

Onderzoek naar de waterdoorlatendheid ondergrond

bouwplan Vredehorst aan de Goudenstein te Ede

Onderzoek naar de waterdoorlatendheid ondergrond

bouwplan Vredehorst aan de Goudenstein te Ede

Rapportnummer: E210159.006.R1/RKR

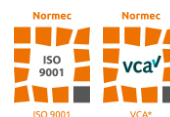
Datum: 18 mei 2022

Naam opdrachtgever: Kelderman Bouw BV, de heer W. van der Kleut

Adres opdrachtgever: Postbus 672, 6710 BR te EDE

Contactpersoon
Aelmans Eco B.V.: ing. R.M.E. Kroonen

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



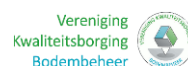
Aelmans Eco B.V.

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



Op onze dienstverlening zijn de algemene
voorwaarden van Aelmans Eco B.V. 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	2
2.1	Veldtesten	2
2.2	Classificatie resultaten.....	3
3	Mogelijkheden voor infiltratie.....	4
3.1	Algemeen.....	4
3.2	Toetsing	4
3.3	Duiding.....	5
4	Conclusie en aanbevelingen	8

Figuur 1 Situering sondeer-, boor-/infiltratiepunten

Bijlage 1 Meetwaarden veldtesten en uitwerking middels Hooghoudt

1 Inleiding

1.1 Opdrachtverlening

Aelmans Eco B.V. heeft van de heer W. van der Kleut, namens Kelderman Bouw BV, het verzoek gekregen een onderzoek te doen naar de waterdoorlatendheid van de ondergrond ter hoogte van bouwplan Vredehorst aan de Goudenstein te Ede.

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 onderzoekslocatie opportuun is. Eén en ander in het kader van duurzaam bouwen en het ontwerpen met regenwater.

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, soakaway test).

Werkzaamheden worden verricht volgens de vigerende normen en richtlijnen. De boringen (vermits machinaal) 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

Middels veldtesten vindt de afleiding plaats van de doorlaatfactor voor infiltratie. Op de zoeklocatie zijn op vier (4) aangewezen plaatsen, in-situ 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 voor de doorlatendheid maatgevend is). De proeven zijn conform de omgekeerde Hooghoudt uitgewerkt. In de tabellen 1-1 en 1-2 zijn de resultaten van de proeven weergegeven. In tabel 1-2 daarbij ook een representatief profiel (uit BRO REGIS II v2.2) opgenomen, omtrent de eerste 10 meter beneden het maaiveld ter plaatse. De meetwaarden zijn in bijlage 1 opgenomen. Situering van de infiltratieproeven (IP01 tot en met IP04) volgens figuur 1 in de bijlage.

Tabel 1-1: Resultaten doorlatendheidsproeven

		Nummer proef/boring		
		IP01	IP02	IP03
Site		BP Vredehorst aan de Goudenstein te Ede		
Coördinaten	X	172973	172972	172993
	Y	450433	450411	450394
	Z (m +NAP)	15.33	15.34	15.28
Diepte boring (m-mv)		3	3	3
Grondwater (m-mv)		2	1,9	1,85
Testdiepte (m-mv)		1,8	1,7	1,5
Diameter boring (mm)		70		
Grondsoort		Tot op 0,50 à 1,10m-mv zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, daaronder zand, matig fijn, zwak siltig		
Doorlaatfactor (m/d) Hooghoudt		1,10	0,76	0,88

Tabel 1-2: Resultaten doorlatendheidsproeven

		Nummer proef/boring		
		IP04		BRO REGIS II v2.2
Site		BP Vredehorst aan de Goudenstein te Ede		
Coördinaten	X	172988		172986
	Y	450375		450406
	Z (m +NAP)	15.14		15.78
Diepte boring (m-mv)		3		
Grondwater (m-mv)		1,8		
Testdiepte (m-mv)		1,5		
Diameter boring (mm)		70		
Grondsoort		Tot op 0,50 m-mv zand, matig fijn, zwak siltig, zwak humeus, daaronder zand, matig fijn, zwak siltig		15.78 m - 5.78 m +NAP 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
Doorlaatfactor (m/d) Hooghoudt		0,74		15.78 m - 9.97 m +NAP k_n-waarde: 2.5E0 ≤ k _n < 5.0E0

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 **vrij goed tot goed**. De doorlaatfactoren komen overeen met de waarden van k voor zeer fijn zand (k = 1 - 0,1 m/d) en fijn zand (k = 10 - 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 gereserveerd wordt om de geringe doorlatendheid te compenseren. Bij lagere doorlatendheden zal een voorziening voornamelijk als buffer dienen.

3.2 Toetsing

In de tabellen 1-1 en 1-2 zijn de maatgevende doorlatendheden weergegeven ter plaatse van de geteste bodemlagen in de verschillende boringen. **De bodem is geclassificeerd en de doorlatendheid voldoet overal aan de eerste eis.**

Aan de tweede eis wordt voldaan, aangezien het grondwater zich op een diepte van $\geq 1,8$ 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 met een geroerde toplaag rekening moeten worden gehouden. 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 tot de mogelijkheden, de doorlatendheid van de ondiepe ondergrond is ter hoogte van alle testen voldoende.
3. Infiltratie naar de diepere ondergrond. Dit kan middels grindpalen etc. naar diepere zand-/grindlagen. Dat is een mogelijkheid, de doorlatendheid van de diepe ondergrond zal, naarmate de diepte toeneemt én de geologie niet significant verandert (c.q. zand blijft), hoogstwaarschijnlijk ook toenemen.

3.3 Duiding

Uit voorgaande paragraaf blijkt dat infiltratie van schoon regenwater in de ondiepe grond mogelijk is. De doorlatendheid is ter hoogte van alle testen voldoende en het grondwater bevindt zich op een op een diepte van meer dan maaiveld -0,7 meter. Tijdens de uitvoering van de testen werd het grondwater op $\geq 1,8$ meter min maaiveld aangetroffen. Dit is echter een momentopname, daarbij komt dat maart 2022 ook nog eens een behoorlijk droge maand was in vergelijking met maart in andere jaren. 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.

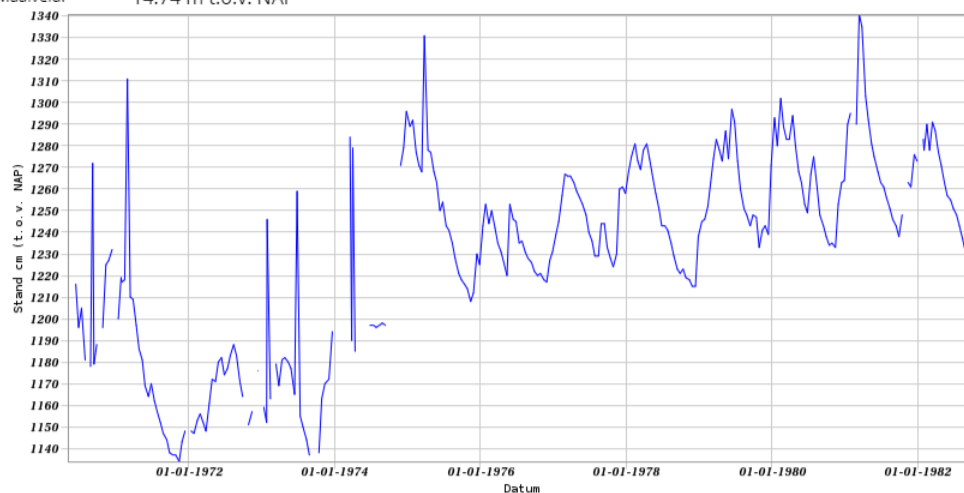
Onderhavig veldwerk is begin maart 2022 uitgevoerd (de grondwaterstand ter hoogte van de testlocaties varieerde van NAP +13,33 m tot NAP +13,44 m). Het grondwaterpeil fluctueert gedurende het jaar. Gewoonlijk wordt de hoogste grondwaterstand (GWS) eind maart bereikt en de laagste GWS doorgaans eind september. 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. Op nog geen 100 meter ten zuiden van de locatie bevindt zich een open water partij (i.c. Proosdijpark). Het is aannemelijk dat deze waterpartij drainerend werkt voor het noordelijk gelegen achterland en daardoor invloed heeft op de grondwaterstand.

Ter hoogte van bouwplan Vredehorst aan de Goudenstein te Ede zelf zijn in de literatuur (o.a. BRO REGIS II v2.2) géén meetreeksen gekend. De dichtstbijzijnde reeksen zijn op 195 tot 230 meter ten noordwesten gelegen aan respectievelijk de Geerestein en de Pollenstein.

Figuur 1: Meetreeks Geerenstein

Grondwaterstanden

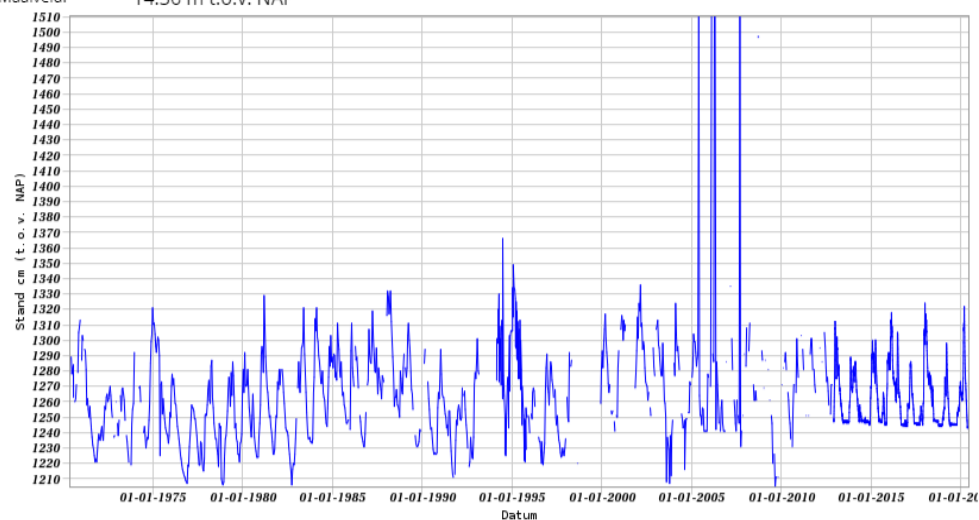
Identificatie: B32H0387
 Identificatie buis: B32H0387-001
 Coördinaten: 172780, 450550 (RD)
 Maaiveld: 14.74 m t.o.v. NAP



Figuur 2: Meetreeks Pollenstein

Grondwaterstanden

Identificatie: B32H1263
 Identificatie buis: B32H1263-001
 Coördinaten: 172715, 450500 (RD)
 Maaiveld: 14.36 m t.o.v. NAP



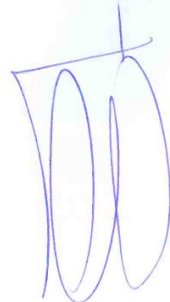
Uit beide reeksen is een GHG van minder dan NAP +13 m af te leiden. Ons bouwplan ligt zuidelijker omstreeks 172986, 450406 [XY] en, 0,5 tot 1 meter hoger, op NAP +15.14 m à NAP +15.34 m [Z]. De grondwaterstand, ten tijde van het onderzoek, varieerde van NAP +13,33 m - NAP +13,44 m. Op basis van deze gegevens stellen wij voor, voor het bouwplan Vredehorst een GHG aan te houden van NAP +13,5 m en een GLG van NAP +12,5 m.

4 Conclusie en aanbevelingen

Uit de gemeten doorlatendheid blijkt dat infiltratie van neerslagwater tot de mogelijkheden behoort ter hoogte van BP Vredehorst aan de Goudenstein te Ede. De doorlatendheid van de ondiepe ondergrond op de zoeklocatie is voldoende. Het infiltreren zou direct in de ondiepe ondergrond moeten kunnen plaatsvinden. Een geregleerde voeding/afvloeiing middels bijvoorbeeld een wadi of grindkoffers is opportuun.

Ubachsberg, gemeente Voerendaal, 18 mei 2022

Aelmans Eco B.V.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "R.M.E. Kroonen", written over a light blue rectangular stamp.

ing. R.M.E. Kroonen
Projectleider/geotechnisch adviseur

Naam	X in m	Y in m	NAP in m
IP 1	172972.8	450433.44	15.33
IP 2	172972.21	450411.05	15.34
IP 3	172993.34	450394.17	15.28
IP 4	172987.86	450374.79	15.14
S01	172951.58	450440.34	15.42
S02	172963.02	450434.56	15.2
S03	172968.21	450445.05	15.35
S04	172976.83	450440.55	15.26
S05	172978.55	450447.87	15.42
S06	172989.86	450441.36	15.31
S07	172987.4	450430.62	15.38
S08	172996.76	450428.13	15.36
S09	172991.13	450417.31	15.34
S10	172993.59	450407.88	15.24
S11	173005.12	450401.74	15.29
S12	173000.99	450389.71	15.25
S13	173012.41	450384.01	15.24
S14	173015.18	450371.2	15.19
S15	173004.39	450375.67	15.16
S16	172996.81	450359.72	15.24
S17	172987.48	450367.31	15.17
S18	172977.11	450404.11	15.38
S19	172976.37	450391.07	15.28
Vp 1 put(vuil water)	172938.98	450449.42	15.13
Vp 2 put	172994.41	450473.15	15.27
Vp 3 put	173042.54	450358.26	15.01
Vp 4 put	172986.78	450334.71	14.83



Legenda 0 10 20 30 40 m

aelmans Kerkstraat 4 6367 JE Voerendaal T: 045-5753255 E: info@aelmans.com Kerkstraat 2 6095 BE Baexem T: 0475-459260 https://www.aelmans.com

- handboring
- ✕ vast punt
- ▼ Sondering met kleef
- ⊕ Infiltratieonderzoek

Opdrachtgever	Kelderman Bouw BV				
Onderwerp	Onderzoekslocatie				
Locatie	Bp Vredehorst aan de Goudenstein te Ede				
Projectnummer	E210159				
Datum	07-03-2022	Tekeningnr:		Figuur01	
Getekend	L. Omid	Schaal	1:750	Formaat	A3

Bijlage 1

Meetwaarden veldtesten en uitwerking
middels Hooghoudt

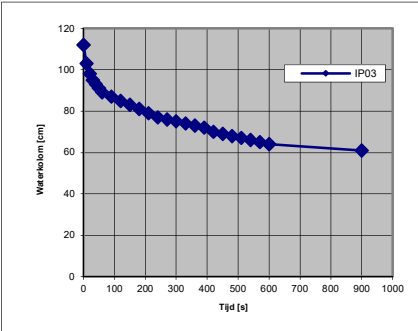
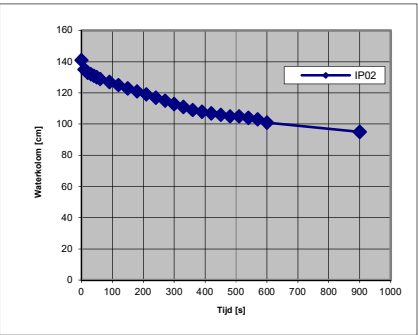
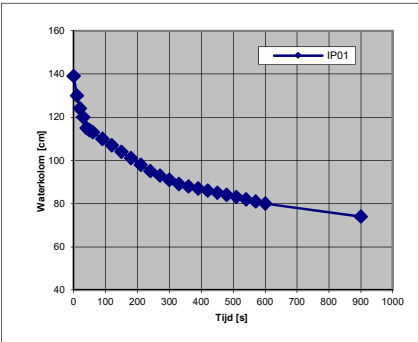
Opdracht: E210159
Plaats: Ede
Project: k-waarde BP Vredehorst

tijd [s]	handpeilingen [cm-mv]			waterkolom in boorgat [cm]		
	IP01	IP02	IP03	IP01	IP02	IP03
0	41	29	38	139	141	112
10	50	35	47	130	135	103
20	56	37	52	124	133	98
30	60	38	55	120	132	95
40	65	39	57	115	131	93
50	66	40	59	114	130	91
60	67	41	61	113	129	89
90	70	43	63	110	127	87
120	73	45	65	107	125	85
150	76	47	67	104	123	83
180	79	49	69	101	121	81
210	82	51	71	98	119	79
240	85	53	73	95	117	77
270	87	55	74	93	115	76
300	89	57	75	91	113	75
330	91	59	76	89	111	74
360	92	61	77	88	109	73
390	93	62	78	87	108	72
420	94	63	80	86	107	70
450	95	64	81	85	106	69
480	96	65	82	84	105	68
510	97	65	83	83	105	67
540	98	66	84	82	104	66
570	99	67	85	81	103	65
600	100	69	86	80	101	64
900	106	75	89	74	95	61

	IP01	IP02	IP03
diameter boorgat [cm]	7	7	7
diepte test [m-mv]	1,8	1,7	1,5
hoeveelheid toegevoegd water [l]	4,5	4,5	4

bepaling doorlatendheid

	IP01	IP02	IP03
tan alpha:	0,000317	0,0002195	0,000253
k-waarde (Hooghoudt)	1,10 m/d	0,76 m/d	0,88 m/d



handpeilingen [cm-mv]		waterkolom in boorgat [cm]
tijd [s]	IP04	IP04
0	30	120
10	41	109
20	48	102
30	51	99
40	53	97
50	55	95
60	58	92
90	59	91
120	60	90
150	61	89
180	62	88
210	63	87
240	64	86
270	65	85
300	66	84
330	67	83
360	68	82
390	69	81
420	70	80
450	71	79
480	72	78
510	73	77
540	74	76
570	75	75
600	76	74
900	80	70

	IP04
diameter boorgat [cm]	7
diepte test [m-mv]	1,5
hoeveelheid toegevoegd water [l]	4

bepaling doorlatendheid

	IP04
tan alpha:	0,000214
k-waarde (Hooghoudt)	0,74 m/d

