meer grondwatergegevens.

3.3.3 Afvalwater

Nabij de locatie is een gemengd rioleringstelsel aanwezig.

3.3.4 Wateroverlast

Er zijn momenteel in de omgeving van de onderzoekslocatie voor zover bekend geen problemen met betrekking tot wateroverlast.

3.4 Waterdoorlatendheid

3.4.1 Doorlatendheidsmetingen onverzadigde zone

Uit de doorlatendheidsmetingen in de onverzadigde zone is de waterdoorlatendheid (K-waarde) bepaald op basis van de formules B.19 t/m B.21 van de ISO/FDIS 22282-2:2008(E). De resultaten zijn weergegeven in de navolgende tabel.

Boring	Grondwaterstand* [m - mv]	Debiet [l/min]	Verhoging [cm]	Meettraject [m-mv]	K-waarde [m/dag]
B2	2,8	0,8	45,0	1,1 – 1,6	1,66
B4	2,8	0,3	22,0	0,5 – 0,8	1,87
B5	2,8	0,8	68,0	0,2 – 0,9	0,93
B6	2,8	1,2	30,0	1,4 – 1,7	4,58

* ingeschat op basis van overige boringen

3.4.2 Doorlatendheidsmetingen verzadigde zone

Uit de meetresultaten van de doorlatendheidsmetingen in de verzadigde zone is de waterdoorlatendheid bepaald met de vergelijkingen uit de Europese norm ISO/FDIS 22282-2:2008(E) § 6.2.2. De resultaten van de in duplo uitgevoerde metingen zijn weergegeven in de navolgende tabel, evenals de gemiddelde waarde.

Peilbuis / proef	Grondwaterstand [m - mv]	Debiet [l/min]	Verlaging [cm]	Meettraject [m - mv]	K _n -waarde [m/dag]	K _{n,gem} -waarde [m/dag]
B1 a	3,17	0,5	65,0	3,2 – 4,2	0,79	0,8
B1 b	3,17	0,3	37,0	3,2 – 4,2	0,84	

3.4.3 Laboratoriumonderzoek

Uit de korrelverdelingsdiagrammen is met behulp van diverse empirische formules de waterdoorlatendheid (K-waarde) bepaald. De gebruikte formules, de karakteristieken hiervan en de berekende K-waarden zijn weergegeven in Bijlage 2. In de onderstaande tabel zijn de subjectief gewogen gemiddelde K-waarden weergegeven.

Monster	Samenstelling	Diepte [m - mv]	Uniformiteitsfactor* [-]	K-waarde [m/dag]
MM1	Matig fijn zand	2,0 – 4,2	3,6	4,1
MM2	Matig fijn zand	0,0 – 1,0	8,0	2,0

- een waarde < 3 impliceert een uniforme korrelverdeling, een waarde > 3 à 4 in een zandmonster impliceert een heterogene korrelverdeling en kan duiden op een geroerde/niet natuurlijke samenstelling van de bodem.

3.4.4 Archiefgegevens

Op basis van de gegevens van het Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem van Nederland is de doorlatendheid van de verschillende bodemlagen ingeschat. De waarden zijn weergegeven in navolgende tabel.

Diepte tot [m + NAP]	Hydrogeologie	k _h [m/dag]	k _v [m/dag]
10,5	Boxtel	30 ± 100 %	-
- 25	Gestuwde afzettingen	-*	-*
- 69	Peize - Waalre	35	-
- 75	Waalre	-	0,064
- 86	Peize - Waalre	40	-

* te heterogeen om een representatieve k-waarde te kunnen aangeven

3.5 Geschiktheid voor infiltratie

3.5.1 Samenvatting onderzoeksresultaten

Uit het onderzoek komt het volgende naar voren ten aanzien van de bodemopbouw en doorlatendheid:

- Tijdens het grondonderzoek is de grondwaterstand gemeten op 2,5 à 3 m - mv, de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) wordt ingeschat op 11,2 m + NAP (1,5 à 2,5 m – mv);
- De bodem bestaat tot minimaal 4 m – mv uit zand, met hier en daar een leemlaag.
- De doorlatendheid van de zandige bodem is goed tot zeer goed, met gemeten k-waarden tussen 0,8 en 4,6 m/dag. De bovengrond lijkt hierbij iets beter doorlatend dan de ondergrond.

3.5.2 Toetsing geschiktheid

Teneinde de geschiktheid van de bodem voor infiltratie van hemelwater vast te stellen zijn de onderzoeksgegevens getoetst aan de richtlijnen uit ISSO-publicatie nr. 70-1, Hemelwater binnen de perceelsgrens. Deze richtlijn stelt dat de bodem mogelijkheden biedt voor infiltratie indien de k-waarde van de zandige bodem groter is dan 0,4 m/dag en de gemiddeld hoogste grondwaterstand dieper is dan 0,7 m - mv.

Uitgaande van deze richtlijnen kan worden geconcludeerd dat de locatie, goede mogelijkheden biedt voor infiltratie van regenwater.

4 Waterparagraaf

4.1 Algemeen

Door de herontwikkeling van het terrein verandert de lokale waterhuishouding. Navolgend wordt een uitwerking gegeven van de invloed van het plan op de waterhuishouding en de wijze waarop hiermee wordt omgegaan.

4.2 Beleidskader

4.2.1 Algemeen

De watertoets is een wettelijk verankerd procesinstrument waarmee een vroegtijdige inbreng van water in RO-vraagstukken wordt gewaarborgd. Daar waar dit bestemmingsplan voorziet in nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen moeten de gevolgen voor de waterhuishouding in kaart gebracht worden in een waterparagraaf.

Het watertoetsproces gaat vooral over het vroegtijdig betrekken van ruimtelijk relevante waterhuishoudkundige aspecten bij ruimtelijke plannen om daarmee wateraspecten goed in de ruimtelijke afweging en uiteindelijk het ruimtelijke plan op te nemen. Hierbij zijn bijzonder van belang:

- het scheiden van schoon en vuilwaterstromen;
- invulling geven aan de zorgplicht voor hemelwater (vasthouden hemelwater op eigen terrein);
- ruimte voor waterberging;
- tijdig, juist en aantoonbaar overleg met waterpartners (waterschap, gemeente, provincie, rijk, waterleidingbedrijf, afhankelijk van plan en situatie) en afweging van relevante zaken uit dat overleg.

4.2.2 Waterschapsbeleid

Nieuwe ontwikkelingen dienen voor het aspect waterhuishouding te passen binnen het gemeentelijke beleid ten aanzien van water, maar ook binnen het beleid van het waterschap. Waterschap Vallei en Veluwe heeft voor de toetsing van de invulling van de waterhuishoudkundige aspecten uitgangspunten opgesteld. Hieronder worden deze uitgangspunten, inclusief korte toelichting door het waterschap, gegeven:

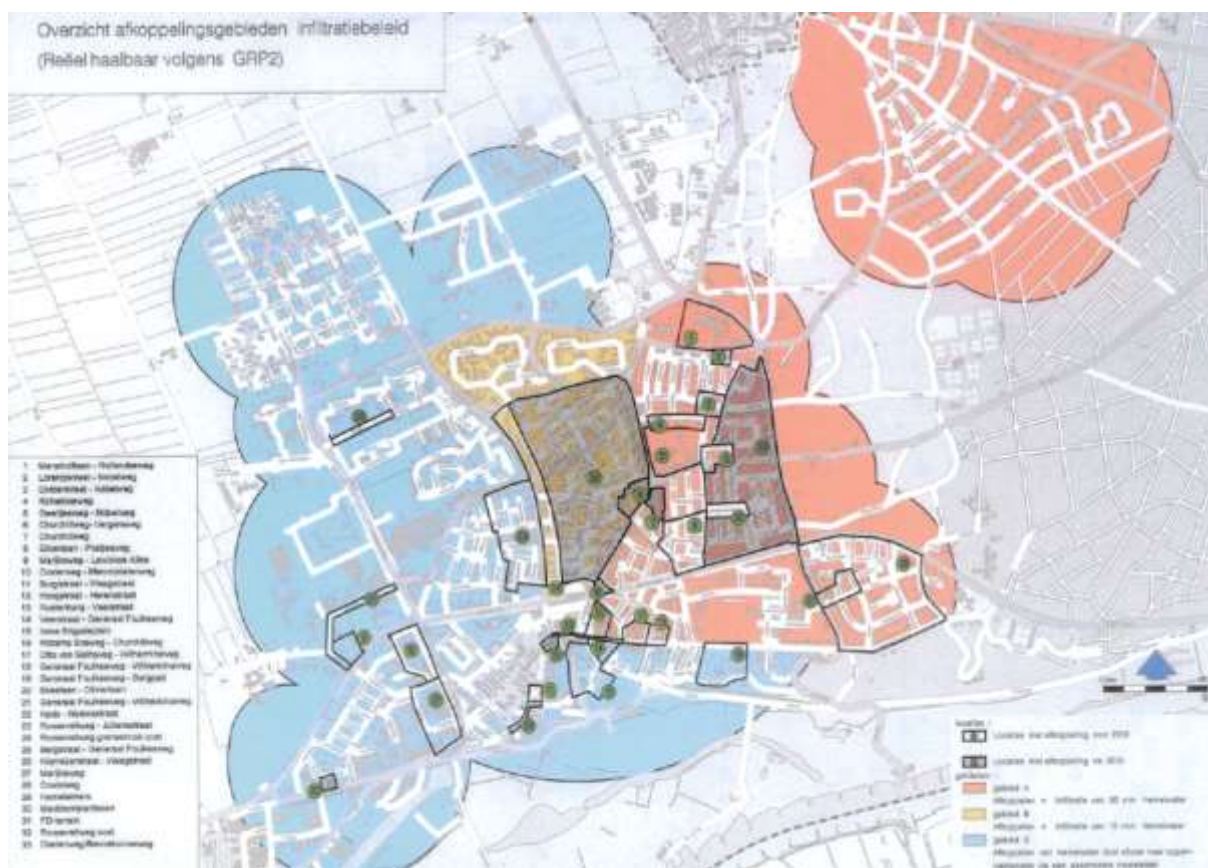
- Bij nieuwe lozingen vanaf verhard oppervlak op oppervlaktewater geldt dat de hoeveelheid te lozen water geen nadelig effect mag hebben op het ontvangende watersysteem.
- Aan het in het eerste lid gestelde wordt in ieder geval voldaan wanneer:
 - er niet meer dan de plaatselijk geldende landelijke afvoer vanuit het plangebied geloosd wordt, of;
 - er een berging van 60mm per m² verhard oppervlak wordt gerealiseerd, of;
 - het nadelige effect op het watersysteem wordt gecompenseerd, of;
 - er geloosd wordt vanaf verhard oppervlak dat hiervoor was aangesloten op het gemengd stelsel (afkoppelen) en het ontvangende oppervlaktewaterlichaam voldoende capaciteit heeft.
- De in het tweede lid genoemde berging kan o.a. worden gerealiseerd door middel van
 - een statische berging met een capaciteit van 600 m³ per hectare;
 - een dynamische berging waarbij rekening wordt gehouden met infiltratie. De mate van infiltratie waarmee rekening gehouden mag worden dient door de initiatiefnemer te worden aangetoond.
- De in het derde lid genoemde compensatie kan o.a. worden gerealiseerd door het benutten of creëren van overcapaciteit in het ontvangende watersysteem, onder andere door de inzet van stuwconstructies.

4.2.3 Gemeentelijk beleid

Op 19 december 2005 heeft de gemeenteraad het "Waterplan Wageningen" vastgesteld. Wageningen is de "City of Life Sciences" en wil zich verder ontwikkelen tot een duurzame en complete stad. Verder wil Wageningen verantwoord met water omgaan. Dat betekent ruimte bieden voor waterberging en zorgen voor schoon en beleefbaar water in de stad. Voor het gehele grondgebied van Wageningen zijn daarvoor een viertal streefbeelden bepaald. Deze streefbeelden zijn "levendig en schoon", "Hoog en droog", "plezierig en bereikbaar" en "ruim en Robuust". Alle nieuwe ontwikkelingen worden, afhankelijk van de ligging, aan een van deze streefbeelden en de daarbij behorende omschrijving, getoetst.

Het afkoppelbeleid van de gemeente is samengevat in de plankaart: “overzicht afkoppelingsgebieden infiltratiebeleid” (zie ook Figuur 4.1). Samengevat kan worden gesteld dat:

- Voor gebied A een afkoppelings eis geldt van 35 mm + 10%
- Voor gebied B een afkoppelings eis geldt van 10 mm + 10%
- Voor gebied C een afkoppelings eis geldt middels afvoer naar oppervlaktewater, al dan niet via een gescheiden rioolstelsel.
- Bij complete herinrichting een locatie het totale verhard oppervlak dient te worden afgekoppeld; Hierbij wordt opgemerkt dat het naast bovenstaande richtlijnen ook is toegestaan om uit te gaan van de dynamische bergingseis, zoals gesteld in de beleidsregels van het waterschap (dynamische berging van 60 mm per m² verhard oppervlak).



Figuur 4.1 Overzichtskarta met infiltratiekansen en bergingseisen uit het waterplan van de gemeente Wageningen

4.3 Randvoorwaarden

Navolgend wordt nader ingegaan op de wijze waarop regenwater wordt verwerkt binnen het plangebied. Randvoorwaarden die hierbij zijn aangehouden zijn als volgt:

- Door de realisatie van het plan zal het verhard oppervlak toenemen met 1204 m². De totale hoeveelheid verharding bedraagt in het nieuwe plan 4255 m².
- Conform de regels van het waterschap is er bij een toename van het verhard oppervlak oppervlakte <1500 m² een (beperkt) waterschapsbelang.
- Conform de richtlijnen van de gemeente dient het totale verharde oppervlak te worden afgekoppeld (4255 m²).
- Conform de regels van de gemeente kan de benodigde berging worden bepaald middels een statische berekening (35 mm + 10%) of een dynamische berekening cf. de richtlijnen van het waterschap (berging van 60 mm per m², rekening houdend met infiltratie en buiverloop). Gekozen is voor de laatste benadering.
- Volgens de afvoernormkaart van het waterschap geldt voor de locatie een maximale afvoernorm van 3 l/s/ha (26 mm/dag). Deze maximale afvoer dient gerealiseerd te worden middels infiltratie en berging.

- De bodem is goed doorlatend. In afwijking van de in de beleidsregels genoemde waarden kan, op basis van het grondonderzoek worden gesteld dat, de gewogen gemiddelde infiltratiecapaciteit van de bovengrond ca. 1,5 m/dag (ca. 62,5 mm/h) bedraagt.
- Voor de dimensionering van de dynamische berging is cf. de beleidsregels van het waterschap uitgegaan van een bui T=100 (84 mm) in 24h tijd.
- De berging en infiltratie zal worden gerealiseerd middels ondergrondse voorzieningen. De voorkeur gaat hierbij uit naar infiltratie-elementen (infiltratiekratten) of Aquaflow.
 - Het Aquaflow-systeem bestaat uit een doorlatende wegverharding, in combinatie met een wegfundatie bestaande uit grof gebroken natuursteen. Het systeem wordt rondom voorzien van geotextiel. Door de combinatie van de gebruikte materialen en de opbouw heeft het systeem een groot bergend, infiltrerend en zuiverend vermogen. Volgens opgave van de leverancier worden in de vlijlaag (de bovenste laag) van de wegfundatie de zware metalen afgevangen doordat zij verkleven aan deeltjes die op hun beurt weer blijven kleven aan het natuurlijk gesteente. In het onderste gedeelte van de wegfundatie worden koolwaterstoffen (olie en benzine) afgebroken door speciaal aangebrachte Aquaflow microben. Op het systeem kan worden aangesloten:
 - regenwater afkomstig van de wegverharding. Het water infiltreert direct door de doorlatende verharding; kolken worden niet aangelegd.
 - regenwater afkomstig van het dakoppervlak van de woningen. Regenwater van de daken dient dan bovengronds, bijvoorbeeld middels molgoten, worden getransporteerd naar de rijbanen waar het Aquaflow aanwezig is. Dit teneinde de kans op verontreiniging van het systeem te verkleinen (water blijft zichtbaar) en de zuiverende werking van de vlijlaag te benutten.
- De bergingscapaciteit van Aquaflow bedraagt circa 140 mm per m².
- Een infiltratie-element is een element in de vorm van bijvoorbeeld een geperforeerde rioolbuis of krat, rondom voorzien van een filterdoek. Het regenwater wordt naar de holle ruimte van het element geleid en daar gebufferd. Van daaruit kan het vervolgens langzaam wegzijgen in de bodem. Voordeel van lineaire systemen (IT-riool, Q-bic) is dat het gemakkelijk inspecteerbaar en reinigbaar is middels reguliere technieken.

4.4 Dimensionering systeem

4.4.1 Modelberekening

De berekening van de benodigde dimensies van het infiltratiesysteem is uitgevoerd met een dynamisch rekenmode (zoals beschreven door (Nelen & Schurrmans 2007). Het rekenmodel tevens rekening met het vullings- en ledigingsgedrag in de tijd door een simulatie aan de hand van historische regenreeksen. Hiermee wordt inzicht verkregen in:

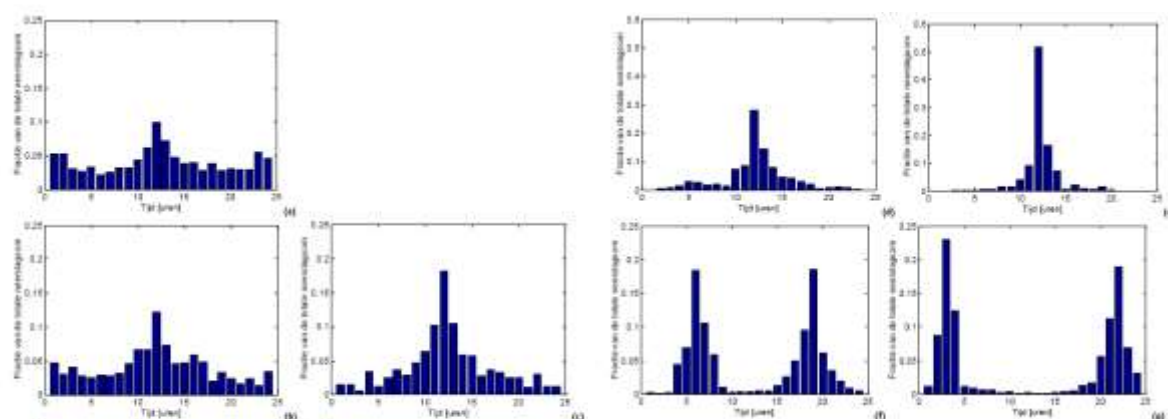
- **Het infiltratieverlies** - Het infiltratieverlies van het systeem is o.a. sterk afhankelijk van de doorlaatcapaciteit van de bodem.
- **Opeenvolging van buien** - de voorziening kan nog gedeeltelijk gevuld zijn bij de volgende bui.
- **Overstort en “water op straat” situaties** - Het rekenmodel geeft inzicht in momenten en hoeveelheden die niet geborgen kunnen worden in het systeem

Het buiverloop is gebaseerd op de publicatie “Statistiek van extreme neerslag in Nederland”, Stowa d.d. 2004 + 10%. Een overzicht van de gehanteerde buien is weergegeven in Figuur 4.3. De neerslaghoeveelheden voor de diverse buien zijn afgeleid van de neerslaghoeveelheden van Buishands en Velds, zoals weergegeven in Figuur 4.2.

Het systeem wordt zo gedimensioneerd dat zij de hoeveelheid regenwater kan verwerken die valt bij de 7 verschillende buitypen zonder dat het systeem overstort.

		Minuten				Uren				Dagen			
		5	15	30	60	2	6	12	24	2	4	7	10
10x	per jaar	-	3	4	5	7	11	13	16	20	-	-	-
5x	per jaar	-	4	6	7	10	14	17	21	28	-	-	-
2x	per jaar	4	7	8	10	13	18	22	28	35	42	54	65
1x	per jaar	6	9	12	14	17	23	27	34	41	51	64	77
1x	per 2 jaar	7	12	15	18	22	28	33	40	48	59	74	89
1x	per 5 jaar	9	15	19	23	27	34	39	48	56	70	87	104
1x	per 10 jaar	10	18	23	27	31	39	45	53	63	79	97	116
1x	per 20 jaar	12	21	26	30	35	44	50	59	69	87	106	127
1x	per 50 jaar	14	24	30	36	41	50	57	67	78	98	119	143
1x	per 100 jaar	15	27	34	39	45	55	62	73	85	106	129	154

Figuur 4.2 Neerslaghoeveelheden (mm) uit de reeks (1906-1977) bij verschillende builengtes en terugkeerfrequenties,. Bron: Buishand en Velds (1980)



Figuur 4.3 Grafische weergave buiverloop (in % per tijdseenheid) van de gehanteerde buitypen a t/m g (bron: STOWA)

Voor de dimensionering zijn verder de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Het aan te sluiten verhard oppervlak betreft dakoppervlak en verharding bedraagt 4255 m²;
- Infiltratie vindt enkel plaats via de wanden van het systeem, de bodem zal na verloop van tijd door dichtslibbing zijn infiltratiecapaciteit verliezen. Het infiltrerend wandoppervlak is afhankelijk van de waterhoogte in het systeem;
- De rekenwaarde van de doorlatendheid van de bodem, na grondverbetering bedraagt 1,5 m/dag voor het gehele profiel;
- Er is geen rekening gehouden met berging en infiltratie anders dan ter plaatse van de elementen;
- Het systeem is leeg bij de start van de bui;
- Voor de dimensionering van de dynamische berging is cf. de beleidsregels van het waterschap uitgegaan van een bui T=100 (84 mm) in 24h tijd;
- Het bergend volume van infiltratiekratten is aangehouden op 95%, van Aquaflow op 35%.

4.4.2 Rekenresultaten

De rekenresultaten zijn weergegeven in navolgende tabel.

Te compenseren opp.	Bui	Maatgevende bui [type / duur]	Hoogte systeem [m]	Dimensies (l x b) [m x m]
Volledig verhard oppervlak (4255 m ²)	T=100	begin-piek, 1 dag	infiltratiekrat 0,4 m	50 × 12
	T=100	begin-piek, 1 dag	infiltratiekrat 0,8 m	50 × 5,8
	T=100	begin-piek, 1 dag	aquaflow 0,4 m	50 × 32

Een grafische weergave van de vulling van het systeem van is grafisch weergegeven in Bijlage 4. De definitieve systeemkeuze zal door de opdrachtgever worden gemaakt aan de hand van de rekenresultaten en zo nodig nader overleg met de gemeente en het waterschap.

Opmerking

Aan de hand van de verzamelde gegevens is voor de berekening uitgegaan van geschatte waarden en een sterk geschematiseerde bodemopbouw. Variatie in deze parameters zowel als lokale verschillen in de bodemopbouw kunnen in de praktijk afwijkingen in het gedrag van het systeem tot gevolg hebben.

4.5 Bronmaatregelen

Voor het voorkomen van verontreiniging van de bodem is het in eerste instantie belangrijk om de verontreiniging van afstromend hemelwater te voorkomen. Hemelwater kan hierbij onderscheiden worden in straat- en dakwater. Straatwater bevat dikwijls verontreinigingen afkomstig van verkeer, zwerfvuil en bedrijfsactiviteiten. Dakwater is aanzienlijk schoner.

4.5.1 Verontreiniging door afstroming van wegen en parkeerterreinen

De gemiddelde verontreinigingsconcentraties in hemelwater kunnen toenemen bij afstroming van wegen. De gemiddelde concentraties in afstromend hemelwater van wegen is onder meer afhankelijk van de verkeersintensiteit. Voor een aantal stoffen (bijvoorbeeld koper, zink en cadmium) neemt de gemiddelde vervuiling toe met de verkeersintensiteit. Andere voorkomende verontreinigingen in afstromend water van wegen en parkeerterreinen zijn lood, olie en PAK (polycyclische aromatische koolwaterstoffen).

In de leidraad aan- en afkoppelen van verharde oppervlakken wordt voor de infiltratie van hemelwater als grens een verkeersintensiteit van 1000 motorvoertuigbewegingen per dag gehanteerd.

4.5.2 Verontreiniging door dakbedekking

De gebruikte materialen voor daken, dakgoten en hemelwaterafvoeren kunnen bijdragen aan verhoogde concentraties zware metalen (zoals lood, zink en koper) en PAK. Deze verontreinigingen kunnen voorkomen worden, bijvoorbeeld door het gebruik van alternatieve, niet uitlogende, bouwmaterialen of het toepassen van een coating voor dakvlakken en goten van lood, zink en koper.

4.5.3 Overige

Verontreinigingen kunnen verder onder andere ontstaan door gebruik en beheer van de verharde oppervlakten. Een en ander kan bijvoorbeeld worden beperkt door:

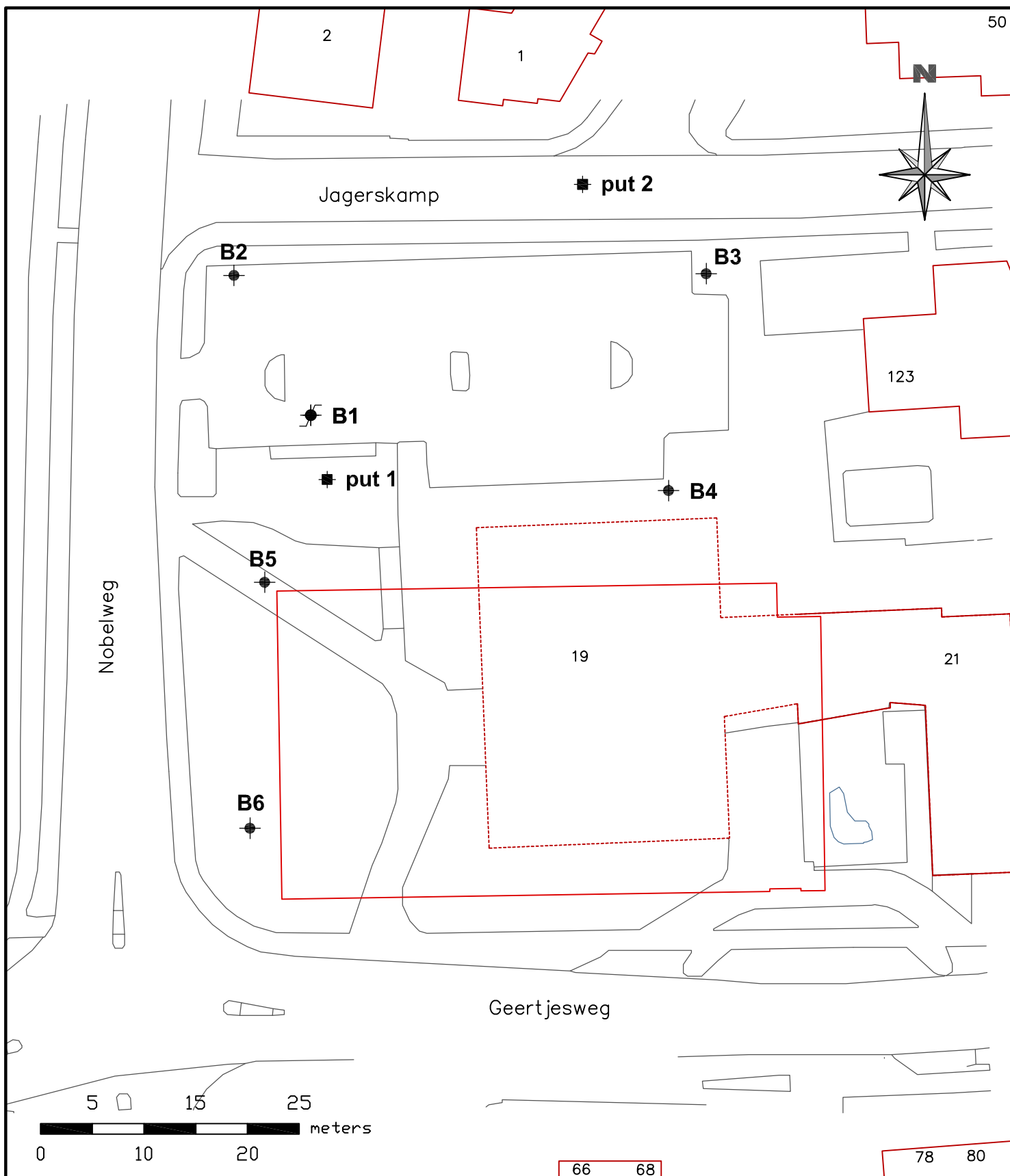
- voorlichting en controle op het gebruik van autowasplaatsen;
- verbod op het gebruik van schadelijke onkruidbestrijdingsmiddelen. Alternatieven zijn schoffelen, wieden, borstelen en verbranden van onkruid.

4.6 Voorkomen van verontreinigingsverspreiding

Indien het te infiltreren hemelwater toch licht verontreinigd is zal moeten worden voorkomen dat dit leidt tot bodemverontreiniging. De met het hemelwater meegevoerde verontreinigingen komen voor als ongebonden (in oplossing), gebonden aan opgelost organisch stof (in oplossing) en gebonden aan niet opgelost sediment. Bij goed uitgevoerde infiltratievoorzieningen blijft het fijne sediment, met de daaraan gebonden verontreinigingen, in de voorziening achter. Organische verbindingen in infiltratievoorzieningen worden voor een deel afgebroken. De opgeloste verontreinigingen kunnen met het infiltrerende hemelwater worden meegevoerd naar de ondergrond.

De beste manier om afstromend hemelwater te reinigen is om de infiltratie te laten plaatsvinden via een laag van humusrijk zand of teelaarde. Wanneer hemelwater infiltreert adsorberen (opgeloste) verontreinigingen aan de grond. Deze adsorptie vertraagt het transport van verontreinigingen door de onverzadigde zone van de bodem naar het grondwater. Op het moment dat alle adsorptieplaatsen in de grond bezet zijn, treedt doorslag op. De doorslagtermijn is de periode die verstrijkt van het starten met infiltreren tot het moment van doorslaan. Die termijn is onder meer afhankelijk van de grondsoort, de dikte van de reinigingslaag en het infiltratiedebiet. Een humusrijke laag heeft een hoog absorptievermogen en daardoor een langere doorslagtermijn dan een leemarme zandbodem.

Bijlage 1 : Resultaten grondonderzoek



Legenda

- ▼ Sondering uitgevoerd
- ▼ Sondering eerder uitgevoerd
- ▼ Sondering niet uitgevoerd
- Meetpunt
- ✦ Boring
- ✦ Wegdrukpellbuis
- ✦ Boring met peilbuis
- Handsondering

Situatietekening locatie

getekend: JGO
 datum: 30 december 2016
 projectleider: RDI
 formaat: A4
 schaal: 1 : 500

Project

Aanleg nieuwe parkeerplaats aan de Geertjesweg te Wageningen

projectnummer: 100953

bijlage: 1

LANKELMA
 INGENIEURSBUREAU
 VOOR GEO MILIEU EN FUNDERINGSTECHNIEK

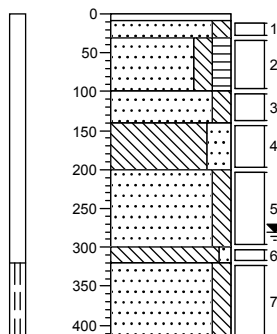


Lankelma Geotechniek Zuid BV
 Postbus 38
 5688 ZG Oirschot
 Tel. 0499-578520
 Fax. 0499-578573
 info@lankelma-zuid.nl
 www.lankelma-zuid.nl

B1

Datum: 29-12-2016

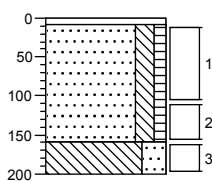
GWS: 280



0	Klinker
30	Zand, matig fijn, matig siltig, matig roesthoudend, licht oranjebruin
100	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, zwak puinhoudend, donkerbruin
140	Zand, matig fijn, matig siltig, lichtgrijs
200	Leem, sterk zandig, lichtgrijs
300	Zand, matig fijn, matig siltig, licht cremegrijs
320	Leem, zwak zandig, lichtgrijs
420	Zand, matig fijn, matig siltig, matig roesthoudend, licht oranjebruin

B2

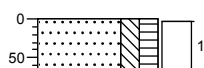
Datum: 29-12-2016



0	Klinker
160	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, licht geelbruin
200	Leem, sterk zandig, lichtgrijs

B3

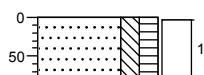
Datum: 29-12-2016



0	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, sporen puin, donkerbruin
71	Gestaakt na 3 pogingen

B4

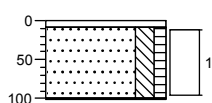
Datum: 29-12-2016



0	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, sporen puin, donkerbruin
81	Gestaakt na 3 pogingen

B5

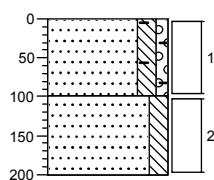
Datum: 29-12-2016



0	Klinker
101	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, lichtbruin
101	Gestaakt op ?

B6

Datum: 29-12-2016



0	
	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindig, zwak baksteenhoudend, lichtbruin
▲	
100	
	Zand, matig fijn, matig siltig, lichtbruin
200	

Waterpasstaat

Hoogten ingemeten met behulp van dGPS.

Datum uitvoering : 29 december 2016

Meetpunt	Hoogte [m t.o.v. NAP]
boring 1	12,72 +
boring 2	12,57 +
boring 3	12,85 +
boring 4	13,60 +
boring 5	13,22 +
boring 6	13,27 +
boring 1 kop peilbuis	12,65 +
put 1	12,88 +
put 2	12,83 +

Opmerking

Hoogten in deze waterpasstaat zijn uitsluitend bedoeld om inzicht te verkrijgen in de maaiveldhoogten van de meetpunten. Zonder verificatie door de gebruiker mogen deze hoogten niet voor andere doeleinden worden gebruikt.

Waterhuishouding

De grondwaterstand is tijdens het onderzoek in boorgat B1 aangetroffen op 3.10 m –mv. Hierbij wordt opgemerkt dat in boorgaten gemeten waterniveaus slechts een indicatie geven over de actuele grondwaterstand. Afhankelijk van de waterdoorlatendheid van de bodem is het mogelijk dat het grondwater zich niet volledig heeft ingesteld tijdens het onderzoek. Bovendien kan de grondwaterstand onder invloed van seizoensafhankelijke factoren gedurende het jaar fluctueren.

Bijlage 2 : Analyseresultaten



Analysrapport

Lankelma Geo. Zuid BV
R.M.I. van Dijck
Postbus 38
5688 ZG OIRSCHOT

Blad 1 van 3

Uw projectnaam : Wageningen, Geertjesweg 19
Uw projectnummer : 1600953
ALcontrol rapportnummer : 12448307, versienummer: 1
Rapport-verificatienummer : RRD5NDYR

Rotterdam, 05-01-2017

Geachte heer/mevrouw,

Hierbij ontvangt u de analyse resultaten van het laboratoriumonderzoek ten behoeve van uw project 1600953. Het onderzoek werd uitgevoerd conform uw opdracht. De gerapporteerde resultaten hebben uitsluitend betrekking op de geteste monsters. De door u aangegeven omschrijvingen voor de monsters en het project zijn overgenomen in dit analysrapport.

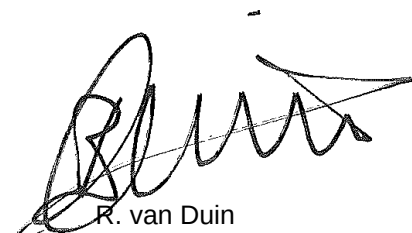
Het onderzoek is, met uitzondering van eventueel door derden uitgevoerd onderzoek, uitgevoerd door ALcontrol B.V., gevestigd aan de Steenhouwerstraat 15 in Rotterdam (NL).

Dit analysrapport bestaat inclusief bijlagen uit 3 pagina's. In geval van een versienummer van '2' of hoger vervallen de voorgaande versies. Alle bijlagen maken onlosmakelijk onderdeel uit van het rapport. Alleen vermenigvuldiging van het hele rapport is toegestaan.

Mocht u vragen en/of opmerkingen hebben naar aanleiding van dit rapport, bijvoorbeeld als u nadere informatie nodig heeft over de meetonzekerheid van de analyseresultaten in dit rapport, dan verzoeken wij u vriendelijk contact op te nemen met de afdeling Customer Support.

Wij vertrouwen er op u met deze informatie van dienst te zijn.

Hoogachtend,



R. van Duin
Laboratory Manager



Lankelma Geo. Zuid BV
R.M.I. van Dijk

Analysrapport

Blad 2 van 3

Projectnaam Wageningen, Geertjesweg 19
Projectnummer 1600953
Rapportnummer 12448307 - 1

Orderdatum 30-12-2016
Startdatum 30-12-2016
Rapportagedatum 05-01-2017

Nummer	Monstersoort	Monsterspecificatie			
001	Grond	MM1 B1 (200-300) B1 (320-420)			
002	Grond	MM2 B1 (30-100) B6 (0-100)			
Analyse		Eenheid	Q	001	002
droge stof	gew.-%	Q		83.6	92.2
calciet	% vd DS	Q		<0.2	0.3
organische stof (gloeiverlies)	% vd DS	Q		<0.5	1.7
KORRELGROOTTEVERDELING					
min. delen <2um	% vd DS	Q		2.2	2.6
min. delen <2um	% min st	Q		2.2	2.7
min. delen <16um	% min st	Q		3.6	5.9
min. delen <32um	% min st	Q		4.5	7.9
min. delen <50um	% min st	Q		9.0	13
min. delen <63um	% min st	Q		9.4	14
min. delen <125um	% min st	Q		15	20
min. delen <250um	% min st	Q		61	52
min. delen <500um	% min st	Q		95	82
min. delen <1mm	% min st	Q		99	92
min. delen <2mm	% min st	Q		99	96
min. delen >2mm	% vd DS	Q		<1	4.2
pH-KCl	-	Q		6.9	7.8
temperatuur t.b.v. pH	°C			21.6	21.2

De met Q gemerkte analyses zijn geaccrediteerd door de RvA.

Paraaf :



Lankelma Geo. Zuid BV
R.M.I. van Dijk

Analysrapport

Blad 3 van 3

Projectnaam Wageningen, Geertjesweg 19
Projectnummer 1600953
Rapportnummer 12448307 - 1

Orderdatum 30-12-2016
Startdatum 30-12-2016
Rapportagedatum 05-01-2017

Analyse	Monstersoort	Relatie tot norm
droge stof	Grond	Grond: Gelijkwaardig aan ISO 11465 en gelijkwaardig aan NEN-EN 15934. Grond (AS3000): conform AS3010-2 en gelijkwaardig aan NEN-EN 15934
calciet	Grond	Eigen methode
organische stof (gloeiverlies)	Grond	Gelijkwaardig aan NEN 5754 (Org. stof gecorrigeerd voor 5.4% lutum)
min. delen <2um	Grond	Grond: eigen methode. Grond (AS3000): conform AS3010-4
min. delen <2um	Grond	Eigen methode, pipetmethode
min. delen <16um	Grond	Idem
min. delen <32um	Grond	Idem
min. delen <50um	Grond	Eigen methode, zeef methode
min. delen <63um	Grond	Idem
min. delen <125um	Grond	Idem
min. delen <250um	Grond	Idem
min. delen <500um	Grond	Idem
min. delen <1mm	Grond	Idem
min. delen <2mm	Grond	Idem
min. delen >2mm	Grond	Eigen methode, zeefmethode
pH-KCl	Grond	Conform NEN-ISO 10390, conform NEN-EN 15933

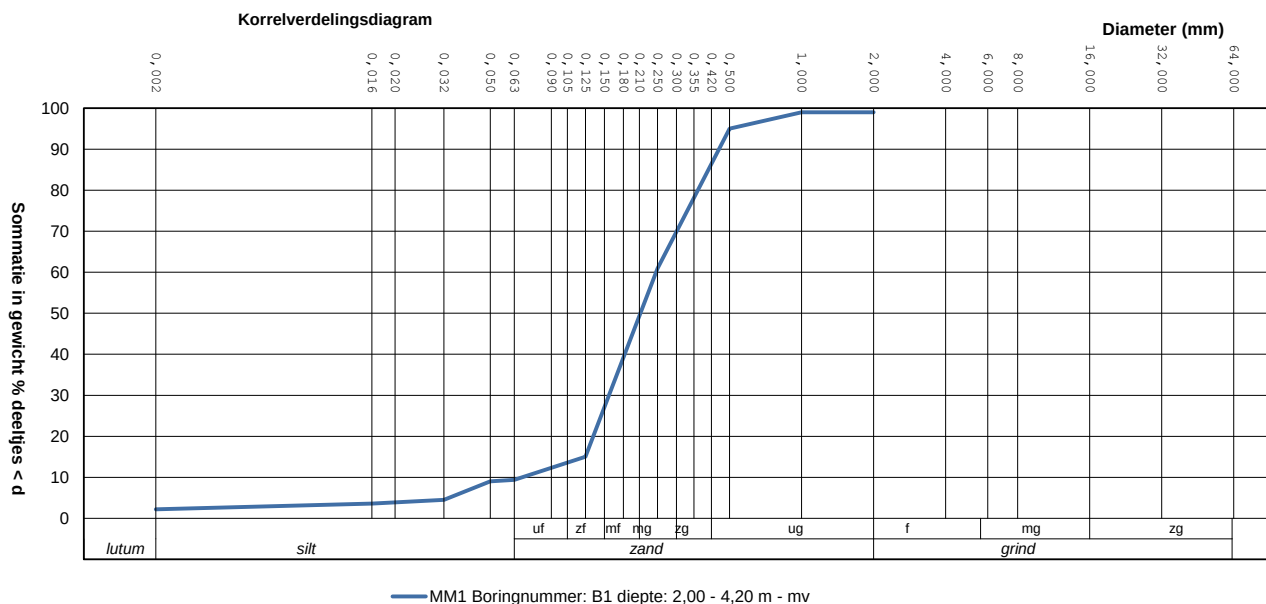
Monster	Barcode	Aanlevering	Monstername	Verpakking
001	Y6204465	30-12-2016	29-12-2016	ALC201
001	Y6204467	30-12-2016	29-12-2016	ALC201
002	Y6204458	30-12-2016	29-12-2016	ALC201
002	Y6204468	30-12-2016	29-12-2016	ALC201

Paraaf :

Monster: MM1, boring B1 (2 - 4,2 m)



Projectomschrijving: Wageningen



Monsteromschrijving

Boring	B1
Monster	MM1
Diepte [m - mv]	2 - 4,2 m - mv

Kenmerken

Grind (> 2 mm)	1,0	[%]
Zand (63 µm - 2 mm)	89,6	[%]
Silt (2 - 63 µm)	7,2	[%]
Lutum (< 2 µm)	2,2	[%]
Grofheid van zand(fracie)	matig grof	
Grondclassificatie	zwak siltig zand	
Mediaan van de zandfractie (M63)	0,232	mm
Cc (krommingscoëfficiënt)	1,6	[-]
Uniformiteitsfactor d_{60}/d_{10}	3,6	[-]
Fijnheidsgetal	1,31	[-]
Gloeiverlies (organische stof)	< 0,5	[%]
Vastheid (handmatige invoer tbv formule van Beyer)	-	

Korrelgrootteverdeling, numeriek

Fractie [mm]	Sommatie deeltjes < d [gewicht %, afgerond]
2	99%
1	99%
0,5	95%
0,25	61%
0,125	15%
0,063	9%
0,05	9%
0,032	5%
0,016	4%
0,002	< 1 %

Waterdoorlatendheid (informatief)

Formule + bron**	ontwikkeld voor	Maatgevend korreldiameter	K-waarde* [m/dag]	[m/s]
Krumbein & Monk ¹	uniform grof zand	d5 tot d95	2,55E+00	2,95E-05
Beyer ²	fijn zand	d10	3,96E+00	4,58E-05
Hazen ²	relatief uniform matig fijn tot grof zand	d10	4,86E+00	5,63E-05
Harlemann ¹	onbekend	d16	7,41E+00	8,58E-05
Seelheim*** ³	onbekend	d50	4,21E+00	4,87E-05
SBR ⁴	zand	M63	3,05E+00	3,52E-05
USBR*** ²	matig fijn zand	d20	3,80E+00	4,40E-05
Sauerbrei ²	fijn zand en zandige klei	d17	3,30E+00	3,82E-05

* Opgemerkt wordt dat de berekende K-waarden met de nodige voorzichtigheid moeten worden gehanteerd.:

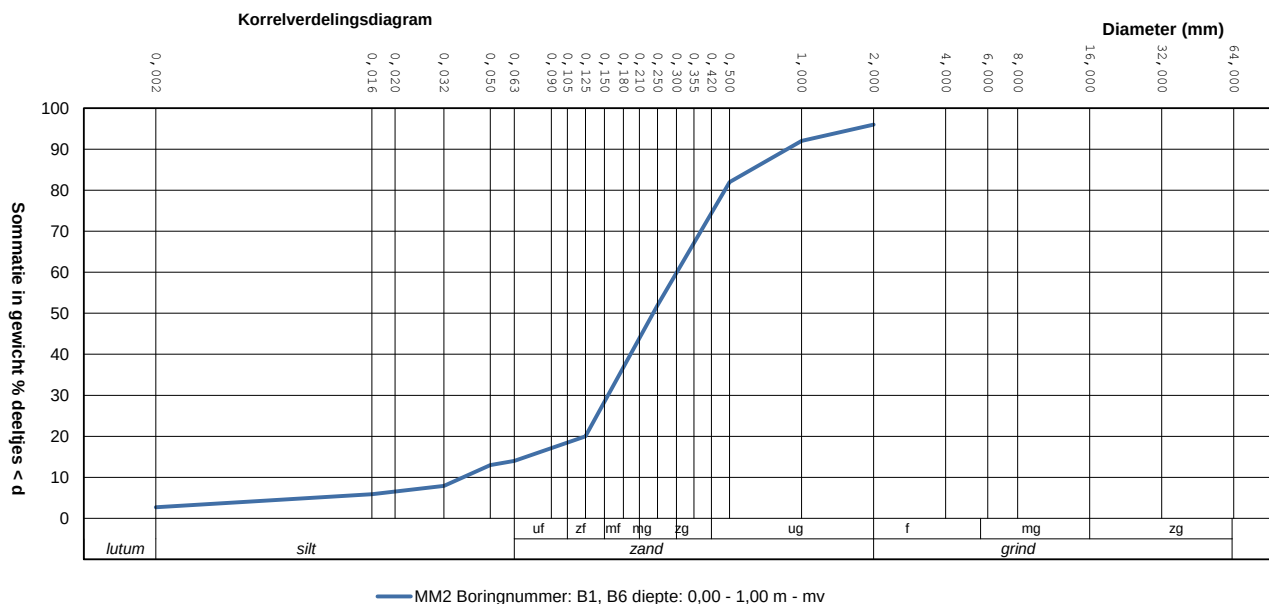
- De formules zijn ontwikkeld voor een bepaald type grond. Deze formules geven voor andere gronden niet zonder meer een betrouwbaar/buikbaar resultaat
- Het analysesresultaat wordt beïnvloed door oa. de voorbehandeling van Het monster en de analysemethode. de gegevens hiervan zijn niet bekend voor de gebruikte formules.
- De korrelverdeling is bepaald op basis van een zeer beperkte monsterhoeveelheid. Door heterogeniteit van de bodem en het voorkomen van voorkeursstromen kan de doorlatendheid van de bodem afwijken.
- De berekende K-waarden als een gemiddelde waarde dienen te worden beschouwd voor de horizontale en verticale doorlatendheid. Niet na te gaan is of de formules zijn gekalibreerd voor gelaagde grond.

** Bronnen:

1. Determination of Hydraulic Conductivity from Complete Grain-Size Distribution Curves, Alyamani & Sen d.d. 2005
2. Determination of hydraulic conductivity from grain size analysis, M. Kasenow d.d. 2002
3. Estimation of the permeability of granular soils using neuro-fuzzy system, Sezer, Göktepe, Altun d.d. 2009
4. SBR 190.03, bemaling van bouwputten d.d. 2003

*** bewerkt door Lankelma Geotechniek Zuid BV op basis van kalibratie met veldproeven

**** geeft volgens de literatuur vaak een onderschatting van de K-waarde



Monsteromschrijving

Boring	B1, B6
Monster	MM2
Diepte [m - mv]	0 - 1 m - mv

Kenmerken

Grind (> 2 mm)	4,0	[%]
Zand (63 µm - 2 mm)	82,0	[%]
Silt (2 - 63 µm)	11,3	[%]
Lutum (< 2 µm)	2,7	[%]
Grofheid van zand(fracie)	matig grof	
Grondclassificatie	matig siltig zand	
Mediaan van de zandfractie (M63)	0,275	mm
Cc (krommingscoëfficiënt)	2,2	[-]
Uniformiteitsfactor d_{60}/d_{10}	8,0	[-]
Fijnheidsgetal	1,58	[-]
Gloeiverlies (organische stof)	1,7	[%]
Vastheid (handmatige invoer tbv formule van Beyer)	-	

Korrelgrootteverdeling, numeriek

Fractie [mm]	Sommatie deeltjes < d [gewicht %, afgerond]
2	96%
1	92%
0,5	82%
0,25	52%
0,125	20%
0,063	14%
0,05	13%
0,032	8%
0,016	6%
0,002	< 1 %

Waterdoorlatendheid (informatief)

Formule + bron**	ontwikkeld voor	Maatgevend korreldiameter	K-waarde* [m/dag]	[m/s]
Krumbein & Monk ¹	uniform grof zand	d5 tot d95	2,69E+00	3,11E-05
Beyer ²	fijn zand	d10	1,05E+00	1,21E-05
Hazen ²	relatief uniform matig fijn tot grof zand	d10	1,56E+00	1,80E-05
Harlemann ¹	onbekend	d16	2,55E+00	2,95E-05
Seelheim*** ³	onbekend	d50	2,25E+00	2,61E-05
SBR ⁴	zand	M63	1,51E+00	1,75E-05
USBR*** ²	matig fijn zand	d20	1,98E+00	2,29E-05
Sauerbrei ²	fijn zand en zandige klei	d17	2,60E+00	3,01E-05

* Opgemerkt wordt dat de berekende K-waarden met de nodige voorzichtigheid moeten worden gehanteerd.:

- De formules zijn ontwikkeld voor een bepaald type grond. Deze formules geven voor andere gronden niet zonder meer een betrouwbaar/buikbaar resultaat
- Het analysesresultaat wordt beïnvloed door oa. de voorbehandeling van Het monster en de analysemethode. de gegevens hiervan zijn niet bekend voor de gebruikte formules.
- De korrelverdeling is bepaald op basis van een zeer beperkte monsterhoeveelheid. Door heterogeniteit van de bodem en het voorkomen van voorkeursstromen kan de doorlatendheid van de bodem afwijken.
- De berekende K-waarden als een gemiddelde waarde dienen te worden beschouwd voor de horizontale en verticale doorlatendheid. Niet na te gaan is of de formules zijn gekalibreerd voor gelaagde grond.

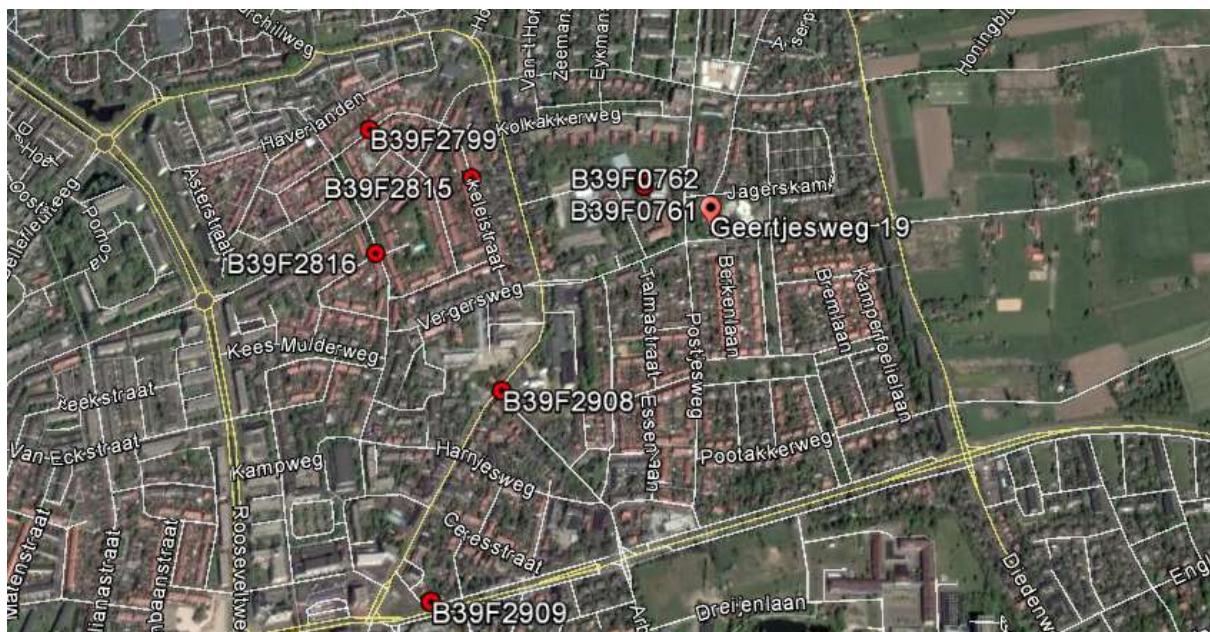
** Bronnen:

1. Determination of Hydraulic Conductivity from Complete Grain-Size Distribution Curves, Alyamani & Sen d.d. 2005
2. Determination of hydraulic conductivity from grain size analysis, M. Kasenow d.d. 2002
3. Estimation of the permeability of granular soils using neuro-fuzzy system, Sezer, Göktepe, Altun d.d. 2009
4. SBR 190.03, bemaling van bouwputten d.d. 2003

*** bewerkt door Lankelma Geotechniek Zuid BV op basis van kalibratie met veldproeven

**** geeft volgens de literatuur vaak een onderschatting van de K-waarde

Bijlage 3 : Monitoringsgegevens waterstanden



Peilbuis [nr]	x [m]	y [m]	mv [m + NAP]	bk filter [m + NAP]	ok filter [m + NAP]	GHG: [m + NAP]	GMG: [m + NAP]	GLG: [m + NAP]
B39F07621	174780	443060	12,23	9,5	9	11,1	10,2	9,5
B39F27991	174304	443180	10,41	8,36	7,36	9,4	9,1	8,9
B39F28151	174483	443085	11,15	9,98	8,98	9,9	9,7	9,4
B39F28152	174483	443085	11,15	8,94	7,94	9,9	9,7	9,4
B39F28161	174317	442957	10,58	8,95	7,95	9,1	9,0	8,8
B39F29081	174532	442712	14,07	8,29	7,29	9,2	9,0	8,8

Bijlage 4 : Dimensionering infiltratiesysteem

Noodzakelijke gegevens

Wat is het totale oppervlak van het projectgebied	4708 m ²		
Wat is het huidige verhard oppervlak van daken m ²	0 m ²		
Wat is het huidige verhard oppervlak op het terrein	0 m ²	afvoerend oppervlak	0 m ²
Wat is het toekomstige verhard oppervlak van daken	1573 m ²		
Afvoercoëfficiënt dakoppervlak	0,9 [0 - 1]		
Wat is het toekomstige verhard oppervlak op het terrein	2608 m ²	afvoerend oppervlak	3762,9 m ²
Infiltratiepercentage terreinverharding	0,1 [0 - 1]		
Netto te compenseren verhard oppervlak	3762,9		

Wat wordt het maaiveldniveau in het plan in na ophoging	13 m tov NAP
Wat is de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand	11,2 m tov NAP
Wat is de actuele Grondwaterstand	9,5 m tov NAP

Wat is de afvoercoëfficiënt in het plangebied	1,5 l/s/ha
k-waarde	1,5 m/dag

Wat is het maximale waterniveau (ten opzichte van de omgeving) in de voorziening (bv wadi)	0,4
Wat is het maximale waterniveau (ten opzichte van de omgeving) in de voorziening onder natte omstandigheden	0,4
Wat is het maximale waterniveau (ten opzichte van de omgeving) in de voorziening onder extreem natte omstandigheden	0,4

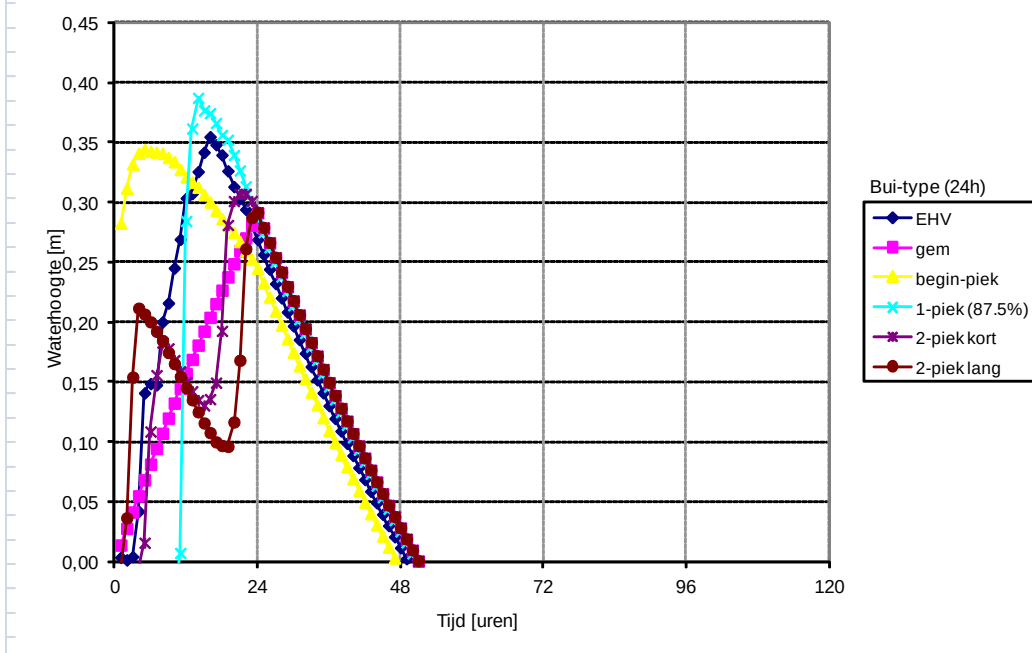
Systeem

beginwaterstand	Infiltratiekrat 0 m	Bakoppervl	600 m ²
Baklengte	50 m	Bakomtrek	124 m
Bakbreedte	12 m		
Bakhoogte	0,4 m		
berging	380 mm/m ²		95%

Extra berging in leidingwerk			
lengte	0 m		
diameter	0,25 m	inhoud	0 m ³

afgeleiden neerslag	infiltratie	afvoercoëff				Max hoogte in systeem
mm/d	m/dag	l/s/ha	mm/dag	m ³ /h		m
nat jaar	33	1,5	1,5	12,96	2,54232	0,14
T=10	54	1,5	1,5	12,96	2,54232	0,27
T=100	84	1,5	3	25,92	5,08464	0,39

Vulling infiltratiesysteem
bij verschillende typen buiverloop



Noodzakelijke gegevens

Wat is het totale oppervlak van het projectgebied	4708 m ²		
Wat is het huidige verhard oppervlak van daken m ²	0 m ²		
Wat is het huidige verhard oppervlak op het terrein	0 m ²	afvoerend oppervlak	0 m ²
Wat is het toekomstige verhard oppervlak van daken	1573 m ²		
Afvoercoëfficiënt dakoppervlak	0,9 [0 - 1]		
Wat is het toekomstige verhard oppervlak op het terrein	2608 m ²	afvoerend oppervlak	3762,9 m ²
Infiltratiepercentage terreinverharding	0,1 [0 - 1]		
Netto te compenseren verhard oppervlak	3762,9		

Wat wordt het maaiveldniveau in het plan in na ophoging	13 m tov NAP
Wat is de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand	11,2 m tov NAP
Wat is de actuele Grondwaterstand	9,5 m tov NAP

Wat is de afvoercoëfficiënt in het plangebied	1,5 l/s/ha
k-waarde	1,5 m/dag

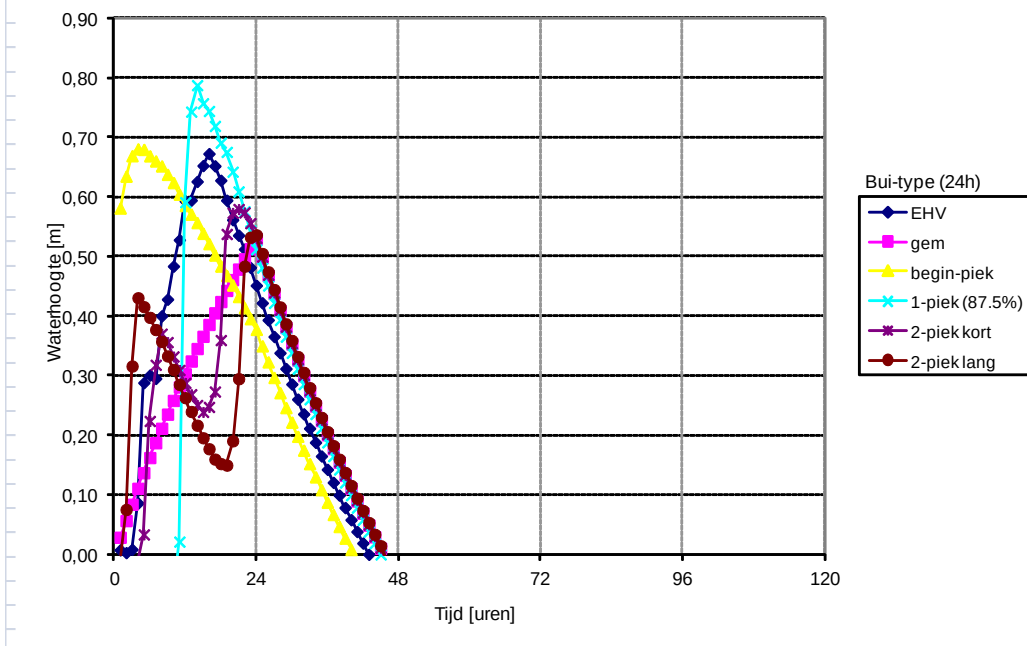
Wat is het maximale waterniveau (ten opzichte van de omgeving) in de voorziening (bv wadi)	0,8
Wat is het maximale waterniveau (ten opzichte van de omgeving) in de voorziening onder natte omstandigheden	0,8
Wat is het maximale waterniveau (ten opzichte van de omgeving) in de voorziening onder extreem natte omstandigheden	0,8

Systeem	Infiltratiekrat x2		
beginwaterstand	0 m	Bakoppervl	290 m ²
Baklengte	50 m	Bakomtrek	111,6 m
Bakbreedte	5,8 m		
Bakhoogte	0,4 m		
berging	380 mm/m ²		95%

Extra berging in leidingwerk			
lengte	0 m		
diameter	0,25 m	inhoud	0 m ³

Afgeleiden neerslag	infiltratie	afvoercoëff				Max hoogte in systeem
mm/d	m/dag	l/s/ha	mm/dag	m³/h		m
nat jaar	33	1,5	1,5	12,96	2,54232	0,29
T=10	54	1,5	1,5	12,96	2,54232	0,54
T=100	84	1,5	3	25,92	5,08464	0,79

Vulling infiltratiesysteem
bij verschillende typen buiverloop



Noodzakelijke gegevens

Wat is het totale oppervlak van het projectgebied	4708 m ²		
Wat is het huidige verhard oppervlak van daken m ²	0 m ²		
Wat is het huidige verhard oppervlak op het terrein	0 m ²	afvoerend oppervlak	0 m ²

Wat is het toekomstige verhard oppervlak van daken	1573 m ²		
Afvoercoëfficiënt dakoppervlak	0,9 [0 - 1]		
Wat is het toekomstige verhard oppervlak op het terrein	2608 m ²	afvoerend oppervlak	3762,9 m ²
Infiltratiepercentage terreinverharding	0,1 [0 - 1]		
Netto te compenseren verhard oppervlak	3762,9		

Wat wordt het maaiveldniveau in het plan in na ophoging	13 m tov NAP
Wat is de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand	11,2 m tov NAP
Wat is de actuele Grondwaterstand	9,5 m tov NAP

Wat is de afvoercoëfficiënt in het plangebied	1,5 l/s/ha
k-waarde	1,5 m/dag

Wat is het maximale waterniveau (ten opzichte van de omgeving) in de voorziening (bv wadi)	0,4
Wat is het maximale waterniveau (ten opzichte van de omgeving) in de voorziening onder natte omstandigheden	0,4
Wat is het maximale waterniveau (ten opzichte van de omgeving) in de voorziening onder extreem natte omstandigheden	0,4

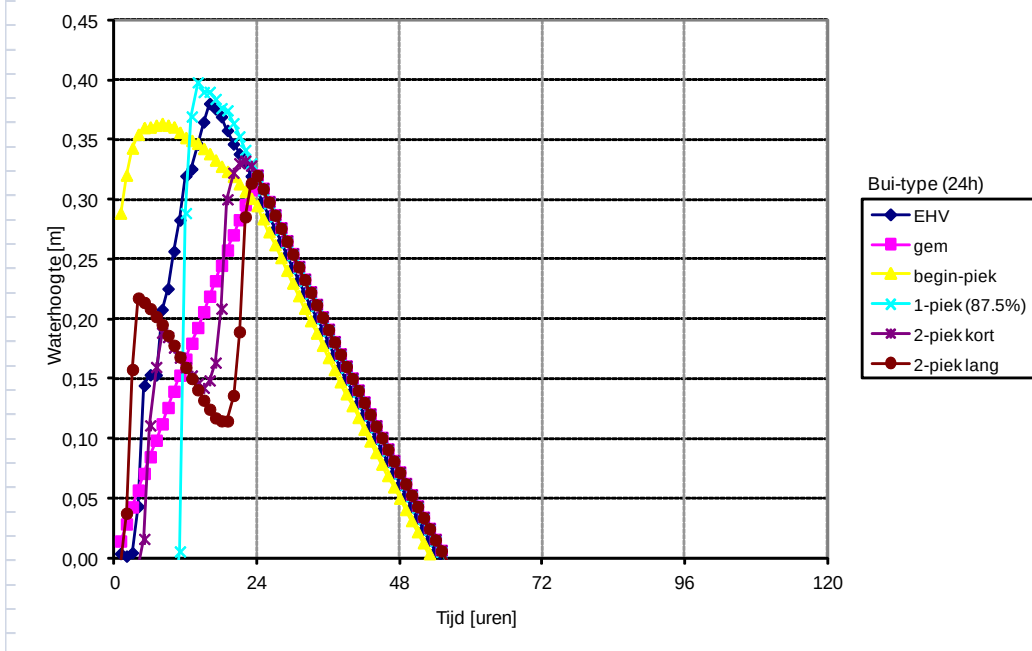
Systeem**Aquaflow**

beginwaterstand	0 m	Bakoppervl	1600 m ²
Baklengte	50 m	Bakomtrek	164 m
Bakbreedte	32 m		
Bakhoogte	0,4 m		
berging	140 mm/m ²		35%

Extra berging in leidingwerk			
lengte	0 m		
diameter	0,25 m	inhoud	0 m ³

Afgeleiden neerslag	infiltratie	afvoercoëff				Max hoogte in systeem
mm/d	m/dag	l/s/ha	mm/dag	m³/h		m
nat jaar	33	1,5	1,5	12,96	2,54232	0,14
T=10	54	1,5	1,5	12,96	2,54232	0,27
T=100	84	1,5	3	25,92	5,08464	0,40

Vulling infiltratiesysteem
bij verschillende typen buiverloop



Lankelma Geotechniek Zuid B.V.

Geotechniek

- Sonderen (truck, minirups, demontabel, hand) in Nederland, België, Frankrijk en desgewenst in de rest van wereld.
- Sonderen op het water (met hefeiland)
- Waterspanningsmeting en dissipatieproeven
- Peilbuizen wegdrukken
- Mechanisch (puls)boren conform protocol 'Mechanisch boren' (2101).
- Handboren
- Geotechnische monitoring
- Geotechnisch laboratoriumonderzoek
- Doorlatendheidsmetingen verzadigde en onverzadigde zone
- Akoestisch doorneten van palen
- Onderzoek naar niet gesprongen explosieven (NGE)
- dGPS-metingen

Milieutechniek

Wij zijn gecertificeerd voor de BRL SIKB 2000 en BRL SIKB 6000.

- Verkennend onderzoek
- Onderzoek naar asbest in de bodem
- BOOT-onderzoek
- Nulsituatie-onderzoek
- Nader onderzoek
- Waterbodemonderzoek (monsternameboot)
- BUS-melding
- Saneringsplan
- Milieukundige begeleiding
- Second opinion

Geotechnisch en geohydrologisch advies

- Funderingsadvies bebouwing, leidingen, constructies, infrastructuur
- Geohydrologische modellering (bemaling, drainage, wateroverlast, etc.)
- Bemalingsadvies, bemalingsplan, monitoringsplan, meldingen en vergunningen
- Bouwputadvies, damwandberekeningen en -advies
- Zettings- en ophoogadvies, inclusief voorbelasting, zettingsversnelling
- Stabiliteitsberekeningen taluds
- Infiltratiegeschiktheidsadvies, watertoetsadvies
- Civieltechnische herbruikbaarheid grond
- Analyse waterstanden, doorlatendheid, wateroverlast.
- GIS-toepassingen: hoogtemodellen, zanddiepte kaarten, etc.

Laboratorium

- Materiaaleigenschappen, volumegewicht, Atterbergse grenzen
- Samendrukkingsproeven, proctorproeven.
- Doorlatendheid, korrelverdeling en -vorm en afleiding k-waarden



Lankelma Geotechniek Zuid B.V.

Moorland 4a
Postbus 38
5688 ZG Oirschot
Tel: 0499 - 578520
Fax: 0499 - 578573
E-mail: info@lankelma-zuid.nl
Internet: www.lankelma-zuid.nl