

## **Onderzoek naar de waterdoorlatendheid ondergrond**

Rembrandtstraat te Sittard

## Onderzoek naar de waterdoorlatendheid ondergrond

Rembrandtstraat te Sittard

Rapportnummer: E186529.006/RKR

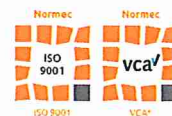
Datum: 20 maart 2019

Naam opdrachtgever: Zo Wonen, de heer B. Van Baardwijk

Adres opdrachtgever: Postbus 13 6130 AA te SITTARD

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](http://www.aelmans.com)

## Inhoud

|          |                                                |          |
|----------|------------------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding .....</b>                         | <b>1</b> |
| 1.1      | Opdrachtverlening .....                        | 1        |
| 1.2      | Doel van het onderzoek .....                   | 1        |
| 1.3      | Opzet van het onderzoek en de rapportage ..... | 1        |
| <b>2</b> | <b>In-situ doorlatendheidsonderzoek .....</b>  | <b>2</b> |
| 2.1      | Veldtesten .....                               | 2        |
| 2.2      | Grondwaterstanden en stijghoogten .....        | 3        |
| <b>3</b> | <b>Mogelijkheden voor infiltratie .....</b>    | <b>4</b> |
| 3.1      | Algemeen .....                                 | 4        |
| 3.2      | Toetsing .....                                 | 4        |
| <b>4</b> | <b>Conclusie en aanbevelingen .....</b>        | <b>5</b> |

Figuur 1            Ligging onderzoekslocatie met situering boor- c.q. infiltratiepunten

Bijlage 1           Meetwaarden veldtesten en uitwerking middels Hooghoudt

# 1 Inleiding

## 1.1 Opdrachtverlening

Aelmans Eco B.V. heeft van de heer B. Van Baardwijk, namens Zo Wonen, het verzoek gekregen een onderzoek te verrichten naar de waterdoorlatendheid van de ondergrond ter hoogte van de Rembrandtstraat e.o. te Sittard.

## 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. Een 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 .....).

Werkzaamheden worden verricht volgens de [OVAM] code van goede praktijk en de vigerende BRL 2000. De boringen zijn effectief verricht onder BRL 2101 regime, grondclassificatie heeft tenslotte plaatsvinden volgens de NEN 5104.

## 2 In-situ doorlatendheidsonderzoek

### 2.1 Veldtesten

Middels veldtesten vindt de afleiding plaats van de doorlaatfactor voor infiltratie. Op de projectlocatie zijn, op aangewezen plaatsen, zes (6) in-situ doorlatendheidsproeven uitgevoerd. Hiertoe is tot een bepaalde diepte een boring met bekende boordiameter uitgevoerd in 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. In de tabellen 1-1 en 1-2 zijn de resultaten van de proeven weergegeven. De situering van de boorpunten / testplaatsen is opgenomen in figuur 1, de meetwaarden zijn in bijlage 1 opgenomen.

**Tabel 1-1: Resultaten doorlatendheidsproeven**

|                        |           | Nummer proef/boring                                                                                                                                               |                                                               |                                                                    |
|------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|                        |           | IP11                                                                                                                                                              | IP16                                                          | IP19                                                               |
| Site                   |           | Rembrandtstraat e.o. te Sittard                                                                                                                                   |                                                               |                                                                    |
| Coördinaten            | X         |                                                                                                                                                                   |                                                               |                                                                    |
|                        | Y         |                                                                                                                                                                   |                                                               |                                                                    |
|                        | Z (m+NAP) |                                                                                                                                                                   |                                                               |                                                                    |
| Diepte boring (m-mv)   |           | 3                                                                                                                                                                 | 3                                                             | 3                                                                  |
| Grondwater (m-mv)      |           | 2,75                                                                                                                                                              | 2                                                             | 2,30                                                               |
| Testdiepte (m-mv)      |           | 3                                                                                                                                                                 | 3                                                             | 3                                                                  |
| Diameter boring (mm)   |           | 70                                                                                                                                                                | 70                                                            | 70                                                                 |
| Grondsoort             |           | Tot 0,5m –mv zwak zandige leem, daaronder tot 1,75m –mv een allegaartje van zand, klei, leem, bodemvreemd materiaal en gips, daaronder tot op 3m –mv zandige klei | Tot 0,8m –mv lemig zand, daaronder tot op 3m -mv zandige leem | Tot 0,9m –mv lemig zand, daaronder tot op 3m -mv zwak zandige leem |
| Doorlaatfactor (m / d) |           | 0,62                                                                                                                                                              | 0,70                                                          | 0,31                                                               |
| Hooghoudt              |           |                                                                                                                                                                   |                                                               |                                                                    |

**Tabel 1-2: Resultaten doorlatendheidsproeven**

|                        |           | Nummer proef/boring                                              |                                                                           |                                                                           |
|------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|                        |           | IP01                                                             | IP10                                                                      | IP07                                                                      |
| Site                   |           | Rembrandtstraat e.o. te Sittard                                  |                                                                           |                                                                           |
| Coördinaten            | X         |                                                                  |                                                                           |                                                                           |
|                        | Y         |                                                                  |                                                                           |                                                                           |
|                        | Z (m+NAP) |                                                                  |                                                                           |                                                                           |
| Diepte boring (m-mv)   |           | 3                                                                | 3                                                                         | 3                                                                         |
| Grondwater (m-mv)      |           | 2,50                                                             | 1,80                                                                      | 2,50                                                                      |
| Testdiepte (m-mv)      |           | 3                                                                | 3                                                                         | 3                                                                         |
| Diameter boring (mm)   |           | 70                                                               | 70                                                                        | 70                                                                        |
| Grondsoort             |           | Tot 1,5m –mv zwak zandige leem, daaronder tot 3m –mv siltig zand | Tot 2,5m –mv zwak zandige leem, daaronder tot op 3m -mv zwak zandige klei | Tot 2,6m –mv zwak zandige leem, daaronder tot op 3m -mv zwak kleilig zand |
| Doorlaatfactor (m / d) |           | 0,53                                                             | 0,18                                                                      | 0,63                                                                      |
| Hooghoudt              |           |                                                                  |                                                                           |                                                                           |

## 2.2 Grondwaterstanden en stijghoogten

De doorlatendheid van de ondergrond kan worden geclassificeerd als vermeld in tabel 1-3 (bron: Cultuurtechnisch Vademecum). De **doorlaatfactor** van de geteste lagen op de locatie is volgens deze classificatie en de Hooghoudt-uitwerking **matig tot vrij goed**. De doorlaatfactoren komen overeen met de waarden van k voor zeer fijn zand ( $k = 1 - 0,1 \text{ m/d}$ ).

**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 functioneren.

### 3.2 Toetsing

In de tabellen 1-1 en 1-2 zijn de maatgevende doorlatendheden weergegeven ter plaatse van de boringen. **De bodem is geclassificeerd en de doorlatendheid voldoet, met uitzondering van boring 10 (IP10), overal aan de eerste eis.**

Aan de tweede eis wordt sowieso 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.

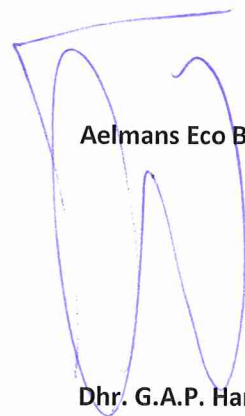
De mogelijkheden voor infiltratie zijn als volgt:

1. Oppervlakkige infiltratie via doorlatende verharde oppervlakten. Wel zal rekening gehouden moeten worden met de geroerde toplaag. Deze zal moeten worden verwijderd en vervangen door goed doorlatend materiaal. 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 enkel ter hoogte van boring 10 onvoldoende.
3. Infiltratie naar de diepere ondergrond. Dit kan middels grindpalen etc. naar diepere zand - / grindlagen. Dit behoort tot de mogelijkheden maar dient nader onderzocht te worden vanwege de geconstateerde grondwaterstand. Diepsonderingen (CPTE) straks voor de nieuwbouw zouden uitsluitel kunnen bieden.

## 4 Conclusie en aanbevelingen

Uit de gemeten doorlatendheden en de stand van het grondwater blijkt dat infiltratie van neerslagwater tot de mogelijkheden behoort ter hoogte van de Rembrandtstraat e.o. te Sittard. De doorlatendheid van de ondergrond is hier, m.u.v. boring 1 / IP01, voldoende. Wij adviseren een infiltratievoorziening in de ondiepe ondergrond middels bijvoorbeeld wadi's en / of infiltratiekoffers. Verder is de realisatie van een zogenaamde waterbergende weg / parking ook een optie.

Ubachsberg, gemeente Voerendaal, 20 maart 2019

A large, stylized handwritten signature in blue ink, enclosed within a blue rectangular border. The signature appears to be "G.A.P. Hamers".

**Aelmans Eco B.V.**  
**Dhr. G.A.P. Hamers**

Rapport opgesteld door:  
ing. R.M.E. Kroonen  
Projectleider / bodemadviseur

**Figuur 1      Situatie onderzoekslocatie met ligging boor- c.q.  
infiltratiepunten**



|                                                                                               |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p><b>LEGENDA</b></p> <p>1. infiltratieproef</p> <p>1 bebouwing</p> <p>grass</p> <p>oprit</p> |  | <p><b>aelmans</b></p> <p>Kerkstraat 4<br/>3013 CA Rotterdam<br/>T. 045-575 32 55<br/>F. 045-575 15 09<br/>E. info@aelmans.com<br/>L. www.aelmans.com</p> <p>Kerkstraat 2<br/>3013 CA Rotterdam<br/>T. 045-575 42 60<br/>F. 045-575 42 62<br/>E. info@aelmans.com<br/>L. www.aelmans.com</p> |  |
|                                                                                               |  | <p><b>Plangroep Heggen B.V.</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
|                                                                                               |  | <p>Onderzoekslocatie met ligging boorpunten<br/>infiltratieproeven</p>                                                                                                                                                                                                                      |  |
|                                                                                               |  | <p>Locatie Rembrandtstraat te Sittard</p>                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|                                                                                               |  | <p>Projectnummer <b>E186529</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
|                                                                                               |  | <p>Datum 20-03-2019 A: - B: -</p>                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
|                                                                                               |  | <p>Geschied CHA Schaaf 1:1000 Formaat A3</p>                                                                                                                                                                                                                                                |  |

## **Bijlage 1**

Meetwaarden veldtesten en uitwerking  
middels Hooghoudt

Opdracht: E186529

Plaats: Sittard

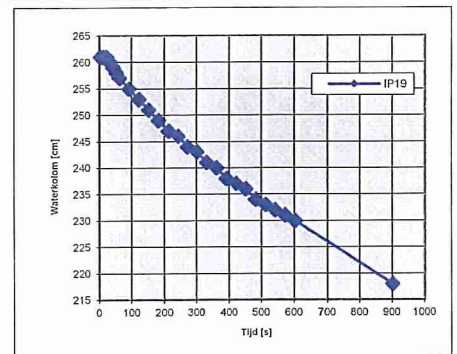
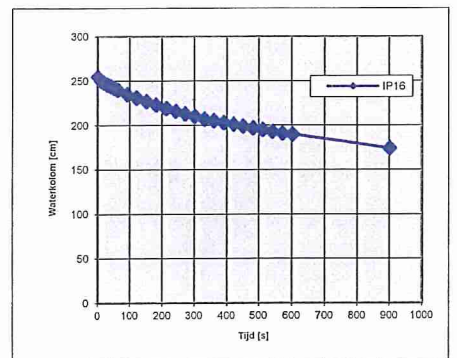
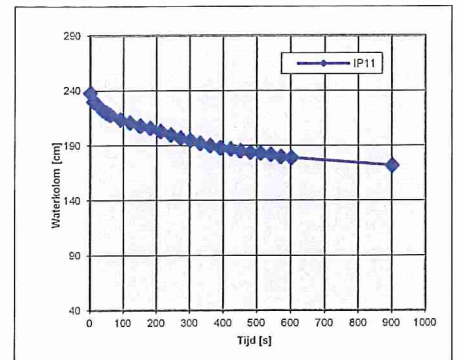
Project: k-waarde Rembrandstraat eo.

| tijd [s] | handpeilingen [cm-mv] |      |      | waterkolom in boorgat [cm] |      |      |
|----------|-----------------------|------|------|----------------------------|------|------|
|          | IP11                  | IP16 | IP19 | IP11                       | IP16 | IP19 |
| 0        | 62                    | 45   | 39   | 238                        | 255  | 261  |
| 10       | 70                    | 50   | 39   | 230                        | 250  | 261  |
| 20       | 72                    | 52   | 39   | 228                        | 248  | 261  |
| 30       | 75                    | 54   | 40   | 225                        | 246  | 260  |
| 40       | 78                    | 56   | 41   | 222                        | 244  | 259  |
| 50       | 80                    | 58   | 42   | 220                        | 242  | 258  |
| 60       | 82                    | 60   | 43   | 218                        | 240  | 257  |
| 90       | 86                    | 65   | 45   | 214                        | 235  | 255  |
| 120      | 89                    | 69   | 47   | 211                        | 231  | 253  |
| 150      | 92                    | 73   | 49   | 208                        | 227  | 251  |
| 180      | 94                    | 77   | 51   | 206                        | 223  | 249  |
| 210      | 97                    | 81   | 53   | 203                        | 219  | 247  |
| 240      | 100                   | 84   | 54   | 200                        | 216  | 246  |
| 270      | 103                   | 87   | 56   | 197                        | 213  | 244  |
| 300      | 105                   | 90   | 57   | 195                        | 210  | 243  |
| 330      | 108                   | 93   | 59   | 192                        | 207  | 241  |
| 360      | 110                   | 95   | 60   | 190                        | 205  | 240  |
| 390      | 112                   | 97   | 62   | 188                        | 203  | 238  |
| 420      | 113                   | 99   | 63   | 187                        | 201  | 237  |
| 450      | 115                   | 101  | 64   | 185                        | 199  | 236  |
| 480      | 116                   | 103  | 66   | 184                        | 197  | 234  |
| 510      | 117                   | 105  | 67   | 183                        | 195  | 233  |
| 540      | 118                   | 107  | 68   | 182                        | 193  | 232  |
| 570      | 120                   | 109  | 69   | 180                        | 191  | 231  |
| 600      | 121                   | 110  | 70   | 179                        | 190  | 230  |
| 900      | 128                   | 126  | 82   | 172                        | 174  | 218  |

|                                  | IP11 | IP16 | IP19 |
|----------------------------------|------|------|------|
| diameter boorgat [cm]            | 7    | 7    | 7    |
| diepte boorgat [m-mv]            | 3    | 3    | 3    |
| hoeveelheid toegevoegd water [l] | 10   | 10   | 10   |

bepaling doorlatendheid

|                      | IP11     | IP16      | IP19     |
|----------------------|----------|-----------|----------|
| tan alpha:           | 0,000178 | 0,0002008 | 8,85E-05 |
| k-waarde (Hooghoudt) | 0,62 m/d | 0,70 m/d  | 0,31 m/d |



Opdracht: E186529

Plaats: Sittard

Project: k-waarde Rembrandstraat eo.

| tijd [s] | handpeilingen [cm-mv] |      |      | waterkolom in boorgat [cm] |      |      |
|----------|-----------------------|------|------|----------------------------|------|------|
|          | IP01                  | IP10 | IP07 | IP01                       | IP10 | IP07 |
| 0        | 43                    | 76   | 48   | 257                        | 224  | 252  |
| 10       | 48                    | 81   | 55   | 252                        | 219  | 245  |
| 20       | 50                    | 82   | 59   | 250                        | 218  | 241  |
| 30       | 52                    | 85   | 63   | 248                        | 215  | 237  |
| 40       | 54                    | 87   | 67   | 246                        | 213  | 233  |
| 50       | 55                    | 88   | 71   | 245                        | 212  | 229  |
| 60       | 56                    | 91   | 73   | 244                        | 209  | 227  |
| 90       | 60                    | 94   | 81   | 240                        | 206  | 219  |
| 120      | 64                    | 96   | 86   | 236                        | 204  | 214  |
| 150      | 67                    | 96   | 92   | 233                        | 204  | 208  |
| 180      | 70                    | 96   | 96   | 230                        | 204  | 204  |
| 210      | 72                    | 98   | 99   | 228                        | 202  | 201  |
| 240      | 74                    | 99   | 101  | 226                        | 201  | 199  |
| 270      | 77                    | 100  | 104  | 223                        | 200  | 196  |
| 300      | 79                    | 100  | 106  | 221                        | 200  | 194  |
| 330      | 80                    | 100  | 107  | 220                        | 200  | 193  |
| 360      | 82                    | 101  | 109  | 218                        | 199  | 191  |
| 390      | 85                    | 101  | 111  | 215                        | 199  | 189  |
| 420      | 86                    | 102  | 113  | 214                        | 198  | 187  |
| 450      | 88                    | 103  | 115  | 212                        | 197  | 185  |
| 480      | 90                    | 103  | 117  | 210                        | 197  | 183  |
| 510      | 92                    | 104  | 119  | 208                        | 196  | 181  |
| 540      | 94                    | 104  | 121  | 206                        | 196  | 179  |
| 570      | 95                    | 104  | 123  | 205                        | 196  | 177  |
| 600      | 97                    | 104  | 124  | 203                        | 196  | 176  |
| 900      | 111                   | 108  | 140  | 189                        | 192  | 160  |

|                                  | IP01 | IP10 | IP07 |
|----------------------------------|------|------|------|
| diameter boorgat [cm]            | 7    | 7    | 7    |
| diepte boorgat [m-mv]            | 3    | 3    | 3    |
| hoeveelheid toegevoegd water [l] | 10   | 10   | 10   |

bepaling doorlatendheid

|                      | IP01     | IP10      | IP07     |
|----------------------|----------|-----------|----------|
| tan alpha:           | 0,000153 | 5,279E-05 | 0,000182 |
| k-waarde (Hooghoudt) | 0,53 m/d | 0,18 m/d  | 0,63 m/d |

