



Onderzoek naar de waterdoorlatendheid ondergrond

Lindeplein ong. te Brunssum

Onderzoek naar de waterdoorlatendheid ondergrond

Lindeplein ong. te Brunssum

Rapportnummer: E230091.007/RKR
Datum: 21 juni 2023
Naam opdrachtgever: Pouderoyen B.V., de heer T. Thijssen
Adres opdrachtgever: Wijchenseweg 102 (2e etage) 6538 SX te NIJMEGEN
Contactpersoon
Aelmans Milieu: ing. R.M.E. Kroonen
Collegiale toets: ing. L. Omid

Aelmans Milieu

Kerkstraat 4
6367 JE Voerendaal
T (045) 575 32 55

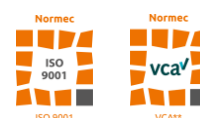
info@aelmans.com

Kerkstraat 2
6095 BE Baexem
T (0475) 459 260

www.aelmans.com

Aelmans Milieu
Is een handelsnaam van
Aelmans Eco B.V.

KvK 14048216
BTW NL8022.45.262.B.01
Bankrekening 15.48.06.137
BIC RABONL2U
IBAN NL27 RABO 0154 8061 37



Op onze dienstverlening zijn de algemene
voorwaarden van Aelmans Milieu van
toepassing die u vindt op www.aelmans.com

Inhoud

1	Inleiding.....	1
1.1	Opdrachtverlening.....	1
1.2	Doel van het onderzoek.....	1
1.3	Opzet van het onderzoek en de rapportage	1
2	Schematisering van de ondergrond	3
2.1	Veldtesten	3
2.2	Classificatie resultaten.....	4
3	Mogelijkheden voor infiltratie.....	6
3.1	Algemeen.....	6
3.2	Toetsing	6
3.3	Duiding.....	7
4	Conclusie en aanbevelingen	8

Figuur 1 Zoekgebied met situering boor- en infiltratiepunten

Bijlage 1 Boorlogs + legenda

Bijlage 2 Meetwaarden veldtesten en uitwerking middels Hooghoudt

1 Inleiding

1.1 Opdrachtverlening

Aelmans Milieu heeft van de heer T. Thijssen, namens Pouderoyen B.V., het verzoek gekregen onderzoek te doen naar de waterdoorlatendheid van de ondergrond ter hoogte van het Lindeplein ong. te Brunssum (= perceel van 2128 m²).

In geval van een klacht over de uitvoering van onze werkzaamheden vragen wij u om dit, bij voorkeur via email (info@aelmans.com), aan ons te melden. Ook staat het u vrij om klachten te melden bij onze certificatie-instelling Normec Certificatie (info-cert@normec.nl).

1.2 Doel van het onderzoek

Het doel van een onderzoek naar de waterdoorlatendheid van de ondergrond is vaststellen of infiltratie van regenwater in de bodem ter plaatse van de onderzoek locatie opportuun is. Eén en ander in het kader van duurzaam bouwen en het ontwerpen met regenwater. De doorlatendheid van de bodem is een van de bepalende factoren voor het dimensioneren en het (blijven) functioneren van infiltratie- en drainage systemen. Daarnaast speelt de doorlatendheid een belangrijke rol bij grondwateroverlast. Inzicht in doorlatendheid is dus van groot belang bij de planvoorbereiding voor hemelwaterinfiltratie of grondwaterdrainage.

1.3 Opzet van het onderzoek en de rapportage

Teneinde het infiltratievermogen op de locatie te onderzoeken, wordt een onderzoek verricht, welk ten doel heeft de waterdoorlatendheid van de ondergrond te bepalen. Deze kan op verschillende manieren worden onderzocht o.a.:

- ex-situ, off-site; labotesten (o.a. constant head of falling head test, afhankelijk van de grondslag);
- in-situ, on-site; veldtesten (bijv. omgekeerde boorgatmethode, Ksat, falling head, sokeaway test).

Het bepalen van de geschiktheid van de bodem voor infiltratie alsmede het vaststellen van de infiltratiesnelheid en bepaling van de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand maken onderdeel uit van dit onderzoek. Op basis van onderhavig onderzoek kan nog een watertoets worden verricht (een watertoets oftewel het opstellen waterparagraaf behoorde echter niet tot onze opdracht).

Als er bij de gemeente geen informatie bekend is over de waterdoorlatendheid van de bodem, dan is een uitgebreid onderzoek wenselijk. Het onderzoek dat wij aanbieden is afgeleid van de Leidraad Riolerings Module C2510, 'Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage'. Werkzaamheden worden verricht volgens de vigerende normen en richtlijnen.

De boringen zijn effectief verricht onder BRL 2101 regime en zijn conform de NEN-EN-ISO 22475-1 uitgevoerd en beschreven volgens de NEN-EN-ISO 14688-1:2019; Geotechnisch onderzoek en beproeving - Identificatie en classificatie van grond - Deel 1: Identificatie en beschrijving (incl. Nederlandse bijlage:2019).

2 Schematisering van de ondergrond

2.1 Veldtesten

In de Leidraad riolering module C2510 'Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage' (februari 2011) is een onderzoeksopzet opgenomen die (indicatief) gehanteerd is bij het uitgevoerde veldonderzoek. Deze module beperkt zich tot verzadigde doorlatendheid in stedelijk gebied, tot 3 à 4 m -mv. In relatie tot de oppervlakte van het plangebied én er van uitgaande dat de GHG na opleveren terrein dieper zit dan maaiveld -1,5 meter zijn op 3 mei 2023 in totaal 3 boringen gemaakt tot op maximaal een diepte van maaiveld -3 meter. Ter hoogte van alle [3] boringen zijn infiltratie proeven op einddiepte uitgevoerd. De boorstaten zijn in de bijlage 1 opgenomen. De samples zijn geïdentificeerd conform de NEN-EN-ISO14688-1, beschrijvingsklasse B2.

Middels veldtesten vindt de afleiding plaats van de doorlaatfactor voor infiltratie. Op de projectlocatie zijn dus (in-situ) in totaal 3 doorlatendheidsproeven uitgevoerd. Hiertoe wordt tot op een bepaalde diepte een boring met bekende boordiameter uitgevoerd in, met name, de onverzadigde zone (= boven het grondwater). Vervolgens is in korte tijd het boorgat gevuld met een vooraf vastgestelde hoeveelheid water. De zakking van de waterstand in het boorgat is in de tijd waargenomen. Indien opportuun wordt de test één tot tweemaal herhaald (een eerste meting geeft meestal een hogere doorlatendheid, omdat de aanwezige grond dan nog niet verzadigd is, bij de volgende metingen raakt de grond langzaam verzadigd waarbij de laatste meting normaliter maatgevend is voor de doorlatendheid). De proeven zijn uitgewerkt conform de omgekeerde Hooghoudt formule. In tabel 1-1 zijn de resultaten van de proeven weergegeven. In tabel 1-2 is dan een representatief profiel opgenomen omtrent de eerste 15 meter beneden het maaiveld ter plaatse. De meetwaarden zijn in bijlage 2 opgenomen. Situering van de infiltratieproeven volgens figuur 1.

Tabel 1-1: Resultaten doorlatendheidsproeven

		Nummer proef / boring			
		IP-01	IP-02	IP-03	
Site		Lindeplein ong. Brunssum			
Coördinaten	X	195943	195941	195941	
	Y	328373	328362	328352	
	Z (m +NAP)	85,07	84,99	84,91	
Diepte boring (m-mv)		3	3	3	
Grondwater (m-mv)		≥3			
Testdiepte (m-mv)		3	3	3	
Diameter boring (mm)		70			
Grondsoort		Tot op -3 meter Silt, sterk zandig, licht grindig. Tot op -0,5 meter licht humeus			
Doorlaatfactor (m/d) Hooghoudt		0,08	0,06	0,14	

Tabel 1-2: Resultaten van bodem uit BRO REGIS II v2.2

BRO REGIS II v2.2	<p style="text-align: center;">[RD] 195939, 328354 NAP +85.30 m</p> <p style="text-align: center;">85.30 m – 84.65 m +NAP</p> <p>Formatie van Boxtel, Laagpakket van Schimmert, kleiige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit leem en een spoor klei, fijn en midden zand; k_v-waarde: $1.0^{E-2} \leq k_v < 5.0^{E-2}$ m/d, c-waarde $0.0^{E0} \leq c < 5.0^{E1}$ dagen</p> <p style="text-align: center;">84.65 m – 82.74 m +NAP</p> <p>Formatie van Boxtel, zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit midden en fijn zand, met weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind k_h-waarde: $5.0^{E0} \leq k_h < 1.0^{E1}$ m/d</p> <p style="text-align: center;">82.74 m – 76.75 m +NAP</p> <p>Formatie van Beegden, zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit grof zand, grind en midden zand, met weinig zandige klei en fijn zand, een spoor klei en kans op stenen, keien en blokken k_h-waarde: $5.0^{E1} \leq k_h < 1.0^{E2}$ m/d</p> <p style="text-align: center;">76.75 m - 75.37 m +NAP</p> <p>Formatie van Ville, bruinkool eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit bruinkool en met weinig klei, zandige klei en midden zand k_v-waarde: $0.0^{E0} \leq k_v < 5.0^{E-5}$ m/d, c-waarde $1.0^{E4} \leq c < 1.0^{E5}$ dagen</p> <p style="text-align: center;">75.37 m - 70.30 m +NAP</p> <p>Formatie van Breda, zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit midden en fijn zand en kleiig zand, met weinig grof zand en glauconietzand en een spoor klei, bruinkool, grind en schelpen k_h-waarde: $2.5^{E0} \leq k_h < 5.0^{E0}$ m/d</p>
-------------------	---

2.2 Classificatie resultaten

De doorlatendheid van de ondergrond kan worden geclassificeerd als vermeld in tabel 1-3 (bron: Cultuurtechnisch Vademecum). De **doorlaatfactoren** van de geteste laag op de zoeklocatie zijn volgens deze classificatie en de Hooghoudt-uitwerking **slecht tot matig**. De doorlaatfactoren komen overeen met de waarden van k voor sterk leemhoudend zand ($k = 0,1 - 0,01$ m/d) en zeer fijn zand ($k = 1 - 0,1$ m/d).

Tabel 1-3: Classificatie doorlatendheid

k (m/d)		klasse
van	tot	
	< 0,01	Zeer slecht
0,01	0,10	Slecht
0,10	0,50	Matig
0,50	1,00	Vrij goed
1,00	10	Goed
>10		Zeer goed

3 Mogelijkheden voor infiltratie

3.1 Algemeen

Over het algemeen wordt gesteld, dat infiltratie van neerslagwater interessant is indien:

- de doorlatendheid groter is dan ca. 0,3 m/d*;
- het grondwater dieper dan 0,5 à 0,7 meter minus maaiveld aanwezig is;
- het in te leiden neerslagwater niet is verontreinigd.

* Infiltratie van neerslagwater behoort bij lagere doorlatendheden ook tot de mogelijkheden, mits hiervoor voldoende ruimte wordt gereserveerd om de geringe doorlatendheid te compenseren. Bij lagere doorlatendheden zal een voorziening voornamelijk als buffer dienen.

3.2 Toetsing

In tabel 1-1 zijn de maatgevende doorlatendheden weergegeven ter plaatse van de geteste bodemlaag op de zoeklocatie. **De bodem is geclassificeerd en de doorlatendheid voldoet nergens aan de eerste eis.**

Aan de tweede eis wordt voldaan, aangezien het grondwater zich op een diepte van ≥ 3 meter min maaiveld bevindt.

Aan de derde eis kan worden voldaan door alleen schoon regenwater te infiltreren. Voor infiltratie van het water zal een zand- en slibvangsysteem moeten worden aangebracht.

De mogelijkheden voor infiltratie zijn als volgt:

1. Oppervlakkige infiltratie via doorlatende verharde oppervlakten. Hierbij zal rekening moeten worden gehouden met een geroerde toplaag. Deze zal moeten worden verwijderd en door goed doorlatend materiaal worden vervangen. Oppervlakkige infiltratie is sterk onderhoudsgevoelig en over het algemeen geen economisch aantrekkelijke optie. Uitzondering hierop betreft een zogenaamde waterbergende weg (Aquaflow).
2. Infiltratie in de ondiepe ondergrond. Hierbij valt te denken aan infiltratie via een greppel (wadi) infiltratiekoffers, putten en of infiltratieriool. **Dit behoort niet tot de mogelijkheden, de doorlatendheid van de ondiepe ondergrond is onvoldoende.**
3. Infiltratie naar de diepere ondergrond. Dit kan middels grindpalen etc. naar diepere zand-/grindlagen. Dit zal zeker tot de mogelijkheden behoren, maar zou nader moeten worden onderzocht.

3.3 Duiding

Uit voorgaande paragraaf blijkt, dat infiltratie van schoon regenwater in de ondiepe grond niet mogelijk is. Het grondwater bevindt zich op een diepte van meer dan maaiveld -0,7 meter maar de doorlatendheid is onvoldoende. Tijdens de uitvoering van de testen werd het grondwater tot op maaiveld -3 meter niet aangetroffen (= NAP +81,91 m). Dit is echter een momentopname. Om een betere inschatting te maken van het grondwatergedrag is eigenlijk een langere meetreeks noodzakelijk, waaruit dan de GHG en GLG kan worden afgeleid.

De gemiddelde seizoen fluctuatie van het grondwaterpeil is, zoals aangegeven te karakteriseren met twee variabelen: de gemiddelde hoogste [GHG] en de gemiddelde laagste grondwaterstand [GLG], uitgedrukt in meter onder maaiveld [m -mv]. Deze twee variabelen werden geïntroduceerd door van Heesen in 1970, die voorstelde om de GHG en GLG te berekenen als het gemiddelde van de drie hoogste/laagste peilen per jaar van minimaal acht jaren, waarbij de grondwaterstand tweemaal per maand wordt gemeten (op of omstreeks de 14de en 28ste dag). Met 'jaren' worden hier geen kalenderjaren, maar wel hydrologische jaren bedoeld, die beginnen op 1 april en eindigen op 31 maart. Indien onvoldoende meetgegevens beschikbaar zijn, kan een meetreeks worden aangevuld, met behulp van meteorologische data en een tijdsreeksmodel. GHG en GLG zijn maar betekenisvol wanneer seizoen fluctuaties terug te vinden zijn in de tijdsreeks van grondwaterpeilen. Dat is niet altijd het geval.

Onderhavig veldwerk is begin mei 2023 uitgevoerd, het grondwaterpeil fluctueert gedurende het jaar. Gewoonlijk wordt de hoogste grondwaterstand (GWS) eind maart bereikt en de laagste GWS doorgaans eind september. Daarnaast varieert het grondwaterpeil van jaar tot jaar. Het waterpeil dat bijvoorbeeld eind maart wordt bereikt, is afhankelijk van de weerscondities in de periode die eraan vooraf gaat en die weerscondities zijn elk jaar lichtjes anders.

Ter hoogte van het Lindeplein ong. te Brunssum zelf, zijn in de literatuur (o.a. BRO REGIS II v2.2) géén meetreeksen gekend. De dichtstbijzijnde reeks is op 1,45 km (B60D1196-001) ten noordoosten aan het Engelbroekpad gelegen.

Uit deze reeks is een GHG van NAP +65,6 m af te leiden. Onderhavig plan ligt ten zuidwesten van deze metingen omstreeks 195939, 328354 [XY] en kent een maaiveldhoogte van circa NAP +85 m [Z]. De grondwaterstand, ten tijde van het onderzoek, was beneden NAP +81,91 m gelegen. Volgens Dienst Grondwaterverkenning TNO 1980 zou de gemiddelde stijghoogte van het grondwater ter plaatse circa NAP +79 m bedragen. Op basis van deze gegevens stellen wij voor een GHG aan te houden van NAP +80 m (en een GLG van NAP +70 m).

4 Conclusie en aanbevelingen

Uit de gemeten doorlatendheden blijkt, dat infiltratie van neerslagwater niet zondermeer tot de mogelijkheden behoort ter hoogte van de zoeklocatie Lindeplein ong. te Brunssum. Het infiltreren kan daar dus niet direct in de ondiepe ondergrond plaatsvinden. Een gereguleerde voeding/afvloeiing middels bijvoorbeeld een wadi en/of grindkoffers in combinatie met grindpalen is opportuun maar zal nader onderzocht moeten worden.

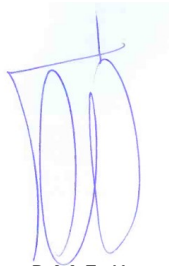
Ubachsberg, gemeente Voerendaal, 21 juni 2023

Aelmans Milieu

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "L. Omid".

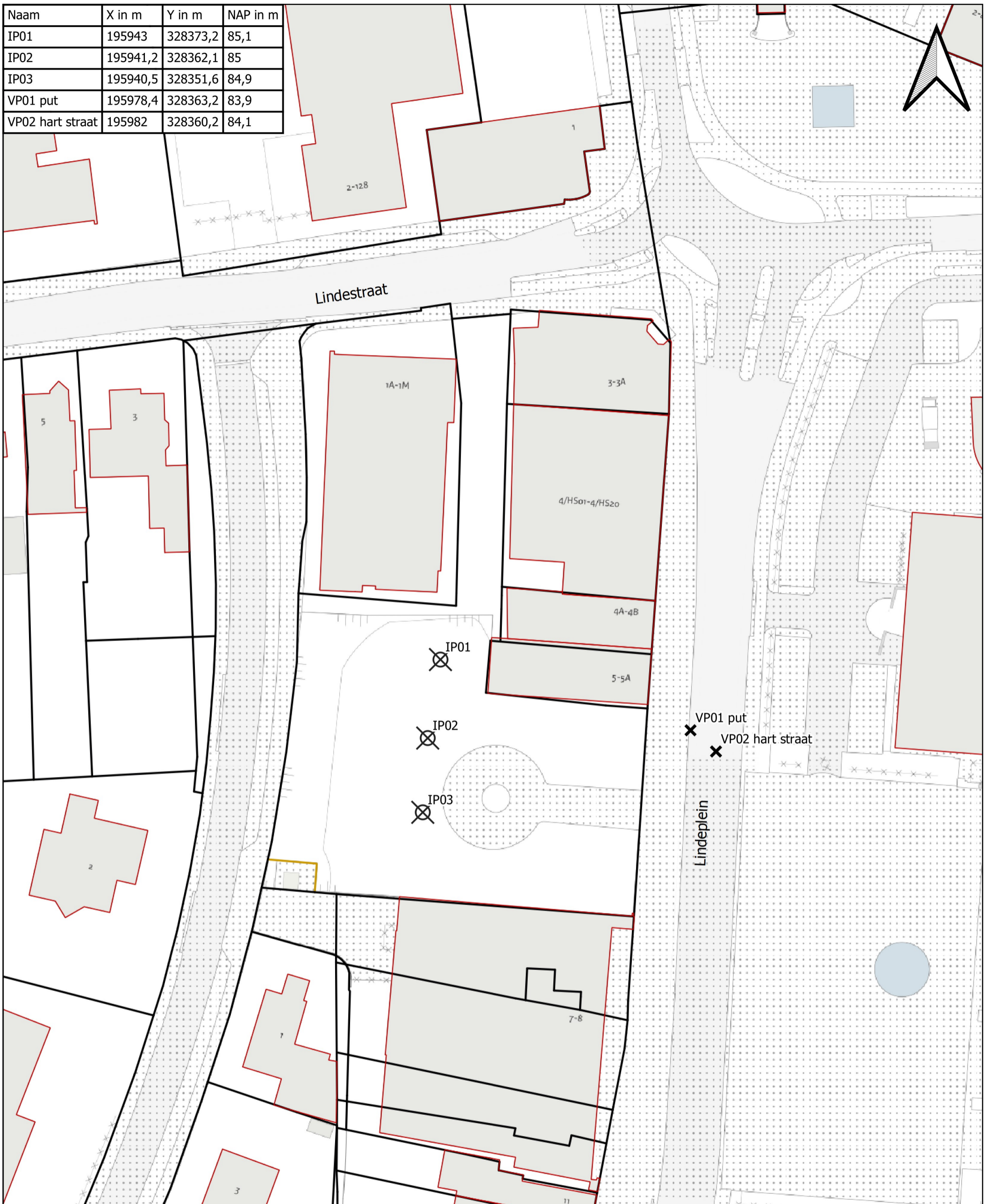
ing. L. Omid

Rapport opgesteld door:

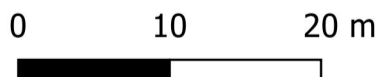
A handwritten signature in blue ink, appearing to read "R.M.E. Kroonen".

ing. R.M.E. Kroonen
Projectleider/adviseur geotechniek & geohydrologie

Naam	X in m	Y in m	NAP in m
IP01	195943	328373,2	85,1
IP02	195941,2	328362,1	85
IP03	195940,5	328351,6	84,9
VP01 put	195978,4	328363,2	83,9
VP02 hart straat	195982	328360,2	84,1



Legenda



- ✕ VP00 = Vast punt
- ⊗ IP00 = Infiltratieonderzoek



Kerkstraat 4
6367 JE Voerendaal
T: 045-5753255
E: info@aelmans.com

Kerkstraat 2
6095 BE Baexem
T: 0475-459260
<https://www.aelmans.com>

Opdrachtgever	Gemeente Brunssum		
Onderwerp	Onderzoekslocatie		
Locatie	Lindeplein te Brunssum		
Projectnummer	E230091		
Datum	19-06-2023	Tekeningnr:	Figuur01
Getekend	L. Omid	Schaal	1:500
		Formaat	A3

Bijlage 1

Boorlogs + legenda

Projectcode: E230091

Projectnaam: VBO Lindeplein Brunssum

Boring:

IP01

Datum:

19-6-2023

Y:

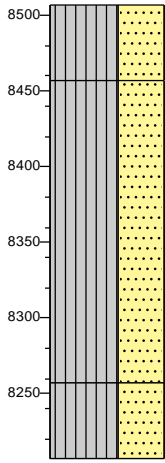
328373,16

X:

195943,02

N.A.P. [m]

85.07



0	gras
▲	Silt, stevig, sterk zandig, zwak organisch, zwak grindhoudend, sporen baksteen, standaardbruin
50	Silt, stevig, sterk zandig, zwak grindhoudend, sporen baksteen, standaardbruin
▲	
250	Silt, stevig, sterk zandig, zwak grindhoudend, lichtbruin
▲	
300	

Boring:

IP02

Datum:

19-6-2023

Y:

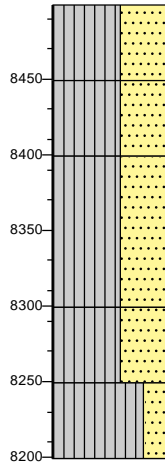
328362,05

X:

195941,16

N.A.P. [m]

84.99



0	gras
▲	Silt, stevig, sterk zandig, zwak organisch, zwak grindhoudend, standaardbruin
50	Silt, stevig, sterk zandig, zwak grindhoudend, standaardbruin
▲	
100	Silt, stevig, sterk zandig, zwak grindhoudend, sporen baksteen, donker grijsbruin
▲	
200	
▲	Silt, stevig, sterk zandig, sporen baksteen, standaardbruin
250	
▲	Silt, stijf, zwak zandig, zwak grindhoudend, sporen beton, sporen asfalt, lichtbruin
300	

Boring:

IP03

Datum:

19-6-2023

Y:

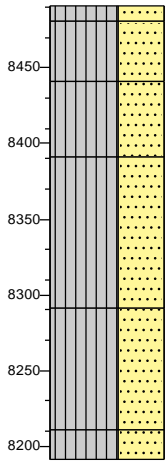
328351,59

X:

195940,52

N.A.P. [m]

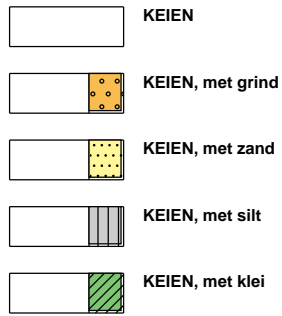
84.91



0	gras
10	Silt, stevig, sterk zandig, donkerbruin
▲	Silt, stevig, sterk zandig, zwak grindhoudend, standaardbruin
50	Silt, stevig, sterk zandig, brokken beton, standaardbruin
▲	
100	Silt, stevig, sterk zandig, standaardbruin
200	Silt, stevig, sterk zandig, standaardbruin
280	
▲	Silt, stevig, sterk zandig, sporen roest, lichtbruin
300	

Legenda (conform NEN-EN-ISO 14688-1)

KEIEN (KEITJES)



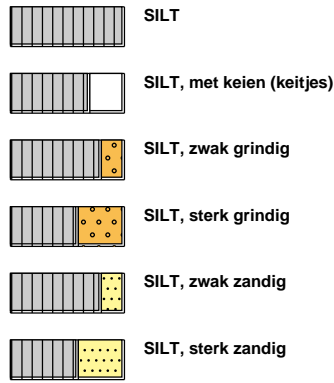
GRIND



ZAND



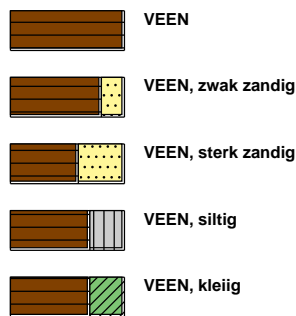
SILT



KLEI



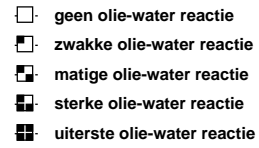
VEEN (HUMUS, DETRITUS)



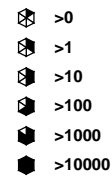
geur



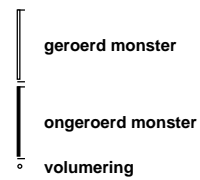
olie



p.i.d.-waarde



monsters



overig

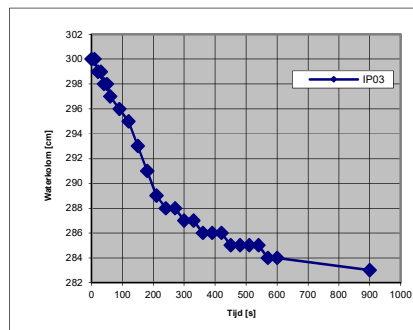
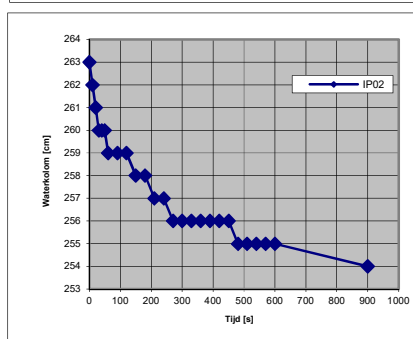
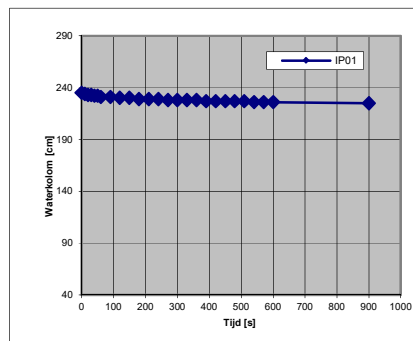


Bijlage 2

Meetwaarden veldtesten en uitwerking
middels Hooghoudt

Opdracht: E230091
 Plaats: Brunssum
 Project: k-waarde Lindeplein

tijd [s]	handpeilingen [cm-mv]			waterkolom in boorgat [cm]		
	IP01	IP02	IP03	IP01	IP02	IP03
0	65	37	0	235	263	300
10	66	38	0	234	262	300
20	67	39	1	233	261	299
30	67	40	1	233	260	299
40	68	40	2	232	260	298
50	68	40	2	232	260	298
60	69	41	3	231	259	297
90	69	41	4	231	259	296
120	70	41	5	230	259	295
150	70	42	7	230	258	293
180	71	42	9	229	258	291
210	71	43	11	229	257	289
240	71	43	12	229	257	288
270	72	44	12	228	256	288
300	72	44	13	228	256	287
330	72	44	13	228	256	287
360	72	44	14	228	256	286
390	73	44	14	227	256	286
420	73	44	14	227	256	286
450	73	44	15	227	256	285
480	73	45	15	227	255	285
510	73	45	15	227	255	285
540	74	45	15	226	255	285
570	74	45	16	226	255	284
600	74	45	16	226	255	284
900	75	46	17	225	254	283



	IP01	IP02	IP03
diameter boorgat [cm]	7	7	7
diepte test [m-mv]	3	3	3
hoeveelheid toegevoegd water [l]	10	10	10

bepaling doorlatendheid

	IP01	IP02	IP03
tan alpha:	2,23E-05	1,725E-05	4,12E-05
k-waarde (Hooghoudt)	0,08 m/d	0,06 m/d	0,14 m/d