

Opdrachtgever:

RAV Brabant Midden-West-Noord
Postbus 3024
5003 DA Tilburg

Contactbedrijf:

Bureau Verkuylen BV
Veemarktkade 8
5222 AE 's-Hertogenbosch

Rapportnummer:

94977-XG

Versie rapport:

0

Datum rapport:

18 maart 2013

Status rapport:

Gecontroleerd

Rapport
Infiltratiegeschiktheidsonderzoek
Nieuwbouw ambulancepost aan de
Eikenheuvelweg te Uden

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

1e auteur:
M.L.H.M. van Lipzig MSc

X 

2e auteur / controle:
Drs. I.W. van Geloven

X 

25/03/2013

Inhoudsopgave

1	Projectbeschrijving	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Plangegevens	1
1.2.1	Situatie / bouwplaats	1
1.2.2	Bouwplan	1
1.3	Gerelateerd, door ons bureau uitgevoerd onderzoek	1
2	Onderzoeksprogramma.....	2
2.1	Veldonderzoek	2
2.1.1	Boringen	2
2.1.2	Positiebepaling.....	2
2.1.3	Waterdoorlatendheidsmetingen verzadigde zone	2
2.1.4	Waterdoorlatendheidsmetingen onverzadigde zone	2
2.2	Laboratoriumonderzoek.....	2
2.3	Archief-/dossieronderzoek	2
2.3.1	TNO.....	2
2.3.2	Overig archiefonderzoek.....	3
3	Bodemopbouw en (geo)hydrologie.....	4
3.1	Hoogte maaiveld	4
3.2	Bodemopbouw	4
3.2.1	Laagopbouw van de grond en de variaties daarvan op de bouwplaats.....	4
3.2.2	Geologie van de bouwplaats en omgeving.....	4
3.3	Waterhuishouding	5
3.3.1	Oppervlaktewater / waterkeringen	5
3.3.2	Grondwater	5
3.3.3	Natuur.....	6
3.4	Waterdoorlatendheid	6
3.4.1	Laboratoriumonderzoek.....	6
3.4.2	Doorlatendheidsmetingen verzadigde zone.....	7
3.4.3	Doorlatendheidsmetingen onverzadigde zone	7
3.5	Samenvatting bodemopbouw	7
3.5.1	Algemeen.....	7
3.5.2	Geschiktheid voor infiltratie.....	7

Bijlagen

Bijlage 1: Resultaten grondonderzoek

Bijlage 2: Analyseresultaten

Bijlage 3: Monitoringsgegevens waterstanden

Verzendlijst

Geadresseerde Contactpersoon
Contactbedrijf: dhr. Nijssen

PDF Post (aantal)
☒ ☐

1 PROJECTBESCHRIJVING

1.1 Inleiding

Lankelma Geotechniek zuid B.V. is een geohydrologisch grondonderzoek uitgevoerd voor het project "Nieuwbouw ambulancepost aan de Eikenheuvelweg te Uden". Het geohydrologisch onderzoek heeft tot doel, om meer inzicht te geven in de waterdoorlatendheid van de bodem. Navolgend worden in dit rapport de resultaten van het grondonderzoek weergegeven.

1.2 Plangegevens

1.2.1 Situatie / bouwplaats

Het plan is gelegen aan de Eikenheuvelweg te Uden (gemeente Uden). De oppervlakte van de locatie is circa 1,0 ha. De locatie bevindt zich in het werkgebied van waterschap Aa en Maas en is gesitueerd in de provincie Noord-Brabant. De coördinaten volgens het RD-stelsel zijn globaal: $x = 170,02$ en $y = 460,71$ [km]. Het perceel is momenteel onbebouwd.



Figuur 1.1 Ligging onderzoekslocatie

1.2.2 Bouwplan

Het plan omvat de bouw van een nieuwe ambulancepost.

1.3 Gerelateerd, door ons bureau uitgevoerd onderzoek

Voor een groter plangebied (waar onderhavig project binnen valt) is door ons bureau in het voorjaar van 2012 een milieukundig bodemonderzoek uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn gerapporteerd onder projectnummer: 65575.

2 ONDERZOEKSPROGRAMMA

2.1 Veldonderzoek

Het grondonderzoek heeft plaatsgevonden op 14 en 15 februari 2013. De onderzoeksopzet is afgeleid van de module C2510 "Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage" uit de leidraad Riolerings (stichting Rioned), uitgaande van een relatief homogene bodemopbouw en een grondwaterstand ondieper dan 1,5 m - mv.

2.1.1 Boringen

Om inzicht te krijgen in de grondsamenstelling en de actuele grondwaterstand zijn 8 handboringen verricht (B1 t/m B8). Boringen B1 t/m B3 zijn 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.

2.1.2 Positiebepaling

De onderzoekspunten zijn door ons bureau in het terrein uitgezet door uitpassen. De hoogte van de punten evenals enkele oriëntatiepunten is vervolgens ingemeten middels waterpassing ten opzichte van NAP. Voor de (bron)gegevens van het referentieniveau en -punt en de hoogteligging van de verschillende meetpunten wordt verwezen naar de waterpasstaat en situatietekening in Bijlage 1.

2.1.3 Waterdoorlatendheidsmetingen verzadigde zone

In peilbuizen B1 t/m B3 zijn waterdoorlatendheidsmetingen 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. De verhouding tussen het pompdebiet en de waterstandsverlaging is een maat voor de doorlatendheid van het bodemtraject waarin het filter is geplaatst. De kenmerken en resultaten van de proef zijn weergegeven in § 3.4.2

2.1.4 Waterdoorlatendheidsmetingen onverzadigde zone

2.1.4.1 Constant-flow-rate-methode

In boorgaten B5 t/m B8 zijn waterdoorlatendheidsmetingen 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 water met een constant debiet in het, met een tijdelijk filter 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 § 3.4.3.1.

2.1.4.2 Falling-head-test

In boring B4 is een waterdoorlatendheidsmeting verricht middels de falling-head-methode. Bij deze proef wordt peilbuis geheel volgepompt, waarna de daling van het grondwater in de peilbuis wordt geregistreerd. De stijgingssnelheid van het water is een maat voor de horizontale waterdoorlatendheid (K_h -waarde) van het bodemtraject waarin de proef heeft plaatsgevonden. De resultaten van de doorlatendheidsmeting is weergegeven in § 3.4.3.2 en Bijlage 1.

2.2 Laboratoriumonderzoek

Teneinde meer inzicht te krijgen in de waterdoorlatendheid van de bodem zijn in het door Sterlab geaccrediteerd laboratorium van Alcontrol te Hoogvliet 3 grondmonsters geanalyseerd op korrelverdeling conform de SCG-zeefkromme (10 korrelfracties van 2 μ m tot 2 mm, organische stofgehalte, calciet en pH). De analysecertificaten zijn weergegeven in Bijlage 2.

2.3 Archief-/dossieronderzoek

2.3.1 TNO

Teneinde meer inzicht te geven in de geologie van de bouwplaats en omgeving zijn, beknopt, 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 bij TNO te Utrecht langjarige grondwaterstandsgegevens opgevraagd. Het betreft de gegevens van de peilbuizen B45H0151, -0152, -0155, -0181. Voor de weergave van de relevante grondwaterstandsgegevens wordt verwezen naar Bijlage 3.

2.3.2 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:

- Topografische kaart van Nederland 1:25.000, Topografische dienst.
- Grondwaterkaart van Nederland, TNO.
- Wateratlas, Provincie Noord - Brabant

Tevens zijn onze eigen archiefgegevens geraadpleegd.

3 BODEMOPBOUW EN (GEO)HYDROLOGIE

3.1 Hoogte maaiveld

De hoogte van het maaiveld ter plaatse van de onderzoekspunten varieert van 11,4 m tot 11,7 m + NAP. Het maaiveld op de onderzoekslocatie is relatief vlak. Regionaal helt het maaiveld af richting het zuidwesten.

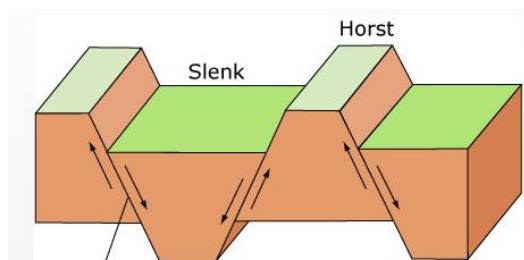
3.2 Bodemopbouw

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

Onder een 0,3 á 0,7 m dikke toplaag met humushoudend matig fijn zand worden tot 8,4 á 10,7 m + NAP matig fijne zandafzettingen aangetoond. Daaronder wordt tot maximaal verkende diepte (7,4 m + NAP) een matig grof, matig siltig, grindhoudend zandpakket aangetoond.

3.2.2 Geologie van de bouwplaats en omgeving

De onderzoekslocatie is gesitueerd op zeer korte afstand (<200 m) van de Peelrandbreuk. De Peelrandbreuk, die min of meer de lijn Roermond-Deurne-Uden-Heesch volgt, vormt de begrenzing tussen de Peelhorst aan de noordoostkant en de Centrale Slenk aan de zuidwestkant. Oostelijk (Peelhorst) en westelijk (Centrale Slenk) van de breuklijn verschilt de geologie aanzienlijk. De bodemopbouw aan weerszijden van de Peelrandbreuk varieert ook sterk. Onder de humushoudende fijn zandige toplaag wordt in de Centrale Slenk voornamelijk matig fijn zand en leem aangetroffen. Op de Peelhorst is grof grindhoudend zand aanwezig.



Op basis van de geconstateerde bodemopbouw wordt aangenomen dat de onderzoekslocatie ten oosten van de Peelrandbreuk is gesitueerd.

De op basis van de geraadpleegde bronnen (ervan uitgaande dat de locatie ten oosten van de Peelrandbreuk is gesitueerd) 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 tov NAP]	Formatienaam*	Kenmerk	Lithologie**
12,4	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
2,2	Beegden	alle afzettingen van de rivier de Maas, in het zuidoosten van Nederland, vanaf het Pliocene (5 mln jaar geleden) tot het heden	(grof) zand en grind
-16	Peize / Waalre	fluviatiele zanden en kleien uit het Vroeg-Pleistoceenzanden, gevormd door de vroegere rivier de Eridanos (from. 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: fluviatiel 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.
-21	Kiezeloëliet	rivierafzettingen van de Rijn	kleihoudende grove, grindhoudende zandafzettingen
-60	Oosterhout	marine formatie uit het Pliocene	afwisseling van (middel)grof zand en kleilagen

* 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.

3.3 Waterhuishouding

3.3.1 Oppervlaktewater / waterkeringen

De locatie is gesitueerd in district Aa/Grote Wetering van waterschap Aa en Maas. Op ca. 630 m ten zuidwesten van de onderzoekslocatie stroomt de Leigraaf. In de omgeving zijn tevens enkele sloten en greppels aanwezig. De invloed van de watergangen op de lokale waterhuishouding is naar verwachting beperkt. Een overzicht van de aanwezige sloten en greppels in Figuur 3.1.



Figuur 3.1 Ligging sloten en greppels in de omgeving van de onderzoekslocatie, bron wateratlas Brabant

3.3.2 Grondwater

3.3.2.1 Grondwaterstroming

De globale horizontale stroming is, volgens de grondwaterkaart van Nederland, zuidwestelijk gericht met een verhang van circa 1 meter per kilometer (loodrecht op de Peelrandbreuk).

3.3.2.2 Grondwaterstand en -fluctuaties

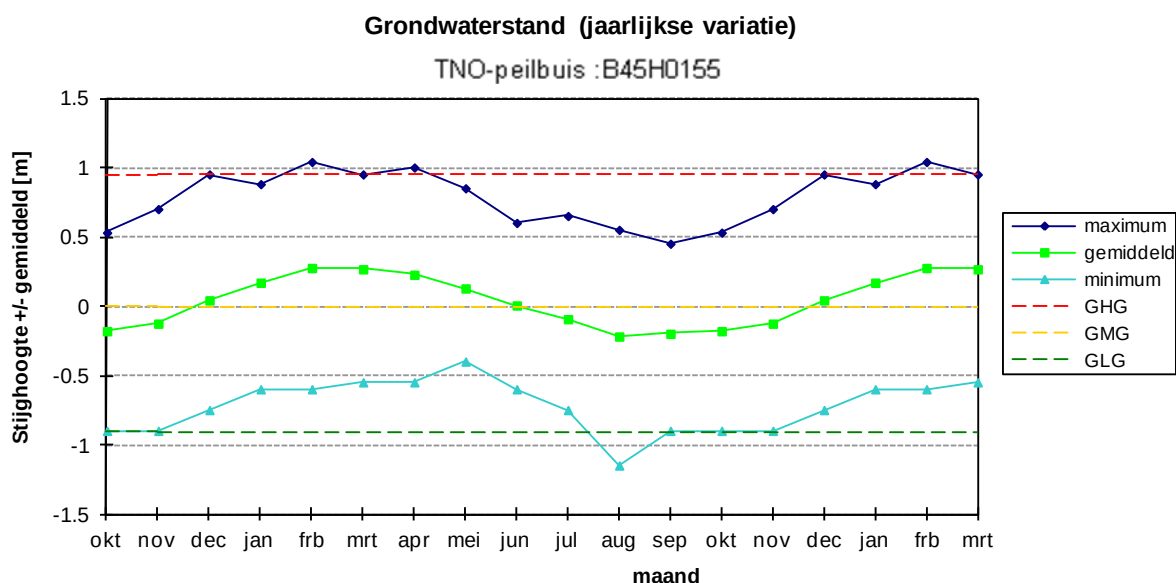
De tijdens het onderzoek geregistreerde grondwaterstanden en/of stijghoogten van watervoerende lagen zijn weergegeven in navolgende tabel

Meetpunt [nr.]	Meetdiepte	Meetmoment [datum]	[relatief]*	Waterspiegel [m - mv]	[m tov NAP]
B18 (milieu)	1,7 - 2,7	2-2-2012	circa 1 week na plaatsing	0,95	ca. 10,7
B1	3,2 - 4,2	15-2-2013	ca. 24u na plaatsing	1,30	10,10
B2	3,46 - 4,46	15-2-2013	ca. 24u na plaatsing	0,94	10,56
B3	3,3 - 4,3	15-2-2013	ca. 24u na plaatsing	1,24	10,46

* Hierbij wordt opgemerkt dat in boor- en sondeergaten 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. De waarden dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd.

Onder invloed van seizoensafhankelijke factoren zal de grondwaterstand in de loop van de tijd fluctueren. Uit de bodemonsters was tijdens het boren aan de hand van de Gleykenmerken de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) niet eenduidig vast te stellen.

In de langdurig gemonitoorde peilbuizen uit het Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem van TNO zijn in de omgeving van de onderzoekslocatie fluctuaties in het grondwater van circa 2,0 m geregistreerd. De hoogste grondwaterstanden treden hierbij doorgaans op in januari - april, de laagste in juni - november (zie ook Figuur 3.3).



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

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

- Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG): 10,8 m + NAP
- Gemiddelde grondwaterstand (GMG): 9,9 m + NAP
- Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG): 9,3 m + NAP

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

3.3.3 Natuur

De onderzoekslocatie is niet gesitueerd binnen een waterparel, Natuurplel, Waterpotentiegebied, Natuurgebied of overige gebied met specifieke ecologische functie (vogel- en habitatrichtlijngebieden of natuurbeschermingswetgebieden). De locatie is niet gesitueerd binnen de "beschermde gebieden waterhuishouding" uit de Verordening Water Noord-Brabant.

3.4 Waterdoorlatendheid

3.4.1 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]
k1	B1 (matig fijn zand)	1,5 - 2,5	5,5	1,4
k2	B2 (matig grof zand)	0,7 - 1,5	3,9	2,9
k3	B3 (matig grof zand)	0,5 - 1,0	2,5	10,5

* 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. Op basis van ervaringscijfers stellen wij vast dat bij een hoge uniformiteitsfactor, de K-waarde van de bodem vaak sterk wordt overschat door de verschillende formules. Een in-situ doorlatendheidsmeting geeft dan vaak een meer waarheidsgetrouw beeld.

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	datum	Grondwaterstand [m - mv]	Debiet [l/min]	Verlaging [cm]	Meettraject [m - mv]	K _n -waarde [m/dag]	K _{n,gem} -waarde [m/dag]
B1	14-02-13	1,43	1,4	8	3,2 - 4,2	13,4	12,0
	15-02-13	1,33	1,1	8	3,2 - 4,2	10,6	
B2	14-02-13	0,87	1,1	8	3,5 - 4,5	10,6	14,6
	15-02-13	0,94	1,9	8	3,5 - 4,5	18,6	
B3	14-02-13	0,68	1,0	11	3,3 - 4,3	7,0	6,6
	15-02-13	1,12	1,9	24	3,3 - 4,3	6,2	

3.4.3 Doorlatendheidsmetingen onverzadigde zone

3.4.3.1 Constant-flow-rate-methode

Uit de doorlatendheidsmetingen in de onverzadigde zone is de waterdoorlatendheid (K-waarde) bepaald op basis van de formule van Amoozegar & Wilson (1999). De resultaten zijn weergegeven in de navolgende tabel.

Boring	Grondwaterstand [m - mv]	Debiet [l/min]	Verhoging [cm]	Meettraject [m-mv]	K-waarde [m/dag]
B5	-	0,79	56	0,0 - 0,6	1,7
B6	-	0,54	62	0,1 - 0,7	1,1
B7	-	0,31	43	0,5 - 1,0	1,1
B8	-	0,44	33	0,4 - 0,8	2,0

3.4.3.2 Falling Head-test

Uit de falling-head-proeven is de waterdoorlatendheid (K_n-waarde) bepaald met behulp van de methode van Hvorslev methode gebaseerd op de "Basic time lag procedure" (1951). De resultaten weergegeven in Bijlage 1 en samengevat in navolgende tabel.

Peilbuis	Grondwaterstand [m - mv]	Diepte [m - mv]	Time lag [min]	K-waarde [m/dag]
B4	-	0 - 0,93	38,6	0,12

3.5 Samenvatting bodemopbouw

3.5.1 Algemeen

Op basis van het uitgevoerde onderzoek kan het volgende worden geconstateerd:

- De maaiveldhoogte op de locatie varieert van ca. 11,4 tot 11,7 + NAP. Het terrein is relatief vlak;
- De bodem bestaat uit een toplaag van matig fijn zand, met daaronder matig grove zandafzettingen;
- De actuele grondwaterstand bedraagt 10,1 à 10,6 m + NAP. De GHG wordt ingeschat op 10,8 m + NAP (0,6 à 0,9 m - mv);
- De doorlatendheid van de fijn zandige toplaag is goed met gemeten k-waarden van 1 á 2 m/dag. De doorlatendheid van de daaronder liggende zandlagen is goed tot zeer goed met gemeten k-waarden van 6,6 á 14,6 m/dag. Lokaal kan de doorlatendheid echter aanzienlijk lager zijn (lokaal gemeten: 0,12 m/dag).

3.5.2 Geschiktheid voor infiltratie

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:

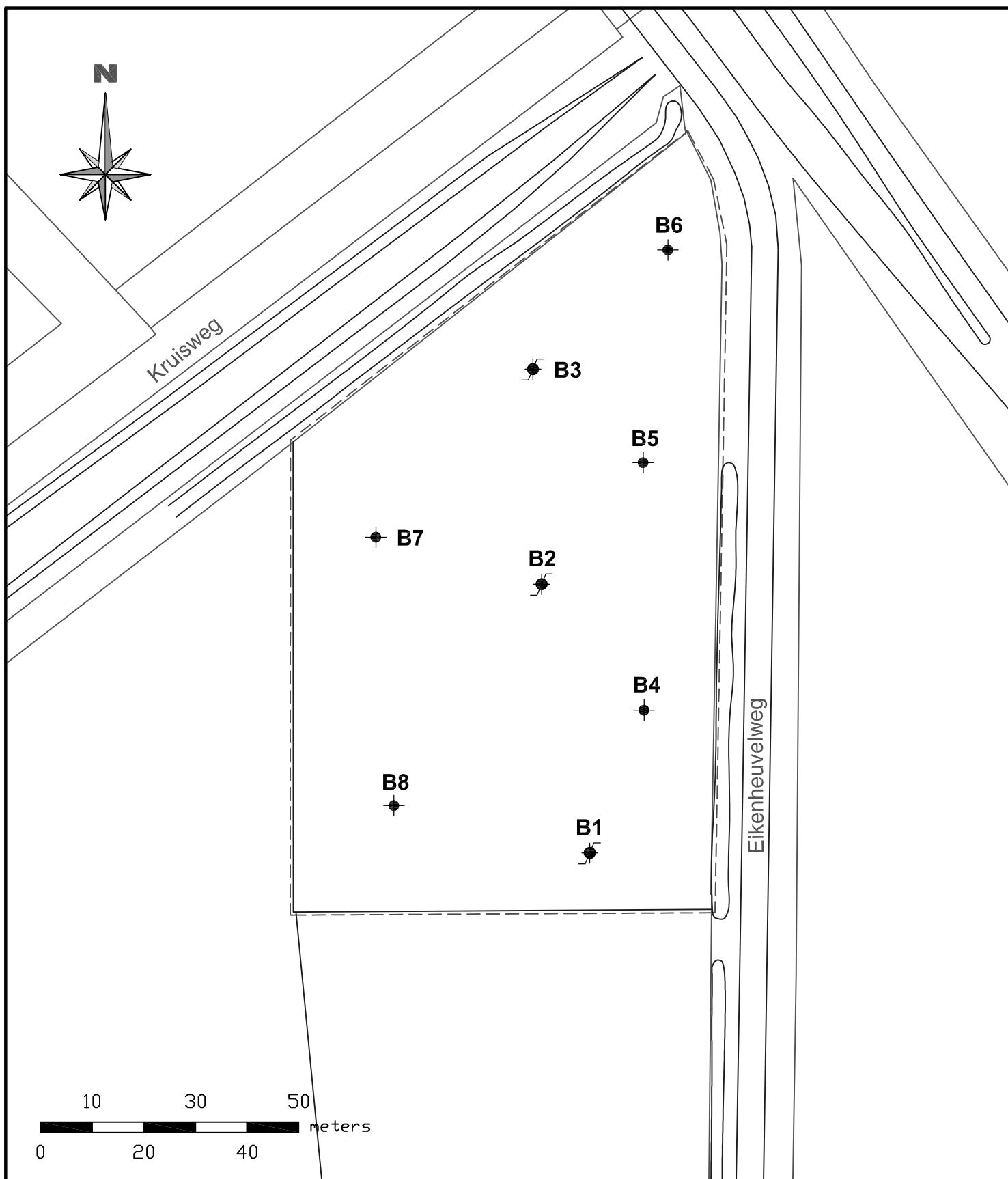
- de locatie mogelijkheden geeft voor de infiltratie van regenwater. Dit mits het terrein wordt afgewerkt op een hoogte van minimaal 11,5 m + NAP.
- zowel bovengrondse (wadi, doorlatende verharding) als ondergrondse (bv. infiltratiekragen, -koffers of IT-riool) kunnen worden toegepast.
- gezien de grote variatie in doorlatendheid van de bovengrond wordt geadviseerd om voor de dimensionering van de infiltratievoorzieningen uit te gaan van een k-waarde van 1 á 2 m/dag.
- omdat de (onder)grond plaatselijk een veel hogere k-waarde heeft (maar lokaal ook een lagere k-waarde), wordt in overweging gegeven ter plaatse van geplande voorzieningen aanvullend doorlatendheidsonderzoek uit te voeren. Op basis hiervan kan een beter ontwerp van de voorzieningen worden bereikt.

Bijlage 1 : Resultaten grondonderzoek

Toelichting sonderingen

De sondeergegevens worden in een grafiek weergegeven waarbij, indien van toepassing, het wrijvingsgetal (verhouding plaatselijke wrijving / conusweerstand) is berekend en gepresenteerd. Het wrijvingsgetal geeft samen met de conusweerstand over het algemeen een indicatie van de bodemopbouw onder de grondwaterstand. In navolgende tabel zijn enige indicatieve waarden hiervoor aangegeven. Opgemerkt wordt dat boven het grondwater de waarden hiervan kunnen afwijken.

Grondsoort	Conusweerstand (q_c) [MPa]	Wrijvingsgetal (f_s/q_c) [%]
zand, grind	> 5	0,2 - 1,0
siltig zand,	> 4	0,8 - 1,4
kleiig zand	> 2	1,0 - 2,0
leem	1 - 3	2,0 - 4,0
klei	0 - 5	2,0 - 6,0
venige klei	0 - 6	5,0 - 8,0
veen	0 - 4	5,0 - 10,0



Legenda

✂ Sondering uitgevoerd	✂ Meetpunt	✂ Handsondering	✂ Wegdrukpeilbuis
✂ Boring	✂ Sondering niet uitgevoerd	✂ Sondering eerder uitgevoerd	✂ Boring met peilbuis

Situatietekening
onderzoekslocatie

Project: **Onderzoek aan de Eikenheuvelweg te Uden**

Project.nr. :
94977

Bijlage :
1

get. **SHA**
d.d. **26 februari 2013**
proj.leid. **MLI**
formaat **a4**
schaal **1 : 1000**

LANKELMA
INGENIEURSBUREAU
VOOR GEO MILIEU EN FUNDERINGSTECHNIEK

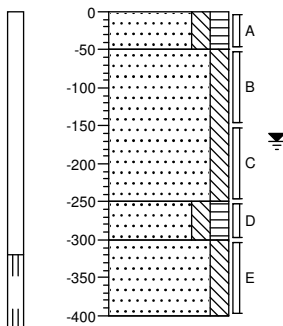


Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38
5688 ZG Oirschot
Tel. 0499-578520
Fax. 0499-578573
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

B1

Datum: 14-02-2013
Opmerking:
GWS:

170

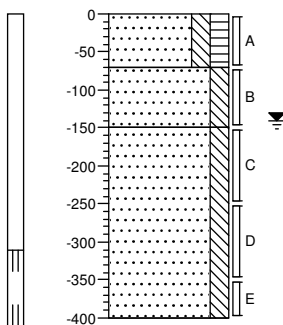


0	
50	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, donkerbruin
	Zand, matig fijn, matig siltig, lichtbruin
250	
300	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, donkerbruin
	Zand, matig grof, matig siltig, lichtgrijs
400	

B2

Datum: 14-02-2013
Opmerking:
GWS:

140

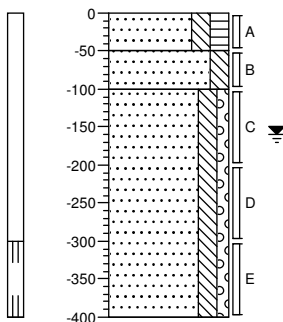


0	
	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, donkerbruin
70	
	Zand, matig fijn, matig siltig, matig roesthoudend, bruinrood
150	
	Zand, matig grof, matig siltig, lichtbruin
400	

B3

Datum: 14-02-2013
Opmerking:
GWS:

160

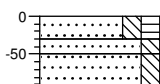


0	
	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, donkerbruin
50	
	Zand, matig fijn, matig siltig, lichtbruin
100	
	Zand, matig grof, matig siltig, zwak grindig, lichtgrijs
400	

B4A

Datum: 15-02-2013
Opmerking:
GWS:

15-02-2013



0	
30	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, donkerbruin
50	Zand, matig fijn, matig siltig, sterk roesthoudend, oranjebruin
93	Zand, matig fijn, matig siltig, sterk roesthoudend, oranjebruin

B5A

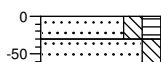
Datum: 15-02-2013
Opmerking:
GWS:



0	
40	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, donkerbruin
60	Zand, matig fijn, matig siltig, bruingrijs

B6A

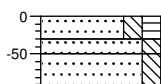
Datum: 15-02-2013
Opmerking:
GWS:



0	
30	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, donkerbruin
69	Zand, matig fijn, matig siltig, bruingrijs

B7A

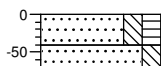
Datum: 15-02-2013
Opmerking:
GWS:



0	
30	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, donkerbruin
50	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak roesthoudend, geelgrijs
95	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak roesthoudend, lichtbruin

B8A

Datum: 15-02-2013
Opmerking:
GWS:



0	
40	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, donkerbruin
76	Zand, matig fijn, matig siltig, sterk roesthoudend, oranjegeel

Waterpasstaat

Omschrijving referentiepunt : straathoogte
 Hoogte referentiepunt : 12,05 m + NAP
 Hoogte afkomstig van : ingemeten middels dGPS
 Datum uitvoering : 14-02-2013

Meetpunt	Hoogte [m t.o.v. NAP]
PB1 kop	11,9
PB1 maaiveld	11,4
PB2 kop	11,9
PB2 maaiveld	11,5
PB3 kop	12,3
PB3 maaiveld	11,7
B4	11,7
B5	11,4
B6	11,6
B7	11,6
B8	11,4

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.

Bijlage 2 : Analyseresultaten



Analysrapport

Lankelma Geo. Zuid BV
M.L.H.M. van Lipzig
Postbus 38
5688 ZG OIRSCHOT

Blad 1 van 4

Uw projectnaam : Uden
Uw projectnummer : 94977, Eikenheuvelweg
ALcontrol rapportnummer : 11866393, versie nummer: 1
Rapport verificatie nummer : 2T9HLI6S

Rotterdam, 04-03-2013

Geachte heer/mevrouw,

Hierbij ontvangt u de analyse resultaten van het laboratoriumonderzoek ten behoeve van uw project 94977, Eikenheuvelweg. 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.

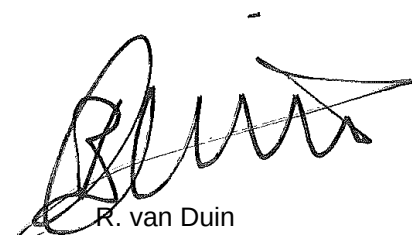
Het onderzoek is, met uitzondering van eventueel door derden uitgevoerd onderzoek, uitgevoerd door ALcontrol Laboratories, gevestigd aan de Steenhouwerstraat 15 in Rotterdam (NL).

Dit analysrapport bestaat inclusief bijlagen uit 4 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
M.L.H.M. van Lipzig

Analysrapport

Blad 2 van 4

Projectnaam Uden
Projectnummer 94977, Eikenheuvelweg
Rapportnummer 11866393 - 1

Orderdatum 22-02-2013
Startdatum 22-02-2013
Rapportagedatum 04-03-2013

Analyse	Eenheid	Q	001	002	003
droge stof	gew.-%	Q	86.9	73.6	88.0
calciet	% vd DS	Q	<0.2	0.4	<0.2
organische stof (gloeiverlies)	% vd DS	Q	<0.5	2.0	<0.5
KORRELGROOTTEVERDELING					
min. delen <2um	% vd DS	Q	5.0	1.7	1.3
min. delen <2um	% min st	Q	5.0	4.2	1.4
min. delen <16um	% min st	Q	6.6	6.8	1.6
min. delen <32um	% min st	Q	8.8	7.1	1.9
min. delen <50um	% min st	Q	12	9.5	3.2
min. delen <63um	% min st	Q	13	10	3.2
min. delen <125um	% min st	Q	27	21	8.0
min. delen <250um	% min st	Q	73	61	45
min. delen <500um	% min st	Q	97	88	92
min. delen <1mm	% min st	Q	99	93	97
min. delen <2mm	% min st	Q	99	96	99
min. delen >2mm	% vd DS	Q	<1	1.7	<1
pH-KCl	-	Q	4.7 ¹⁾	3.6 ¹⁾	5.6 ¹⁾
temperatuur t.b.v. pH	°C		20.1	20.4	20.2

De met S gemerkte analyses zijn geaccrediteerd en vallen onder de AS3000 erkenning. Overige accreditaties zijn gemerkt met een Q.

Nummer	Monstersoort	Monsterspecificatie
001	Grond	k1 B1 (150-250)
002	Grond	k2 B2 (70-150)
003	Grond	k3 B3 (50-100)

Paraaf :



Lankelma Geo. Zuid BV
M.L.H.M. van Lipzig

Analysrapport

Blad 3 van 4

Projectnaam Uden
Projectnummer 94977, Eikenheuvelweg
Rapportnummer 11866393 - 1

Orderdatum 22-02-2013
Startdatum 22-02-2013
Rapportagedatum 04-03-2013

Voetnoten

- 1 De periode tussen monsterneming en in behandeling nemen op het lab was groter dan de toegestane conserveertermijn volgens SIKB protocol 3001.

Paraaf :



Lankelma Geo. Zuid BV
M.L.H.M. van Lipzig

Analysrapport

Blad 4 van 4

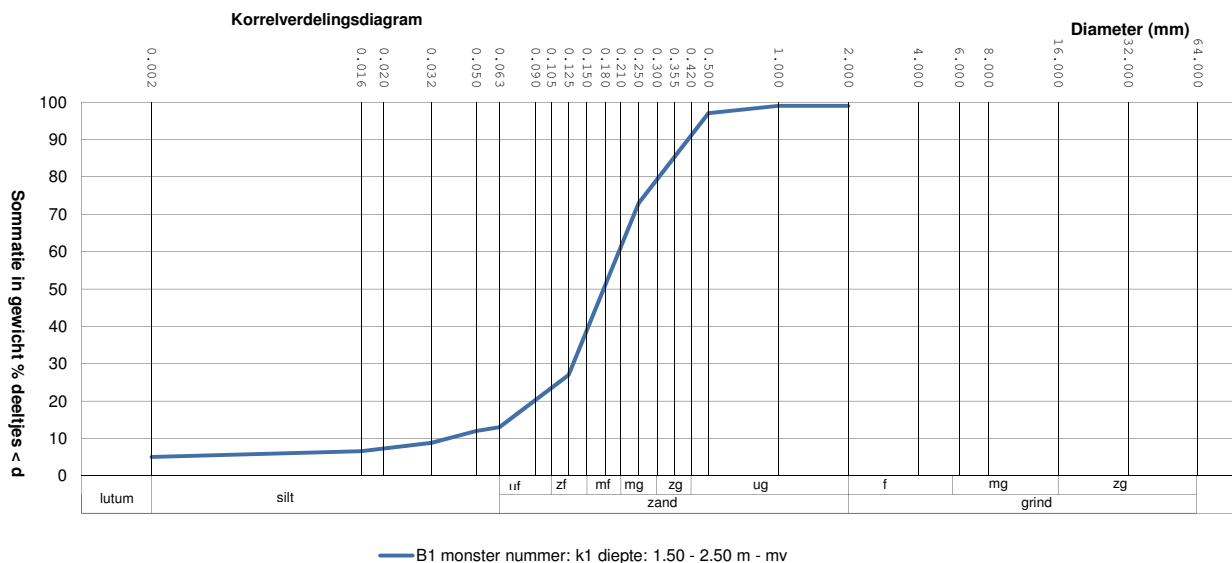
Projectnaam Uden
Projectnummer 94977, Eikenheuvelweg
Rapportnummer 11866393 - 1

Orderdatum 22-02-2013
Startdatum 22-02-2013
Rapportagedatum 04-03-2013

Analyse	Monstersoort	Relatie tot norm
droge stof	Grond	Grond: gelijkwaardig aan NEN-ISO 11465, Grond (AS3000): conform AS3010-2
calciet	Grond	Eigen methode
organische stof (gloeiverlies)	Grond	Gelijkwaardig aan NEN 5754 (Org. stof gecorrigeerd voor 10% lutum)
min. delen <2um	Grond	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

Monster	Barcode	Aanlevering	Monstername	Verpakking
001	Y4229842	15-02-2013	14-02-2013	ALC201
002	Y4229847	15-02-2013	14-02-2013	ALC201
003	Y4229837	15-02-2013	14-02-2013	ALC201

Paraaf :



Kenmerken

Grind (> 2 mm)	1.0	[%]
Zand (63 µm - 2 mm)	86.0	[%]
Silt (2 - 63 µm)	8.0	[%]
Lutum (< 2 µm)	5.0	[%]
Mediaan van de zandfractie (M63)	0.238	mm
Grofheid van het zand	matig fijn	
Cc (krommingscoëfficiënt)	2.1	[-]
Uniformiteitsfactor d_{60}/d_{10}	5.5	[-]
Fijnheidsgetal	1.05	[-]
Gloeiverlies (organische stof)	0.4	[%]
Vastheid (handmatige invoer tbv formule van Beyer)	-	

Waterdoorlatendheid (informatief)

Formule + bron**	ontwikkeld voor	Maatgevend korreldiameter	K-waarde* [m/dag]
Krumbein & Monk ¹	uniform grof zand	d5 tot d95	4.78E-01
Beyer ²	fijn zand	d10	1.11E+00
Hazen ²	relatief uniform matig fijn tot grof zand	d10	1.50E+00
Harlemann ¹	onbekend	d16	2.45E+00
Seelheim***3	onbekend	d50	1.96E+00
SBR ⁴	zand	M63	5.68E-01
USBR****2	matig fijn zand	d20	1.46E+00
Sauerbrei ²	fijn zand en zandige klei	d17	1.35E+00

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

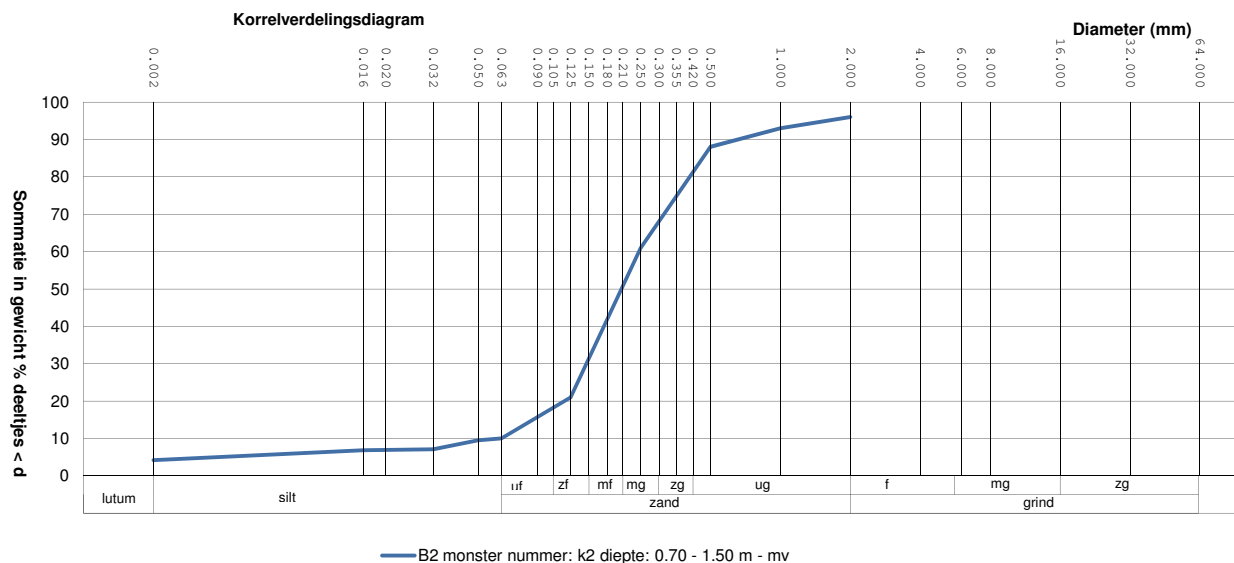
- De formules zijn ontwikkeld voor een bepaald type grond. Deze formules geven voor andere gronden niet zonder meer een betrouwbaar/buikbaar resultaat
- Het analyseresultaat wordt beïnvloed door oa. de voorbehandeling van Het monster en de analysemethode. de gegevens hiervan zijn niet bekend voor de 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



Kenmerken

Grind (> 2 mm)	4.0	[%]
Zand (63 µm - 2 mm)	86.0	[%]
Silt (2 - 63 µm)	5.8	[%]
Lutum (< 2 µm)	4.2	[%]
Mediaan van de zandfractie (M63)	0.330	mm
Grofheid van het zand	matig grof	
Cc (krommingscoëfficiënt)	1.5	[-]
Uniformiteitsfactor d_{60}/d_{10}	3.9	[-]
Fijnheidsgetal	1.41	[-]
Gloeiverlies (organische stof)	2.0	[%]
Vastheid (handmatige invoer tbv formule van Beyer)	-	

Waterdoorlatendheid (informatief)

Formule + bron**	ontwikkeld voor	Maatgevend korreldiameter	K-waarde* [m/dag]
Krumbein & Monk ¹	uniform grof zand	d5 tot d95	1.79E+00
Beyer ²	fijn zand	d10	3.17E+00
Hazen ²	relatief uniform matig fijn tot grof zand	d10	3.98E+00
Harlemann ¹	onbekend	d16	3.94E+00
Seelheim***3	onbekend	d50	3.66E+00
SBR ⁴	zand	M63	2.23E+00
USBR****2	matig fijn zand	d20	2.35E+00
Sauerbrei ²	fijn zand en zandige klei	d17	2.34E+00

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

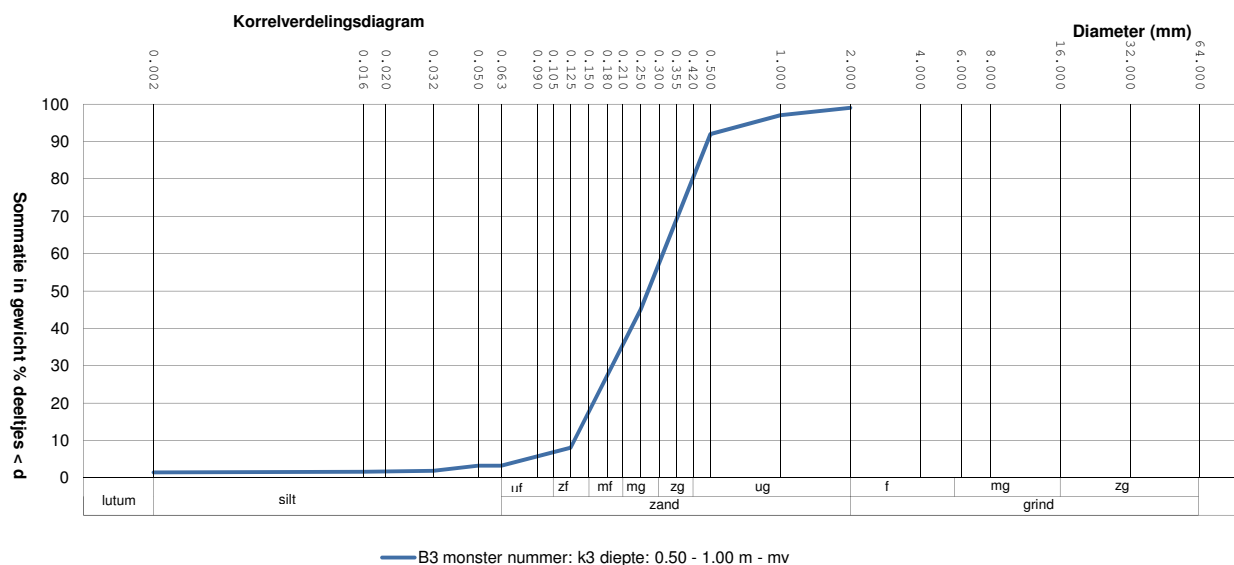
- De formules zijn ontwikkeld voor een bepaald type grond. Deze formules geven voor andere gronden niet zonder meer een betrouwbaar/buikbaar resultaat
- Het analysesresultaat wordt beïnvloed door oa. de voorbehandeling van Het monster en de analysemethode. de gegevens hiervan zijn niet bekend voor de 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



Kenmerken

Grind (> 2 mm)	1.0	[%]
Zand (63 µm - 2 mm)	95.8	[%]
Silt (2 - 63 µm)	1.8	[%]
Lutum (< 2 µm)	1.4	[%]
Mediaan van de zandfractie (M63)	0.356	mm
Grofheid van het zand	matig grof	
Cc (krommingscoëfficiënt)	0.9	[-]
Uniformiteitsfactor d_{60}/d_{10}	2.5	[-]
Fijnheidsgetal	1.59	[-]
Gloeiverlies (organische stof)	0.4	[%]
Vastheid (handmatige invoer tbv formule van Beyer)	-	

Waterdoorlatendheid (informatief)

Formule + bron**	ontwikkeld voor	Maatgevend korreldiameter	K-waarde* [m/dag]
Krumbein & Monk ¹	uniform grof zand	d5 tot d95	5.98E+00
Beyer ²	fijn zand	d10	1.52E+01
Hazen ²	relatief uniform matig fijn tot grof zand	d10	1.74E+01
Harlemann ¹	onbekend	d16	1.05E+01
Seelheim***3	onbekend	d50	9.43E+00
SBR ⁴	zand	M63	1.48E+01
USBR****2	matig fijn zand	d20	5.40E+00
Sauerbrei ²	fijn zand en zandige klei	d17	4.97E+00

* 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

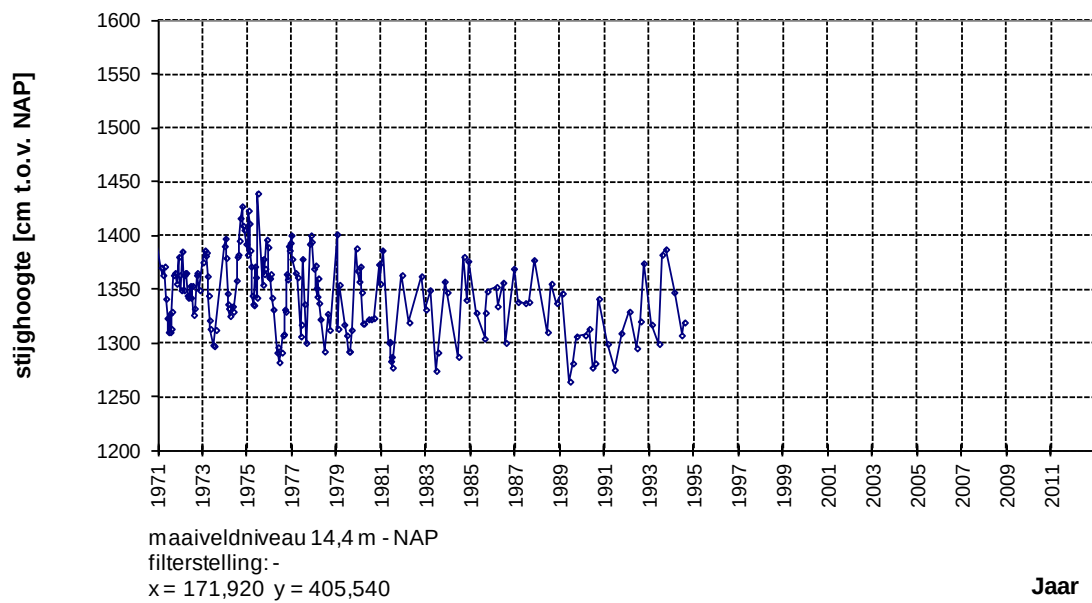
*** bewerkt door Lankelma Geotechniek Zuid BV op basis van kalibratie met veldproeven

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

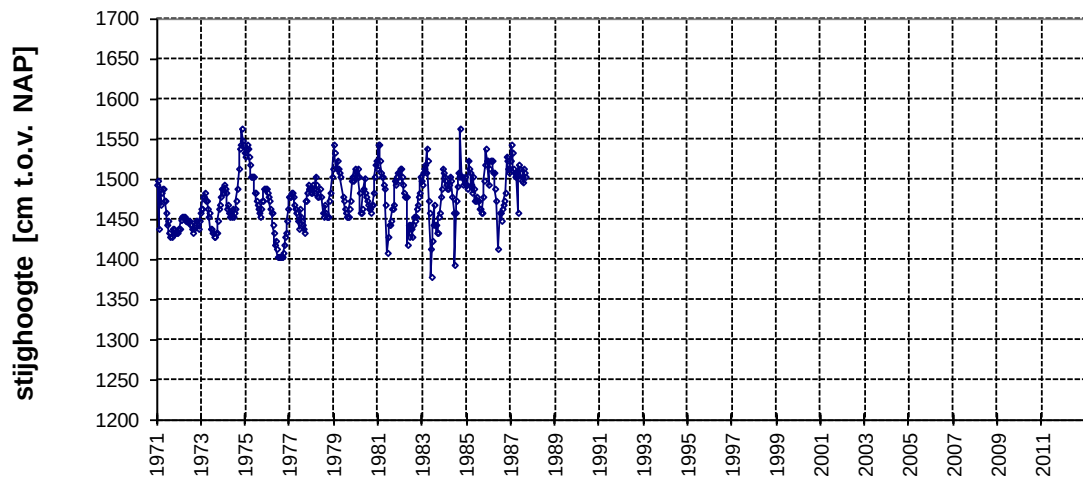
Bijlage 3 : Monitoringsgegevens waterstanden



Stijghoogte Peilbuis B45H0181



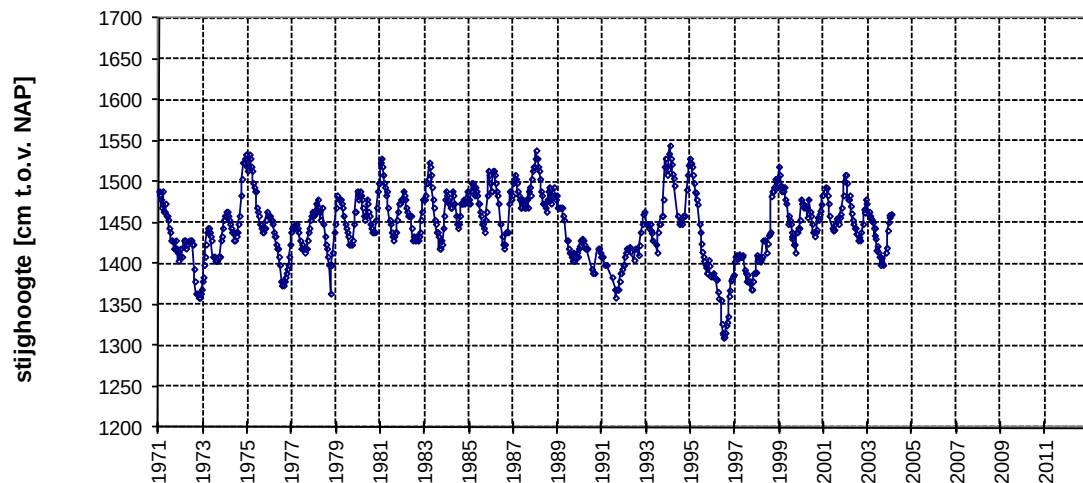
Stijghoogte Peilbuis B45H0155



maaiveldniveau 16,5 m - NAP
filterstelling: tot 4,65 m - NAP
x = 172,790 y = 405,820

Jaar

Stijghoogte Peilbuis B45H0151



maaiveldniveau 17,53 m + NAP
filterstelling tot 2,5 m + NAP
x = 170,661 y = 408,170

Jaar



Stijghoogte Peilbuis B45H0152

