

Beste consortiumleden,

Op 17 september is de derde workshop, Bestaande Ontwerpen, voor TKI project Straatwater Filtratie voor Infiltratie.

De inleiding zal worden verzorgd door Floris Boogaard (ClimateScan.nl) en Wilrik Kok (Urbanwaterbuffer.nl). Daarna zal ieder consortiumlid een paar dia's presenteren rondom de volgende drie vragen:

1. Welk ontwerp voor regenwater infiltratie (& filtratie) werkt **wel**.
2. Welk ontwerp voor regenwater infiltratie (& filtratie) werkt **niet**.
3. Wat zijn de **kern-eigenschappen** van bovenstaande voorbeelden die voor **succesvolle** (in)filtratie zorgen?

Graag deze slides van tevoren aanleveren bij viola.bennink@wur.nl.

Het laatste onderdeel van de bijeenkomst is een discussie waarin we onze conclusies proberen te trekken voor het ontwerp van toekomstige SFVI filtersysteem.

Agenda

13:00 – 13:15 uur Welkom en introductie **Joris**

13:15 – 14:00 uur Floris

14:00 – 14:45 uur Wilrik

14:45 – 15:00 uur pauze

15:00 – 16:30 uur max. 7x 10-min. presentaties + vragen

- ROCKWOOL
- Permavoid
- KWR
- Gemeente Nijmegen
- Gemeente Hilversum
- Gemeente Arnhem
- Gemeente Apeldoorn

16:30 – 17:00 uur Samen conclusies trekken

1

Inhoud

- Wie is floris?
- Kwaliteit afstromend regenwater
- Samenstelling regenwater
- Zuivering regenwater
- Wat werkt wel en wat werkt niet?
- Interactie, welke vragen heb jij?
- Meer info



2

Floris: Van grijze basisinspanning tot groene transitie (of van groentje naar grijze)




Resultaten overstortbeheers-systeem in Amsterdam

Floerik BOOGAARD, DWR, TAIWF
Robert BAAS, DWR

De gemeente Amsterdam is twee tientallen jaren bezig om inzicht te krijgen in het functioneren van haar rioolstelsel. De laatste jaren is het meten in een structureel vorm gegeven aan het meten van het riool. Maar het meten ontstaat inzicht in het functioneren van het rioolstelsel. Aan de hand van de resultaten kunnen onduidelijkheden en onvolkomenheden worden opgehelderd.

[358644 \(wur.nl\)](http://358644.wur.nl)

3




Riolering en (regen)waterkwaliteit

Het Fransche pad, Drawing from Amsterdam in 1850. There was a big health problem. In 1857 the canal was filled up and made in to a street.



4

Open Access Article

Wastewater Management Strategy for Resilient Cities—Case Study: Challenges and Opportunities for Planning a Sustainable Timor-Leste

by Zulmira Ximenes da Costa 1,* ✉, Floris Cornelis Boogaard 2,3,* ✉, Valente Ferreira 4 ✉ and Satoshi Tamura 5 ✉

1 Graduate School of Engineering, Gifu University, 1-1 Yanagido, Gifu 501-1193, Japan
 2 Research Centre for Built Environment NoorderRuimte, Hanze University of Applied Sciences, 9747 AS Groningen, The Netherlands
 3 Deltares, Daltonlaan 600, 3584 BK Utrecht, The Netherlands
 4 Timor Geoscience and Development Society—TGDS, Dili, Timor-Leste
 5 Faculty of Engineering, Gifu University, 1-1 Yanagido, Gifu 501-1193, Japan
 * Authors to whom correspondence should be addressed.

Land 2024, 13(6), 799. <https://doi.org/10.3390/land13060799> (registering DOI)
 Submission received: 23 April 2024 / Revised: 27 May 2024 / Accepted: 29 May 2024 / Published: 4 June 2024
 (This article belongs to the Special Issue Water Resources and Land Use Planning II)

Download Browse Figures Versions Notes

Ondertussen in Oost Timor en ...

<https://www.mdpi.com/2073-445X/13/6/799>

5

Literatuur

6

Van boek naar kennisuitwisseling

Recente buitenlandse studies wijzen op aanwezigheid breed scala organische microverontreinigingen (omv's)

Masoner et al. (2019):

- 52 events, 21 sites in USA
- 438 omv's onderzocht
- 215 omv's aangetroffen
- 73 verschillende stoffen (mediaan)
- Cum. concentratie 4,37 µg/l tot 263 µg/l

KWR

https://youtu.be/98uMi0ZAxKY?si=VEXir3EG3agF_wAv

7

TKI Straatwater Filtratie voor Infiltratie HOME ONDERZOEK NIEUWS BIJENKOMSTEN CONSORTIUM CONTACT

← **Water van de straat**
veilig van overlast naar hulpbron

Straatwater Filtratie voor Infiltratie

Steeds meer steden willen regenwater dat op straten valt niet langer afvoeren, maar opvangen en hergebruiken. Bijvoorbeeld voor grondwateraanvulling en plantengroei om daarmee gezondheid, biodiversiteit en verkoeling in de stad te versterken. Maar wat is er eigenlijk voor nodig om het water daar geschikt voor te maken?

De doelstelling van het TKI project *Straatwater Filtratie voor Infiltratie* is het ontwikkelen van methodes om op een praktisch haalbare en betrouwbare manier de grondwaterkwaliteit in blauw-groen stedelijke infra projecten te beschermen. Hiermee kan water van straten lokaal, veilig en efficiënt voor infiltratie naar grondwater ingezet worden, om zowel wateroverlast bij regenval als watertekort voor stedelijk groen bij aanhoudende droogte te reduceren.

13 Jul 2024 19:32
Extreme neerslag; meer wadi's nodig

elgeving en grondwaterbeheer

8

Afkoppelen, waarom ook al weer?

- Minder overstortingen
- Optimalisering zuiveringsprestaties RWZI's
- Water bergen en vasthouden
- oppervlaktewaterkwaliteitsverbetering
- Verdroging tegengaan

Maar is dat regenwater wel zo schoon?

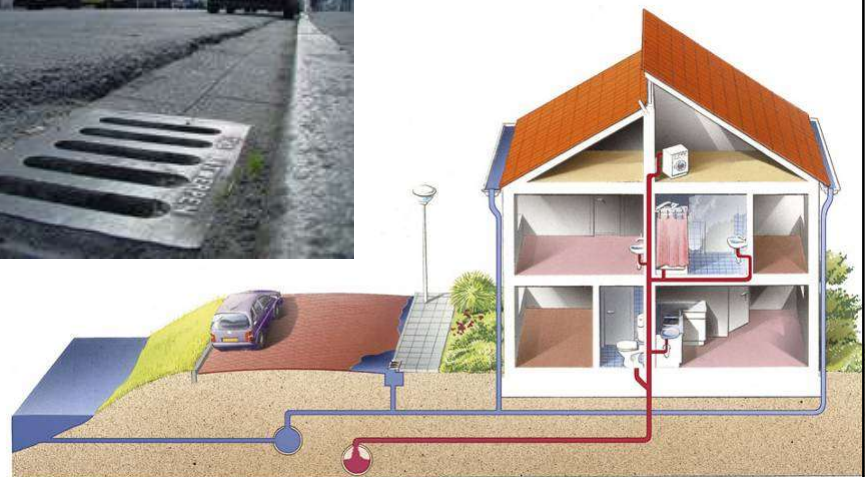
Klimaatadaptatie.....

Actueel?

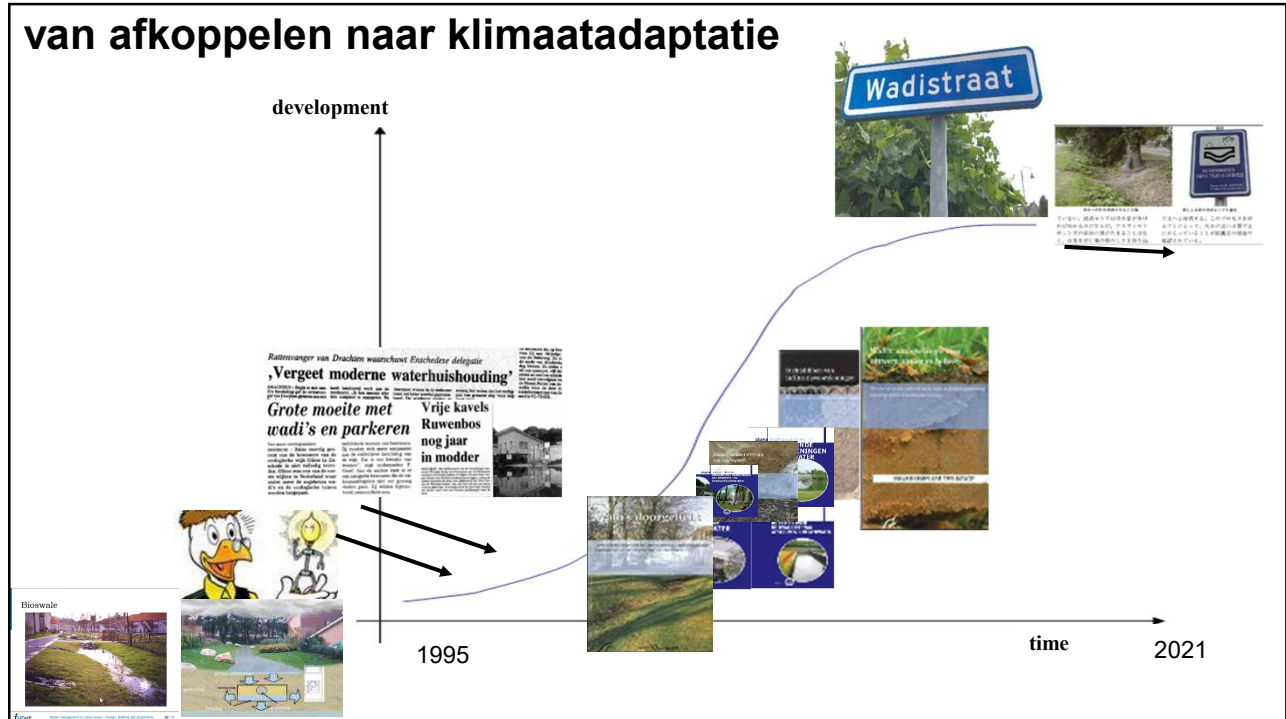


9

Waarom moet het anders? Van 'Conventioneel' rioleren naar groene infrastructuur



10



11



12

Functioneren conventionele riolering: ontwerp en onderhoud



• Research in Holland (TUDelft, 2012) showed that frequent urban floodings occur not due to lack of capacity but clogging of gullies (lack of maintenance and bad design of sewer inlets)



Uit het proefschrift van JAE ten Veldhuis komt naar voren dat problemen met neerslag meestal niet voorkomen door te weinig capaciteit van de riolering (en het oppervlakte water), maar doordat het afstromende hemelwater niet in het riool (en vervuigens in het oppervlaktewater) terecht kan komen/komt. Dit blijkt ook uit de foto's 2 en 3.



Beeld: Youtube

MakeAGIF.com

13

Test: In welke straat zit er een foutieve aansluiting?



14

Regenwaterriool... RWZI of direct naar oppervlaktwater of voorziening?



15

Is regenwater schoon?



16

Gescheidenis: beleid

17-9-2024

Categorie?

Daken/ gevels

Nieuwe lozing in bestaand of nieuwe gebied

Hoe omgaan met hemelwater

WVO-ve algemene voor

17

17

20 jaar metingen aan kwaliteit regenwater

DE FEITEN OVER DE KWALITEIT VAN AFSTROMEND REGENWATER

ORGANISATIE MET HEMELWATER BIJ BEDRIJFS- EN BEDRIJVENTERREINEN

DATABASE REGENWATER

18

18

regenwaterkwaliteit

Open Access Article

Stormwater Quality Characteristics in (Dutch) Urban Areas and Performance of Settlement Basins

by Floris C. Boogaard^{1,2,3,*}, Frans Van de Ven^{1,4}, Jeroen G. Langeveld^{1,5} and Nick Van de Giesen¹

¹ Department of Water Management, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology, P.O. Box 5048, 2600 GA Delft, The Netherlands

² TAUW, Zekeringstraat 43g, P.O. Box 20748, 1001 NS Amsterdam, The Netherlands

³ Hanze University of Applied Sciences, Zernikeplein 7, P.O. Box 30030, 9700 RM Groningen, The Netherlands

⁴ Deltare, Princetonaan 6-8, P.O. Box 85467, 3508 AL Utrecht, The Netherlands

⁵ Royal HaskoningDHV, Barbarossastraat 35, P.O. Box 151, 6500 AD Nijmegen, The Netherlands

* Author to whom correspondence should be addressed.

Challenges 2014, 5(1), 112-122; <https://doi.org/10.3390/challe5010112>

Received: 31 August 2013 / Revised: 5 March 2014 / Accepted: 6 March 2014 / Published: 19 March 2014

View Full-Text

Download PDF

Browse Figures

Citation Export

De kwaliteit van afstromend hemelwater in Nederland

Floris Boogaard, Erik Liefing, Jeroen G. Langeveld, Bert Paloma

Water

Research output: Contribution to journal / Article / Professional

170 Downloads (Pure)

Abstract

Ten behoeve van beleidsvorming stelt STOWA samen met stichting BIONED al sinds 2007 een Database Hemelwaterkwaliteit ter beschikking. In 2020 versijnt er een Erik-herziene versie van deze database. Dit artikel beschrijft de belangrijkste bevindingen op basis van deze nieuwe database.

Keywords

water quality

Access to Document

2020_04_H10_Online_200420_16-gemiddeldatabase

<https://www.mdpi.com/2078-1547/5/1/112>

19

Wat is de kwaliteit van regenwater?

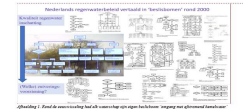
Voornaamste conclusies:

- Kwaliteit regenwater afhankelijk van oa: omgeving, gebruik oppervlakken en calamiteiten
- ‘Probleemstoffen’: zware metalen, PAK, nutriënten
- Foutieve aansluitingen?

De kwaliteit van afstromend hemelwater in Nederland

Ditk Boogaard, HaskoningDHV (Groningen, Delft), EA Liefing, Amec Langston (Groningen/Delft), Set (Groningen)

De kwaliteit van afstromend hemelwater wordt bepaald door de samenstelling van de nootring en de afstromende oppervlakken. Dit artikel beschrijft de belangrijkste bevindingen op basis van deze nieuwe database.



Figuur 1. Resultaat van de monitoring van de kwaliteit van afstromend hemelwater in Nederland, 2007-2013.

daken-wegen	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Zn	PAK10	PAK16
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
gemiddelde	0,26	6,0	26	0,05	33	5,4	194	0,8	1,0
Mediaan	0,15	1,1	10	0,06	12	3,5	95	0,3	1,1
90 percentiel	0,49	11,0	47	0,08	75	10,0	450	1,2	1,3
aantal	151	140	168	118	164	153	169	51	23
MTR totaal	2,0	84	3,8	1,2	220	6,3	40	4,3	

	Min. olie	Cl	Fe	BZV	CZV	Ptot	N-kj	Zw.stof	E. coli
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	kve/100 ml
gemiddelde	37	27,0	1,8	6,7	61	0,42	2,8	49	3,4E+04
Mediaan	1	6,0	1,1	4,0	32,0	0,26	1,7	20	1,2E+04
90 percentiel	94	50	2,9	14,0	110	0,97	5,2	150	1,2E+05
aantal	149	92	60	89	78	107	100	26	26
MTR totaal						0,16	2,2		1,0E+03 (N-tot) (zwewater)

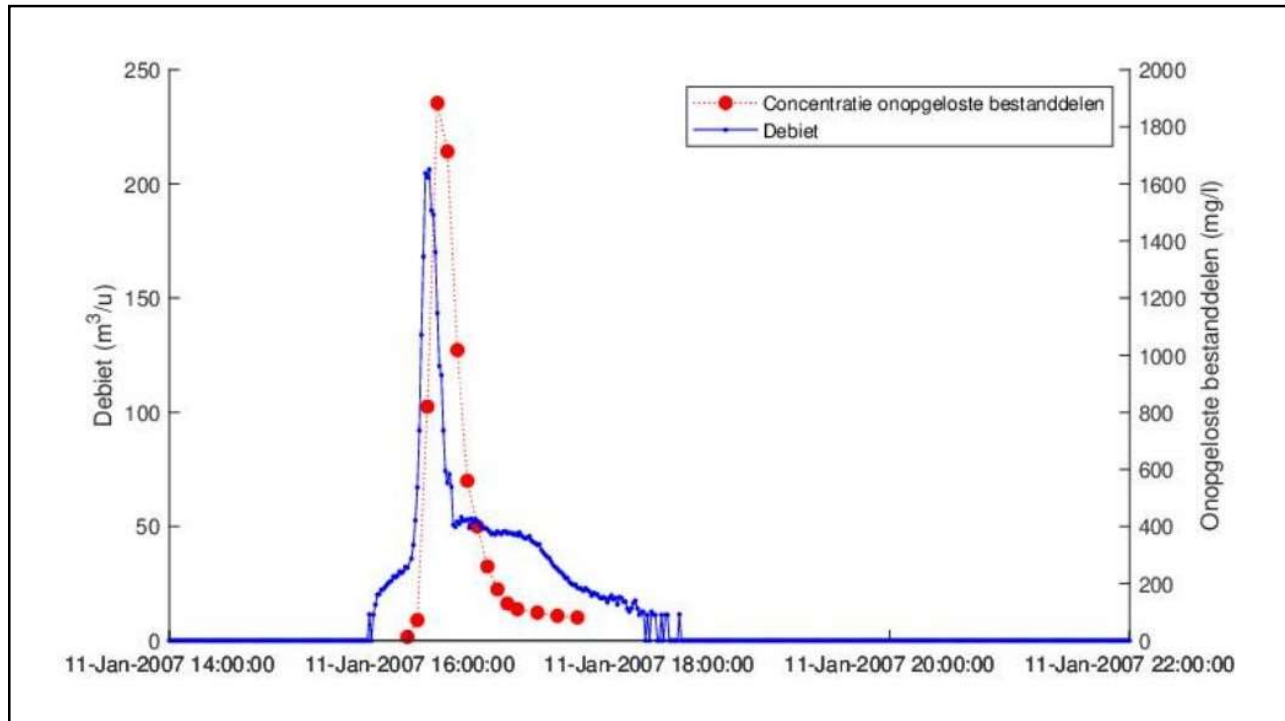


MTR: (Maximaal Toelaatbaar Risico)
 groen: onder of gelijk aan de MTR;
 oranje: tot twee keer de MTR;
 rood: meer dan twee keer de MTR.

Spel water schuilt een wereld van techniek

20

20



21

Wat is de kwaliteit van regenwater?

Behandeling regenwater van bitumendak ter discussie

WATERHuishouding & Waterbouw

Stowa heeft onderzoek gedaan naar de kwaliteit van regenwater dat afstroomt van bitumendaken. Dit water kan vervuild zijn met bitumenresten, die schadelijk zijn voor de afvoer in de rioolstelsels. Het rapport bespreekt de mogelijkheden voor de behandeling van dit water, zoals het gebruik van speciale afvoerleidingen of filters.

22

Infiltratie regenwater

Most important Dutch literature: *'literatuur- en praktijkonderzoek naar milieurisico's'*:

- Focus on vintage subsurface infiltration facilities since the risks would be higher with unvisibale facilities (foul connections) in or close to groundwater. In contrast to swales.
- Literature: build up after decennia but only in the first cm
- But... location depending results so research needed
- First research Ruwenbos (oldest swales) in 2014, showing no build up in samples of first 25 cm after about 14 years
 - But more samples needed? toplayer?
 - Xrf....



23

Kwaliteit regenwater

Zn, Pb and Cu good indicators, high % bounding to particles
XRF is a good 'scanning method' for this

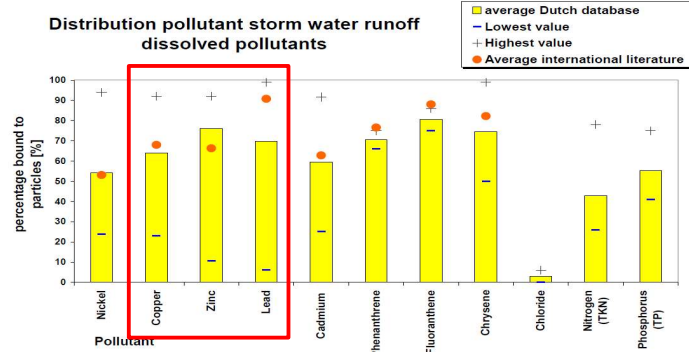
	Cd µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Hg µg/l	Pb µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l	PAK10 µg/l	PAK16 µg/l
mean	0,27	6,2	19	0,05	18	5,6	102	0,8	60,9
median	0,15	1,1	11	0,06	6	3,6	60	0,8	1,5
90 percentile	0,50	12,0	35	0,08	43	10,0	250	1,1	1,5
n measurements	152	141	686	118	682	155	684	145	106
MAC solved	0,4	8,7	1,5	0,20	11,0	5,1	9,4	2,3	
MAC total	2,0	84	3,8	1,2	220	6,3	40	4,3	
% mean to MAC	13%	7%	513%	4%	8%	89%	254%	19%	
required RO	0,0%	0,0%	80,5%	0,0%	0,0%	0,0%	60,7%	0,0%	
	oil mg/l	Cl mg/l	Fe mg/l	BZV mg/l	CZV mg/l	Ptot mg/l	N-kj mg/l	TSS mg/l	E.coli kve/100 ml
mean	37	18,3	1,8	5,7	32	0,4	1,9	17	1,9E+04
median	1	11,0	1,1	3,1	20,0	0,3	1,1	17	6,7E+03
90 percentile	90,8	33	2,9	12,5	60	1,0	3,1	29	3,5E+04
n measurements	149	321	60	219	681	107	590	7	116
MAC solved						0,15	2,2		1,0E+03
% mean to MAC						(N-ach)	(N-ach)		(zoemwater)
required RO						64,5%	0,0%		94,8%

Recent levels of heavy metals are lower but old swales had pollutant build up in earlier years (to be published, Boogaard and STOWA)

24

Eigenschappen regenwater

Figure 2. Distribution of pollutants in (Dutch) stormwater (90 samples from 25 locations).

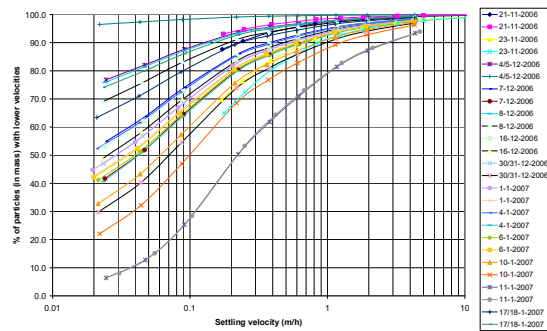
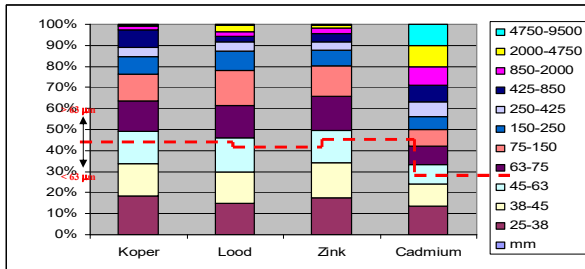


From Figure 2, the pollutant behavior can be derived. Nutrients are less bound to particles than heavy metals and PAHs and therefore harder to retain than other contaminants. Within a certain pollutant group, such as metals, the individual pollutants have their own specific behavior.

Boogaard F.C., van de Ven F.H.M. Langeveld J, Giesen van de N. Stormwater Quality Characteristics in (Dutch) urban areas and performance of settlement basins, challenges 2014.

25

Kleine fractie... filtreren gewenst



Challenges 2014, 5, 112-122; doi:10.3390/challe5010112

OPEN ACCESS
challenges
 ISSN 2078-1547
 www.mdpi.com/journal/challenges

Article

Stormwater Quality Characteristics in (Dutch) Urban Areas and Performance of Settlement Basins

Floris C. Boogaard ^{1,2,3,*}, Frans van de Ven ^{1,4}, Jeroen G. Langeveld ^{1,5} and Nick van de Giesen ¹

¹ Department of Water Management, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology, P.O. Box 5048, 2600 GA Delft, The Netherlands; E-Mails: F.H.M.vandeVen@tudelft.nl (F.V.), jeroen.langeveld@rhdhv.com (J.G.L.); n.c.vandegiesen@tudelft.nl (N.G.)

² TAUW, Zekeringsstraat 43g, P.O. Box 20748, 1001 NS Amsterdam, The Netherlands

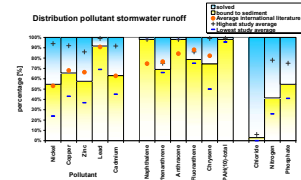
³ Hanze University of Applied Sciences, Zernikeplein 7, P.O. Box 30030, 9700 RM Groningen, The Netherlands

⁴ Deltares, Princetonaan 6-8, P.O. Box 85467, 3508 AL Utrecht, The Netherlands

⁵ Royal HaskoningDHV, Barbarossastraat 35, P.O. Box 151, 6500 AD Nijmegen, The Netherlands

* Author to whom correspondence should be addressed; E-Mail: f.c.boogaard@tudelft.nl;

Tel.: +31-6515-56-82-6; Fax: +31-2068-48-92-1.



26

Kwaliteit regenwater

Open Access Article

Stormwater Quality Characteristics in (Dutch) Urban Areas and Performance of Settlement Basins

- Uncertainties of stormwater characteristics and removal rates of stormwater
- 1. Introduction
 - 1.1. Available monitoring data
 - 1.2. Stormwater quality modelling
- 2. Materials and methods
 - 2.1. Selection of monitoring locations and treatment techniques
 - 2.2. Design parameters, monitoring set up and data

Table 1 – Stormwater concentration levels for principal pollutants.

	Boogaard and Lemmen (2007) ^a	Bratieres et al. (2008) ^b	Salvia-Castellvi et al. (2005) ^c	Fuchs et al. (2004) ^d	Daligault et al. (1999) ^e		
	Dutch data mean (median–90 percentile)	Worldwide and Australian	Mean EMC St. Quirin (min–max)	Mean EMC Rte d'Esch (min–max)	Median (25–75 percentile)	Mean Brunoy (min–max)	Mean Vigneux (min–max)
TSS mg/l	49 (20–150)	150	592 (30–2500)	131 (30–300)	141 (74–280)	158 (11–458)	199 (25–964)
BOD mg/l	6.7 (4.0–14)	–	335 (8–1300)	30 (5–90)	13 (8–20)	10 (3–29)	17 (4–168)
COD mg/l	61 (32–110)	–	1152 (30–4800)	138 (25–400)	81 (5–113)	68 (18–299)	121 (26–561)
TKN mg N/l	2.8 (1.7–5.2)	2.1	7.4 (1–24)	2.3 (0.6–7.8)	2.4 (2.1–5.8)	2.8 (1–12)	4.7 (1–50)
TP mg P/l	0.42 (0.26–0.97)	0.35	3 (0.3–12)	0.7 (0.2–2)	0.42 (0.24–0.70)	0.56 (0.3–4.7)	1.1 (0.3–19.1)
Pb µg/l	33 (12–75)	140	80 (20–130)	50 (20–90)	118 (46–239)	52 (2–210)	69 (4–404)
Zn µg/l	194 (95–450)	50	3330 (80–11700)	1170 (500–4100)	275 (128–502)	607 (210–2900)	146 (30–640)
Cu µg/l	26 (10–47)	250	170 (40–500)	70 (30–200)	48 (28–110)	23 (7–59)	24 (6–52)
E. coli #/100 ml	3.4E+4 (1E+4–1E+5)	–	–	–	–	–	–

a Dutch STOWA database (version 2.6, 2007), based on data of 10 monitoring projects in the Netherlands, residential and commercial areas, with a ranging from 20 (90%) to 160 (90%).

b 'Typical' pollutant concentrations based on review of worldwide (Duncan, 1999) and Melbourne (Taylor et al., 2005) data.

c 2 monitoring locations in Luxembourg, residential areas, n = 11 per location. Location St. Quirin is reported to have significant illicit connections to the storm sewer.

d ATV database, like Duncan (1999) partly based on the US EPA nation wide runoff programme (NURP), with n ranging from 17 (TKN) to 178 (SS).

e Brunoy: 55% educational and sporting infrastructures, 45% residential, Vigneux, residential, n = 30 per location.

Please cite this article in press as: Langeveld, J.G., et al., Uncertainties of stormwater characteristics and removal rates of stormwater treatment facilities: Implications for stormwater handling, *Water Research* (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.watres.2012.06.001>

Boogaard F.C., van de Ven F.H.M. Langeveld J, Giesen van de N. [Stormwater Quality Characteristics in \(Dutch\) urban areas and performance of settlement basins](https://www.mdpi.com/2078-1547/5/1/112), challenges 2014.

27

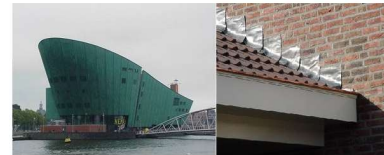
Tabel 3. Kwaliteit van afstromend hemelwater afgezet tegen milieukwaliteitsnormen JG-MKN, MAC-MKN en MTR (maximaal toelaatbaar risico)

Parameter	Gemiddeld daken en wegen woonwijken	Gemiddeld daken en wegen bedrijven	JG-MKN***	MAC-MKN***	MTR oppervlakte-water (oud)
Cadmium (Cd)** [µg/L]	0,18	1,4	0,08 – 0,25	0,45 – 1,5	2,0
Koper (Cu) [µg/L]	21	20	2,4	–	3,8
Kwik (Hg)** [µg/L]	0,026	0,26	0,00007	0,07	1,2
Lood (Pb)* [µg/L]	21	68	1,2	14	220
Nikkel (Ni)* [µg/L]	4,1	12	4	34	6,3
Zink (Zn) [µg/L]	144	594	7,8	15,6	40
Antraceen** [µg/L]	0,0076	0,0066	0,1	0,1	–
Benz(a)pyreen** [µg/L]	0,048	0,033	0,00017	0,27	–
Minerale olie [µg/L]	102	1813	–	–	–
CZV [mg O/L]	36	68	–	–	–
P-totaal [mg P/L]	0,30	0,52	–	–	0,15
N-Kjeldahl [mg N/L]	2,1	9,9	–	–	MTR N-totaal 2,2
NO _x -N [mg N/L]	1,5	0,66	–	–	–
TSS [mg/L]	38	48	–	–	–
E. coli [#100 ml]	2,4*10 ⁴	1135	–	–	1,0*10 ³

** prioritaire stof
 *** De JG-MKN en MAC-MKN voor metalen (cadmium, koper, kwik, lood, nikkel, zink) hebben betrekking op de opgeloste concentratie.
 **** de normwaarde is afhankelijk van de hardheid van het water
 ***** zwemwaternorm

Update

- Zware metalen
- En nieuwe stoffen?
 - Micro plastics
 - Medicijnresten
 - ...



Afbeelding 5. materiaalgebruik: koperen gevel (links) en loodslabben (rechts).

Afstromend hemelwater van bedrijventerreinen

Hemelwater dat nog niet is afgestroomd over het oppervlak bevat lage concentraties van verschillende stoffen die ook in de atmosfeer voorkomen. Afstromend hemelwater bevat meer stoffen en hogere concentraties. De kwaliteit van afstromend hemelwater kan per locatie en op een locatie in de tijd sterk verschillen (afbeelding 3). Daarom zijn in de database en het rapport behalve de gemiddelde waarde ook de 50%- en 90%-percentielwaarden gegeven.



Afbeelding 6. Hemelwaterput bij marktterrein (links) en lozingen op regenwaterriool (rechts)

groen: gemiddelde waarde onder of gelijk aan het JG-MKN;
 oranje: gemiddelde waarde boven het JG-MKN, maar onder de MAC-MKN;
 rood: gemiddelde boven de MAC-MKN.

Tabel 3. Kwaliteit van afstromend hemelwater afgezet tegen milieukwaliteitsnormen JG-MKN, MAC-MKN en MTR (maximaal toelaatbaar risico)

28



De kwaliteit van afstromend hemelwater in Nederland

VAKARTIKELN · 20 APRIL 2020

Ten behoeve van beleidsvorming stelt STOWA samen met stichting RIONED al sinds 2007 een Database Hemelwaterkwaliteit ter beschikking. In 2020 verschijnt een flink herziene versie van deze database. Dit artikel beschrijft de belangrijkste bevindingen op basis van deze nieuwe database.

[Download hier de pdf van dit artikel](#)

<https://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/de-kwaliteit-van-afstromend-hemelwater-in-nederland>

Nieuwe inzichten
 beter beargumenteerd
 Link naar internationaal
 Regenwater iets schoner
 iets beter in te schatten,
 maar sterk variabel
 Dus bij twijfel: zuivering

Tabel 1. Aantallen concentratiemetingen in afstromend hemelwater in Nederland in de Database kwaliteit afstromend hemelwater 2007 en 2020 (voorbeelden)

Parameter	Aantal meetwaarden 2007	Aantal meetwaarden 2020
Metalen (zink)	175	1.184
PAK (antraceen)	151	599
Minerale oliën	231	621
Nutriënten (N-Kj)	142	740
Onopgeloste bestanddelen	138	1.162

29

Open Access
Article

Stormwater Quality and Long-Term Efficiency Capturing Potential Toxic Elements in Sustainable Urban Drainage Systems—Is the Soil Quality of Bio-Swales after 10–20 Years Still Acceptable?

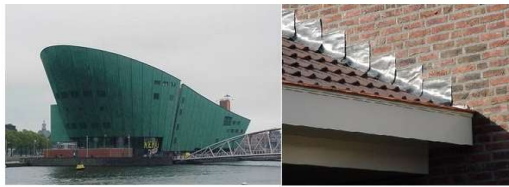
Table 4. Concentrations of pollutants in stormwater runoff from Dutch residential areas roofs and roads.

Parameter	The Netherlands (Rural) Stormwater Quality RIVM: 2012–2018	The Netherlands (Stormwater Database)	USA NSQD Overall	USA NSQD Residential	Germany ATV Database
Literature	[31]	[31]	[37]	[37]	[38]
	Average (D10–D90) *	Average (D10–D90) *	Median n = number	Median n = number	Median
Copper (Cu) [µg/L] MAC = maximum allowed concentration available (dissolved concentration)	Average 2.1 50–90% 1.1–4.5 N = 603	Average 28 50–90% 18–60 N = 183	16 n = 2724	12 n = 799	48
Lead (Pb) [µg/L] MAC = 14	Average 0.93 50–90% 0.6–1.9 N = 619	Average 12 50–90% 4.6–32 N = 183	17 n = 2950	12 n = 788	118
Zinc (Zn) [µg/L] MAC = 15.6	Average 8.2 50–90% 4.8–17 N = 617	Average 183 50–90% 74–256 N = 183	117 n = 3008	73 n = 810	275
TSS [mg/L]		Average 56 50–90% 20–181 N = 114	58 n = 3390	49 n = 991	141

[Sustainability](#) | [Free Full-Text](#) | [Stormwater Quality and Long-Term Efficiency Capturing Potential Toxic Elements in Sustainable Urban Drainage Systems—Is the Soil Quality of Bio-Swales after 10–20 Years Still Acceptable? \(mdpi.com\)](#)

30

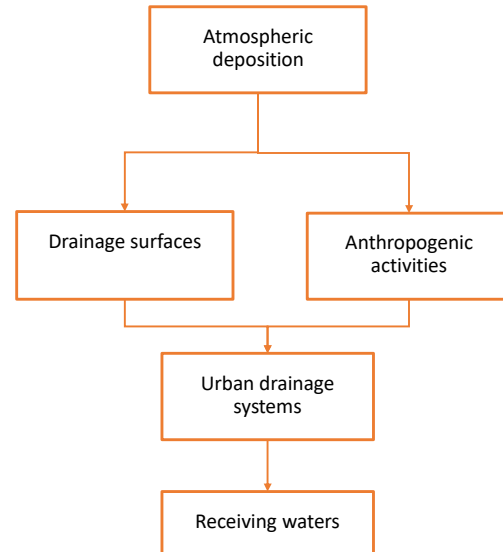
Pollutants in urban areas: CSO and stormwater quality



Afbeelding 5. materiaalgebruik: koperen gevel (links) en loodslabben (rechts).

Afstromend hemelwater van bedrijventerreinen

Hemelwater dat nog niet is afgestroomd over het oppervlak bevat lage concentraties van verschillende stoffen die ook in de atmosfeer voorkomen. Afstromend hemelwater bevat meer stoffen en hogere concentraties. De kwaliteit van afstromend hemelwater kan per locatie en op een locatie in de tijd sterk verschillen (afbeelding 3). Daarom zijn in de database en het rapport behalve de gemiddelde waarde ook de 50%- en 90%-percentielwaarden gegeven.



[Boogaard F.C., van de Ven F.H.M. Langeveld J. Giesen van de N. Stormwater Quality Characteristics in \(Dutch\) urban areas and performance of settlement basins. Challenges 2014. 5. 112-122; doi:10.3390/challe5010112.](#)

31

Het moet dus anders....



Creatieve blik
gewenst

32

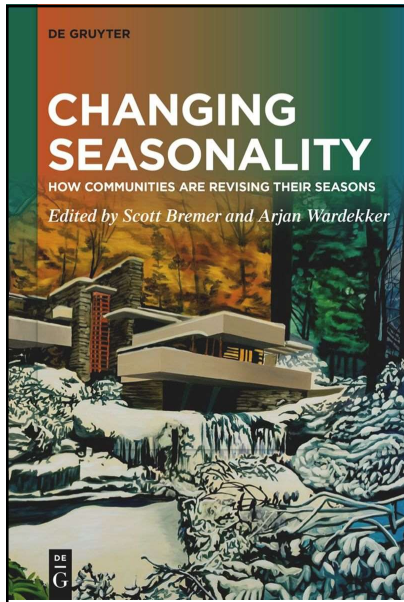


33

Creative people show us what we should do



34



Floris Boogaard

From grey to green infrastructure in a changing climate

Addressing changing patterns of stormwater runoff

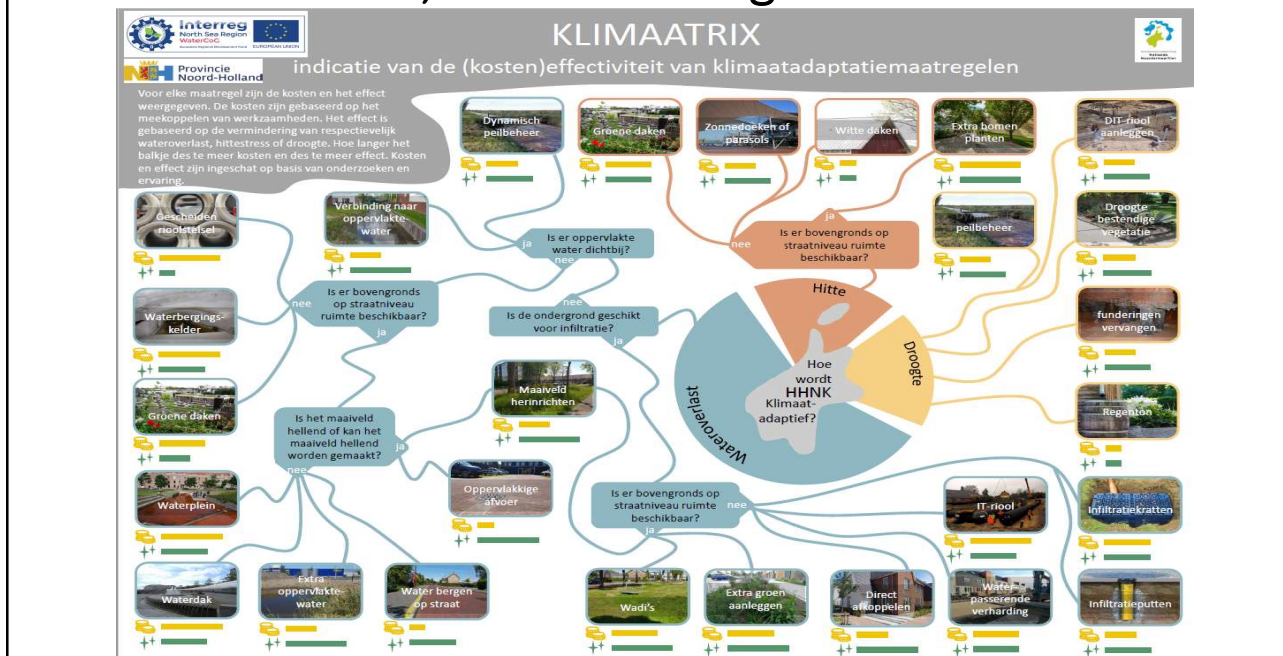


Changing Seasonality
How Communities are Revising their Seasons
 •Edited by: Scott Bremer and Arjan Wardekker
<https://doi.org/10.1515/978311245591>

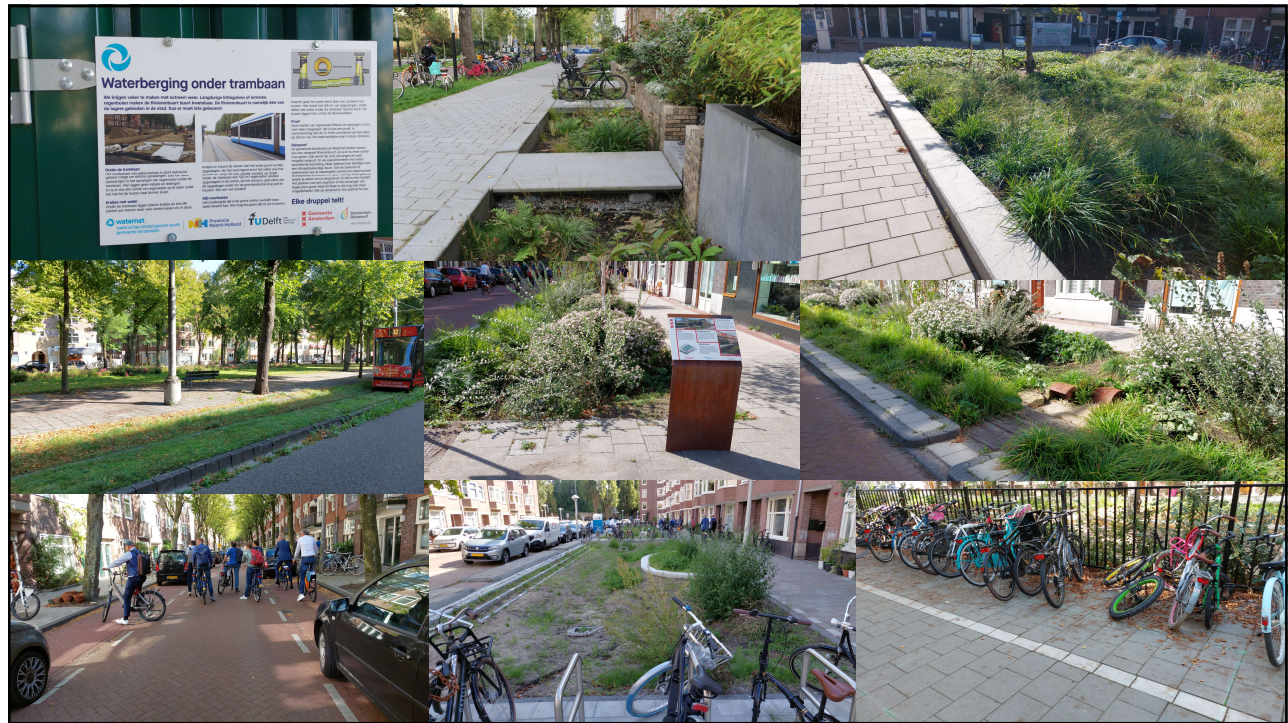
From grey underground infrastructure (left) to grey-green surface infrastructure (right).
From grey to green infrastructure in a changing climate
 From the book [Changing Seasonality](#)
 •Floris Boogaard

35

Vb: wateroverlast, hitte en droogte. WATERKWALITEIT?



36



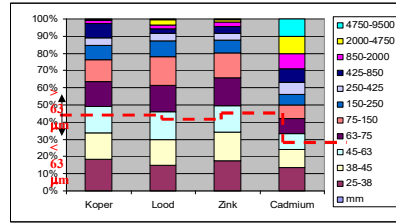
37



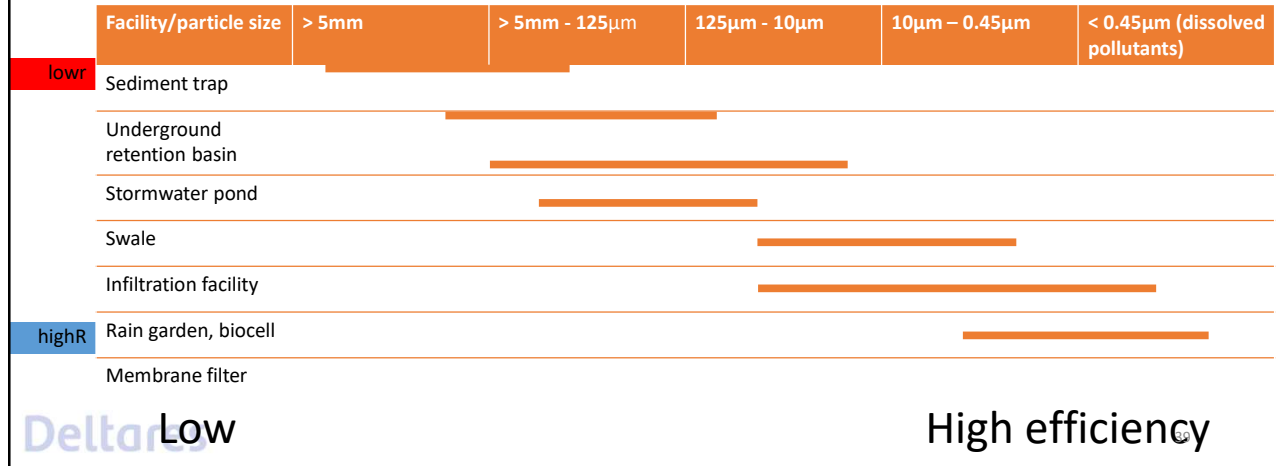
38

Removal efficiency GI

*It comes down to particle retention that you cant see
Accumulation of metals ****

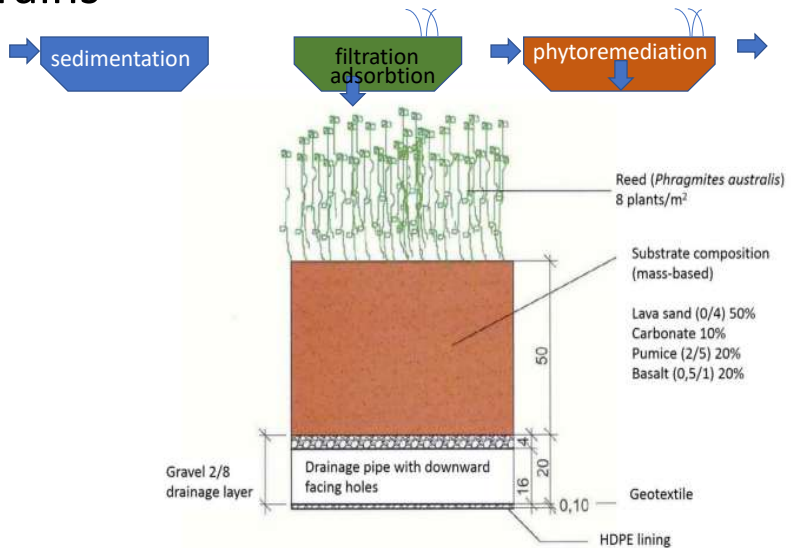
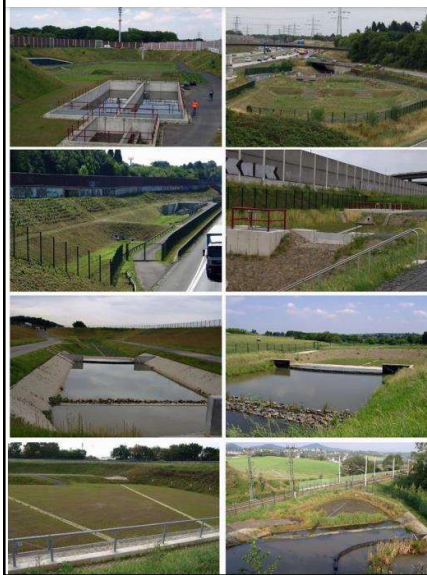


Sutability of treatment methods according to particule size ranges (Blecken, 2016)



39

GI high removal efficiency with treatment trains



Source Second Bremer Soil Filter Workshop 26.08.2009, Karl Diefenthal, Landesbetrieb Strassenbau NRW, Regionalniederassung Rhein-Berg, Aussenstelle Köln

40

There are many Dutch NBS with purification steps

- Wadi
- Raingarden
- Doorlatende verharding
 - 4 soorten
- Vijvers
- Helofytenfilters
- Ondergrondse infiltratie
- Regenwater gebruik (na filtratie)
- Diversen
 - geotextielen
 - Rockflow etc



Water	
Afkoppelen (regenwaterriool)	●
Australisch Wadis/Raingarden (eg Bio-Ret...)	●
Beheer van Watervraag	●
Beplante Wadi	●
Bermfiltratie	●
Boomgroeiplaatsen	●
DIT Riool (Drainage Infiltratie Transport L...	●
Diversen	●
Doorlatende Verharding	●
Drijvende Urbanisatie	●
Grasverharding, Grasbeton (infiltrerende ...)	●
Groen Dak	●
Groenblauwe Oplossingen	●
Groene Muren	●
Grondwater	●
Helofytenveld	●
Helofytenveld: Grondwaterzuivering	●
Infiltratiekragen	●
Kolkloze Wegen	●
Multifunctionele Klimaatadaptatie	●
Ondergrondse Infiltratie	●
Open Stormwaterstroom (goot/holle weg)	●
Oppervlaktewaterberging & Infiltratie	●
Plastic Soep (plastic afval in water)	●
Recycling Grijs en Zwart Water	●
Regentuin (water vertragende groenstrook)	●
Regenwater op Eigen Terrein	●
Regenwatergebruik	●
Rockflow (Rockwool)	●
Verticale Infiltratie (zakputten)	●
Verwijderen Verharding (Operatie Steenbr...	●

41

symbol	Picture/ Link ClimateScan categorie	Name (Dutch)	Name (English)	
1. Wadi / bio swale	 https://www.climatecan.nl/#filter-1-1	Een wadi is een beplante greppel met een doorlatende bodem en eronder een in geotextiel ingepakte grindkoffer met een infiltratie- en drainagebuis. Deze is daarmee geschikt voor berging, infiltratie en afvoer van regenwater terwijl ze tevens een bijdrage levert aan de vergroting van de biodiversiteit en de leef kwaliteit.	A bioswale is a ditch with vegetation, a porous bottom and below that a layer of gravel, packed in geotextile with an infiltration pipe/drainpipe. It allows rainwater storage, infiltration and transport while helping to enhance biodiversity and quality of life.	
2. Groene daken / green roofs	 https://www.climatecan.nl/#filter-1-4	'Groene daken' is een verzamelbegrip voor beelooopbare beplante daken en beplante hellende daken, en omvat o.a. mos /sedum / gras / kruiden / struiken. Groene daken bufferen regenwater tot op zekere hoogte. Ze zijn niet geschikt om extreme neerslag te bufferen omdat ze dan verzadigd raken. Groene daken dragen positief bij aan de biodiversiteit en kunnen een positief effect hebben op o.a. hittestress, luchtkwaliteit en de isolatiewaarde.	A green roof is a multi-layered roof system that is partially or entirely covered with vegetation. Extensive green roofs have a maximum depth of six inches and are a layered system containing growing media, waterproofing membrane, drainage, and often irrigation components. Extensive green roofs can support groundcovers and shallow root plant material, and therefore require less structural support and reduced maintenance when compared to intensive roofs	
3. Groene gevels / green facades	 https://www.climatecan.nl/#filter-1-121	Gevelbeplanting zorgt ervoor dat gevels minder opwarmen en ook minder warmte verliezen. De planten zorgen tevens voor verdamping wat eveneens bijdraagt aan een koeler stadsklimaat. Voordeel van gevelbeplanting is dat ze vrij weinig ruimtebeslag legt op het intensief gebruikte stedelijke maaiveld en toch veel vierkante meters verticaal groen realiseert.	Green facades attract and lose heat. The plants also cause evaporation, which helps keeping the town or city's climate cooler. An advantage is that it takes up little space in an already intensively used urban area, while providing many vertical square metres of green.	
5. Waterdoorlatende verharding / water permeable pavement	 https://climatecan.nl/#filter-1-3	Waterdoorlatende bestrating bestaat uit poreus materiaal dat regenwater doorlaat. Daarbij kan water zowel in de bovenste toplaag (bijvoorbeeld poreus asfalt), als ook in de fundering worden opgeslagen. Naast het vertragen van de waterafvoer, kan waterdoorlatende bestrating vervuulende stoffen opvangen en filteren.	Permeable pavements consist of porous material that absorbs rainfall. Water can be stored either in the top layer (e.g., very open asphalt concrete) or in below the top layer in the foundation. Besides reducing runoff, permeable pavements can trap suspended solids and filter pollutants from the water.	
6. Regentuin / Raingarden	 https://climatecan.nl/#filter-1-63	Raingardens/regentuinten zijn met zandgrond of aggregaat gevulde voorzieningen die het afvloeiende regenwater behandelen om de kwaliteit van het water te verbeteren. Het regenwater wordt opgevangen en in staat gesteld om door de grond/ aggregaatlaag te infiltreren. De verontreinigende stoffen worden door de grondlaag / aggregaatlaag verwijderd, voordat het wordt afgevoerd via een onderriool op de bodem van de raingarden.	Raingardens are sandy soil or aggregate filled depressions that treat stormwater runoff to improve water quality. Stormwater is captured and allowed to percolate through the soil/aggregate layer, where pollutants are removed, prior to being released through an underdrain located at the bottom of the depression.	
7. Infiltratiekragen / infiltration boxes	 https://climatecan.nl/#filter-1-63	Infiltratiekragen bufferen het regenwater ondergronds en maken dubbel grondgebruik mogelijk. Ze hebben hierdoor in het algemeen een grotere opslagcapaciteit dan bovengrondse infiltratievoorzieningen. Er kan dus meer regenwater tijdelijk gebufferd worden en vertraagd afgestaan worden aan het grondwater. De extra infiltratie leidt tot minder droogteschade, bodemdaling en verzilting.	Infiltration boxes buffer rainwater underground and allow using a single area for two purposes. In general, they offer more storage capacity than above ground infiltration installations. More rainwater can be buffered temporarily and gradually released into the groundwater. The extra infiltration leads to less drought damage, subsidence and salinization.	

42

Factor Time

Sediment basins →

→

Permeable pavement

→

Bio-swales

→

Constructed wetlands

43

Beheer versus ontwerp

Ontwerper: ik vind dat mooi.

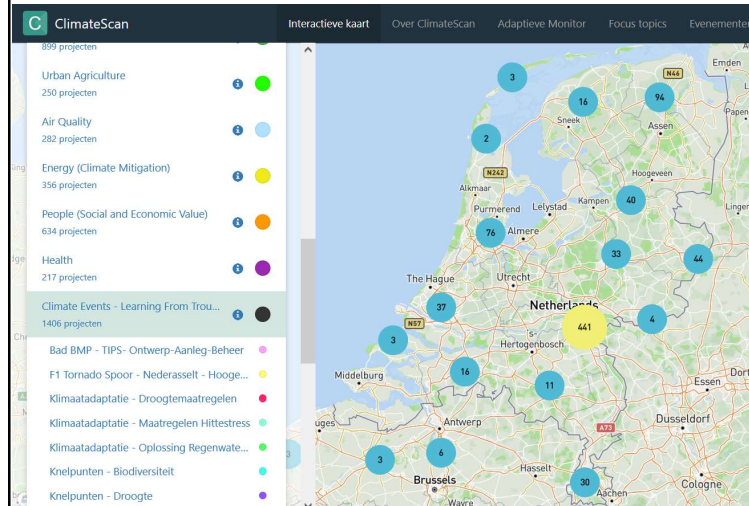
Beheerder: mij is niets gevraagd.

Jan Stigter
ontwerper Dienst Ruimtelijke Ordening

Ron Vogel
opzichter reiniging Waternet

44

Leren van wat fout gaat... Naar richtlijnen



Floris Boogaard • You
Hanze Deltares: climateadaptation & applied science
bd • Edited •

Gisteren waren er weer extreme buien. Er moet waterberging bij onze klimaatadaptatie ambities voor 2050 te halen. Er liggen al duizenden waterbergingen in Nederland maar dat betekent nog niet dat ze goed functioneren en nog effectief zijn in 2050, zoals gisteren maar ook 2 weken geleden bleek in Limburg.

We leren van deze extreme buien door kennis te delen en te evalueren, zo staan er al meer dan 14.000 klimaatadaptatie projecten op climatescan.nl met 1000 projecten waar we van kunnen leren: <https://lnkd.in/eC4RNdDk>. Dit gaat niet alleen om openbaar gebied, particulier gebied wordt steeds belangrijker. Als jij ook je kennis deelt, zie ik die ambities voor 2050 wel zitten.

Deze inventarisatie is onderdeel van het Nationaal Regieorgaan Praktijkgericht Onderzoek SIA project 'De Klimaat-Adaptatie-Monitor: Kennisontwikkeling, -verspreiding en klimaatactie!' <https://lnkd.in/eBFVdAbn> met veel enthousiaste partners die in de komende weken hun verhaal vertellen in climatecafe online: NL: ClimateCafé GroenBlauw – Climate Café (<https://lnkd.in/ekovPTb2>). U bent van harte welkom om met mij en Sidney Jon Stax mee te praten.

Paul Arentshorst and 283 others 17 comments • 9 reposts

45

Zuivering internationaal

Asset Management of Urban Drainage Systems
If anything exciting happens, we've done it wrong!

Edited by Frédéric Cherqui, François Clemens-Meyer, Franz Tschekner-Gratl and Bert van Duin



Figure 9.43 Playing children on a swale (top left), swale used as walking route in contrast to regulations (top right), swale with standing water (bottom left) and restricted access (bottom right).



Figure 9.44 Diminished functioning of SUDS. Left: Maintenance with heavy equipment leads to compaction of the soil (Source: <https://www.climatescan.org/projects/6915/detail>). Right: insufficient hydraulic capacity of a swale and road flooded with stormwater (source: <https://www.climatescan.org/projects/210/detail>).

IWA Publishing, **Asset Management of Urban Drainage Systems: [If anything exciting happens, we've done it wrong!](https://doi.org/10.2166/9781789063059)** Edited by Frédéric Cherqui; François Clemens-Meyer; Franz Tschekner-Gratl; Bert van Duin DOI: <https://doi.org/10.2166/9781789063059> ISBN Ilectronic: 9781789063059 Publication date: June 2024

46

Sedimentatie

Filtratie

Adsorbtie

Fytoremediatie

47

There are many Dutch NBS with purification steps

- Wadi
- Raingarden
- Doorlatende verharding
 - 4 soorten
- Vijvers
- Helofytenfilters
- Ondergrondse infiltratie
- Regenwater gebruik (na filtratie)
- Diversen
 - geotextielen
 - Rockflow etc

Deltares

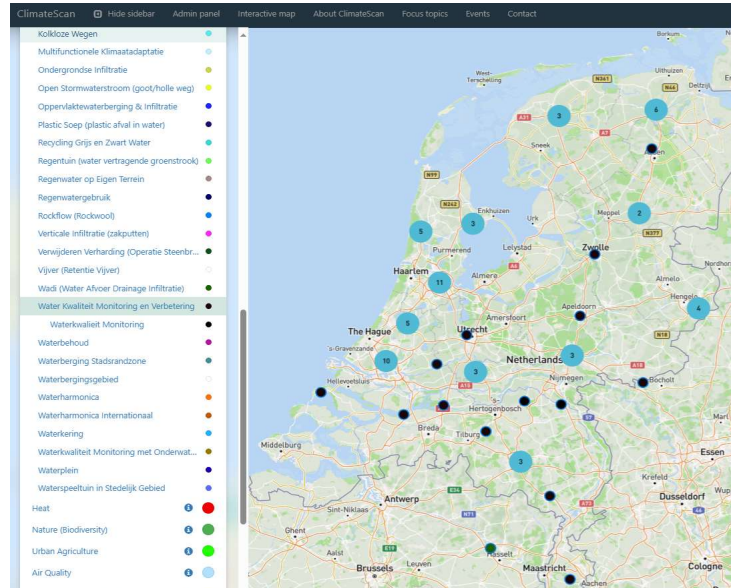
Water	
Afkoppelen (regenwaterriool)	●
Australisch Wadis/Raingarden (eg Bio-Ret...)	●
Beheer van Watervraag	●
Bepante Wadi	●
Bermfiltratie	●
Boomgroeiplaatsen	●
DIT Riool (Drainage Infiltratie Transport L...	●
Diversen	●
Doorlatende Verharding	●
Drijvende Urbanisatie	●
Grasverharding, Grasbeton (infiltrerende ...)	○
Groen Dak	●
Groenblauwe Oplossingen	●
Groene Muren	○
Grondwater	●
Helofytenveld	●
Helofytenveld: Grondwaterzuivering	○
Infiltratiekragen	●
Kolkloze Wegen	●
Multifunctionele Klimaatadaptatie	○
Ondergrondse Infiltratie	●
Open Stormwaterstroom (goot/holle weg)	●
Oppervlaktewaterberging & Infiltratie	●
Plastic Soep (plastic afval in water)	●
Recycling Grijs en Zwart Water	●
Regentuin (water vertragende groenstrook)	●
Regenwater op Eigen Terrein	●
Regenwatergebruik	●
Rockflow (Rockwool)	●
Verticale infiltratie (zakputten)	●
Verwijderen Verharding (Operatie Steenbr...	●

48

Some are installed just for 'waterquality' improvement and treatment

- sedimentation

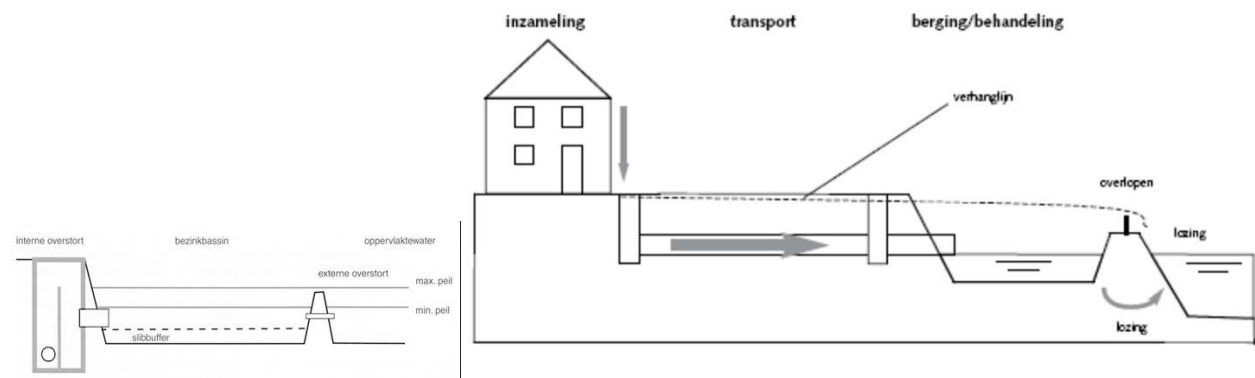
Deltares



49

definitie


- *Een bezinkvijver/-bak is een natuurlijke of betonnen constructie, waarin berging en of afscheiding van bezinkbare stoffen uit afstromend regenwater plaatsvindt.*



50

Bezinkbak regenwater julianapark, amsterdam

Settlement basin (Lamellenfilter)



Map Satellite

Google
Created at: 22 Nov 2014



Description
Bezinkbak regenwater Julianapark, Amsterdam
Help us provide more detailed information about this project by [contributing!](#)

Downloads
[Bezinkbak regenwater Julianapark, Amsterdam](#)

Websites
No websites added

Contribute
[Edit this project](#)

Videos



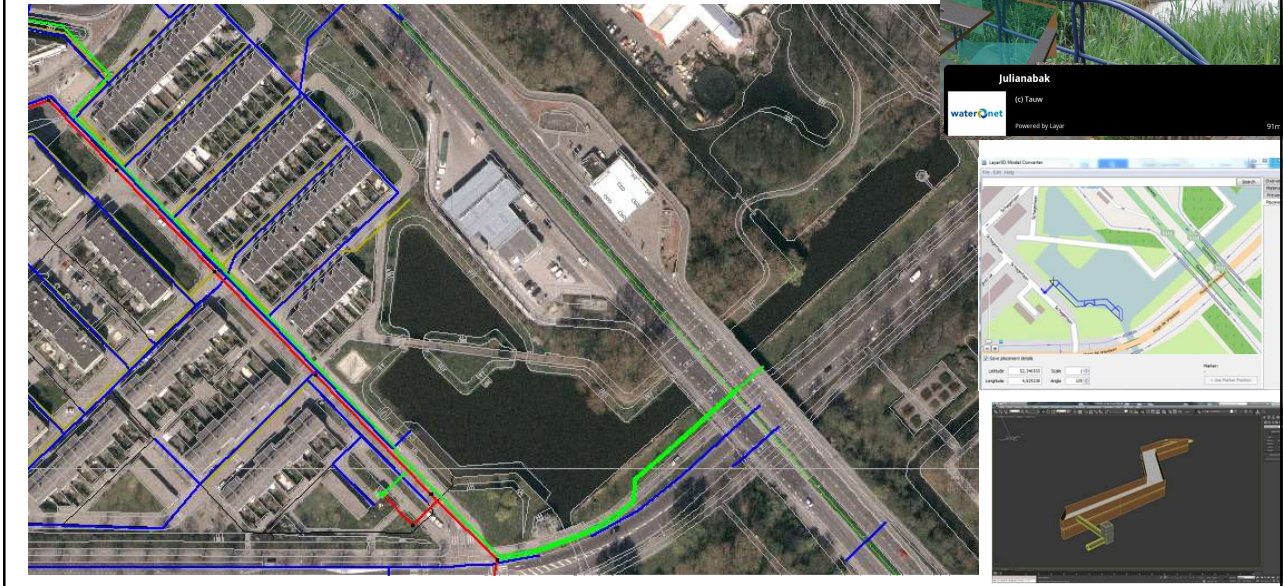
<https://www.climatescan.nl/projects/8/detail>

51



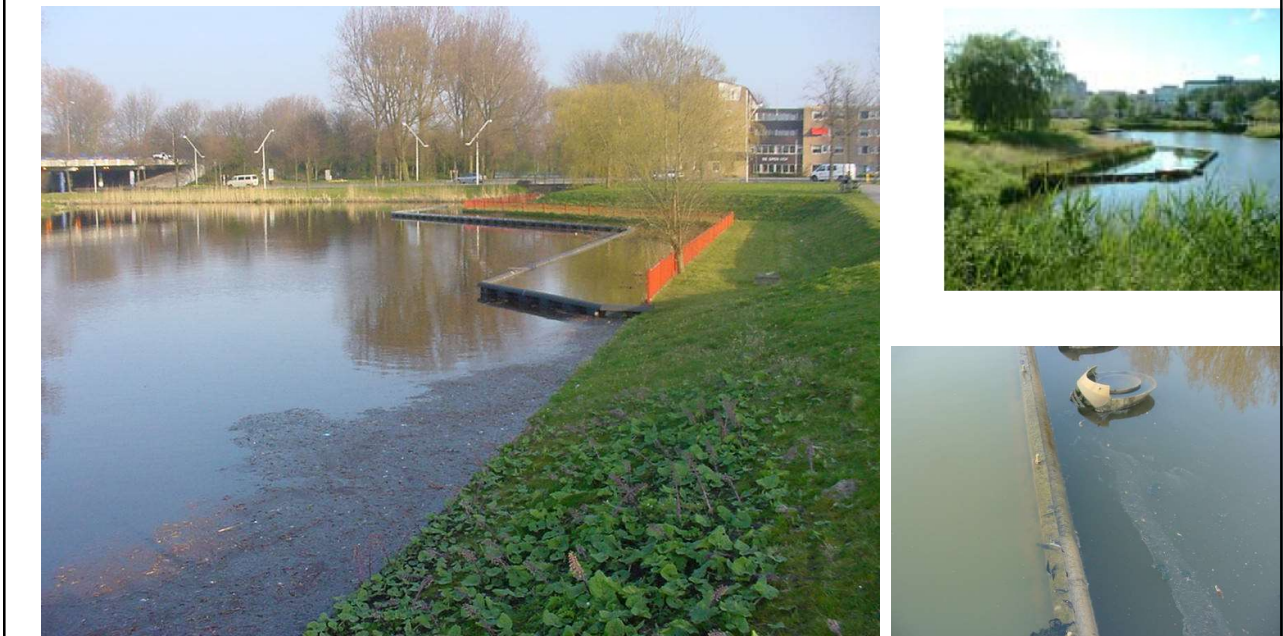
52

Voorbeeld: bezinkbak Julianapark



53

Voorbeeld: bezinkbak Julianapark



54



55



56

Het ontwerp

bezinkbak		
neerslagintensiteit	60	l/s/ha
afvoercoefficient	1	[-]
afvoerend oppervlak	11	ha
bestaande belasting (drainge)	8	m ³ /hr
oppervlak	365	m ²
inhoud	730	m ³
neerslag intensiteit	660	l/s
neerslag intensiteit	2376	m ³ /hr
neerslag intensiteit incl extra bel	2384	m ³ /hr
neerslag intensiteit	21,67273	mm/h
afvoerend oppervlak	11	ha
lengte	75	m
breedte	5	m
diepte	2	m
oppervlak	375	m ²
inhoud	750	m ³
14l/s/ha = 15 sn		

57

Beheer



58

Voorbeeld: bezinkbak Julianapark



- na 8 jaar...



59



60

Bezinkbak regenwater julianapark, amsterdam

Settlement basin (Lamellenfilter)



Description
Bezinkbak regenwater Julianapark, Amsterdam


Samenvatting (Dutch description)
Bezinkbak regenwater Julianapark, Amsterdam

Help us provide more detailed information about this project by [contributing](#).


Images



Videos



<https://www.climatecan.nl/projects/8/detail>




Randvoorziening voor regenwater functioneert goed

Kwaliteit en samenstelling regenwater en kosteneffectiviteit van zuivering
Concentraties, bindingspercentages, valsnelheden en bezinkingsmogelijkheden van verontreinigingen in regenwater

Boogaard F.C.^{1,2,3}, Graaf E.R.T. de^{4,5}

¹ Delft university of Technology, Department of Sanitary Engineering, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology, P.O. Box 5048, NL-2600 GA, Delft, the Netherlands
² TAIIM, Waterstraat 77a, P.O. Box 30710 Amsterdam, the Netherlands

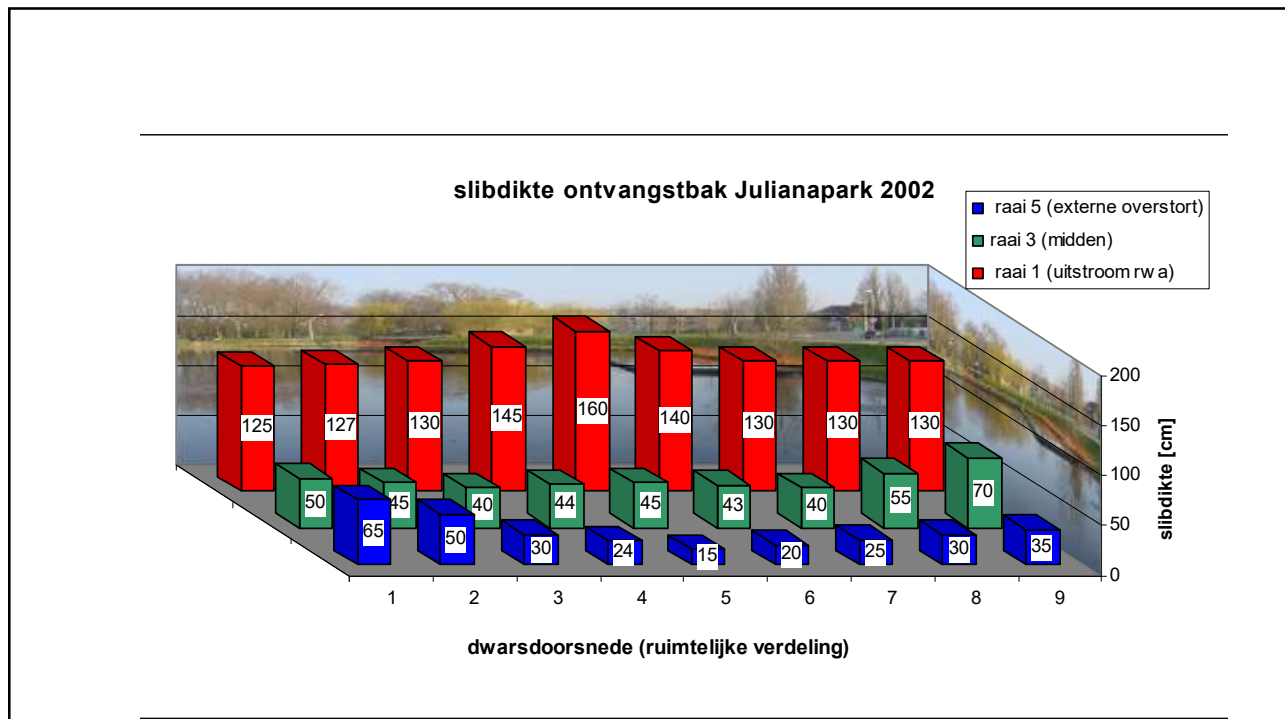
Downloads
[Bezinkbak regenwater Julianapark, Amsterdam](#)

Websites
[Artikel Boogaard et al. Kwaliteit en samenstelling regenwater en kosteneffectiviteit van zuivering](#)

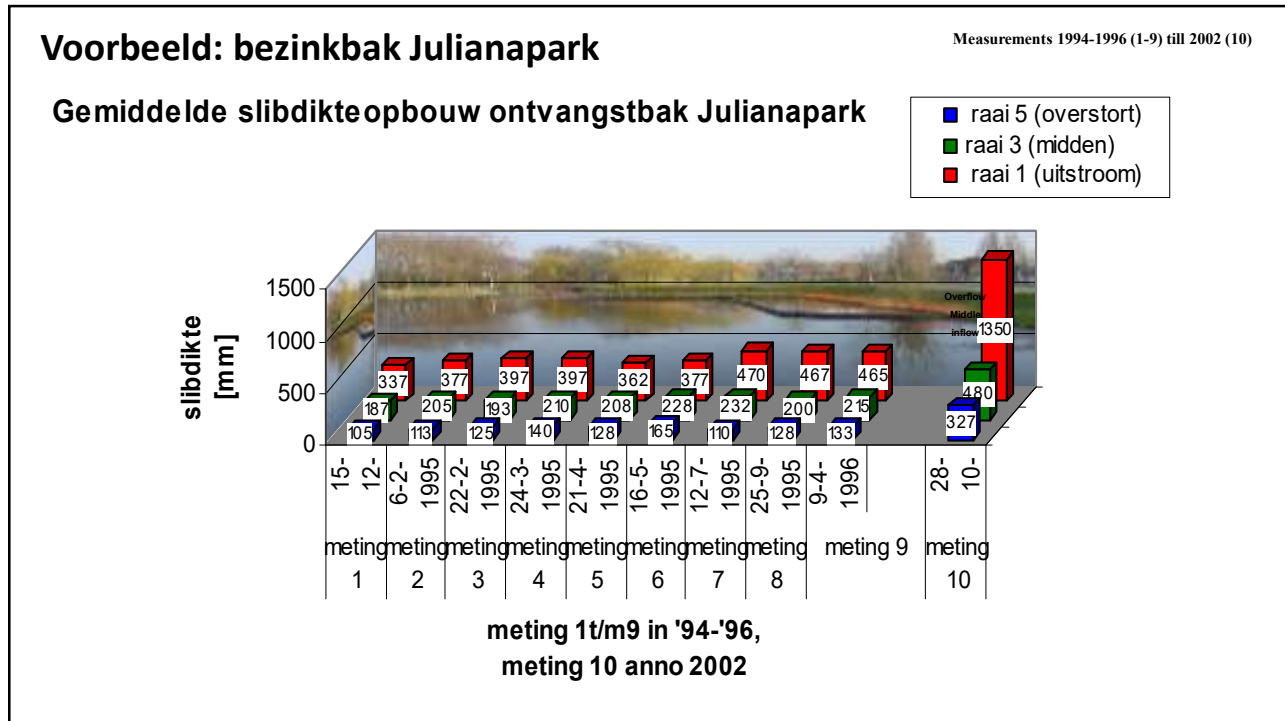
Contribute
[Edit this project](#)



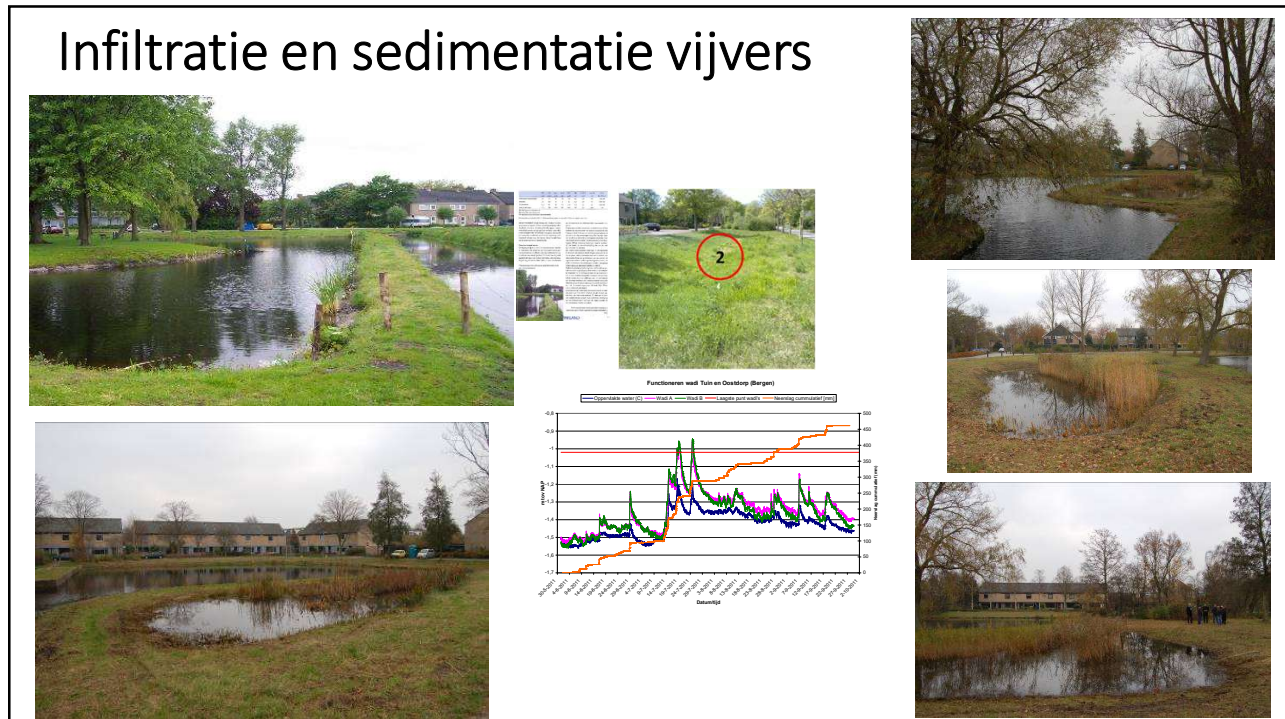
61



62



63



64

Limmen, infiltratievijver




<https://www.climatescan.nl/projects/115/detail>

Limmen, infiltratievijver

Constructed wetland (Helofytenveld)

Map Satellite



Created at: 27 Nov 2014

Description

Limmen, infiltratievijver

Help us provide more detailed inform

Videos





limmen pond

Volledig scherm

0:07 / 0:13

Downloads

No downloads added

Websites

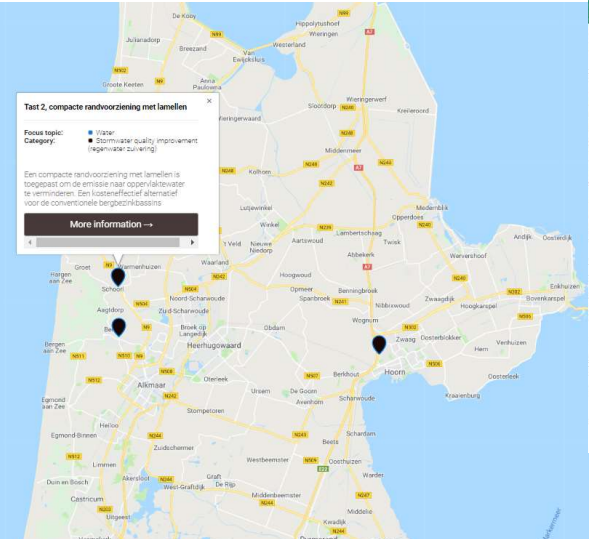
No websites added

Contribute

[Edit this project](#)

65

Lamellen filters



<https://www.climatescan.nl/projects/93/detail>

Tast 2, compacte randvoorziening met lamellen

Stormwater quality improvement (regenwater zuivering)

Map Satellite



Created at: 22 Nov 2014

Description

Een compacte randvoorziening met lamellen is toegepast om de emissie naar oppervlaktewater te verminderen. Een kosteneffectief alternatief voor de conventionele bergbezinkbassins.

Samenvatting (Dutch description)

Tast 2, compacte randvoorziening met lamellen

Help us provide more detailed information about this project by [contributing!](#)

Downloads

[onderzoeksresultaten](#)

Websites

No websites added

Contribute

[Edit this project](#)

66

Lamellen filters

Tast 1, compacte randvoorziening met lamellen

Focus topic: Water
 Category: Stormwater quality improvement (regenwater zuivering)

Een compacte randvoorziening met lamellen is toegepast om de emissie naar oppervlaktewater te verminderen. Een kosteneffectief alternatief voor de conventionele bergbezinkbassins.

[More information →](#)

Tast 1, compacte randvoorziening met lamellen

Stormwater quality improvement (regenwater zuivering)

Map Satellite

Created at: 22 Nov 2014

Description

Een compacte randvoorziening met lamellen is toegepast om de emissie naar oppervlaktewater te verminderen. Een kosteneffectief alternatief voor de conventionele bergbezinkbassins

Downloads

[onderzoekresultaten](#)

Websites

No websites added

Contribute

[Edit this project](#)

Samenvatting (Dutch description)

Tast 1. compacte randvoorziening met lamellen

Help us provide more detailed information about this project by [contributing!](#)

Images

<https://www.climatescan.nl/projects/94/detail>

67

Lamellen filters

lamellenfilter Krimpen aan de IJssel

Focus topic: Water
 Category: Stormwater quality improvement (regenwater zuivering)

Aan de Steepdoornlaan ligt een lamellenfilter die wordt gemonitord door diverse partijen

[More information →](#)

Lamellenfilter krimpen aan de IJssel

Stormwater quality improvement (regenwater zuivering)

Map Satellite

Created at: 22 Nov 2014

Description

Aan de Steepdoornlaan ligt een lamellenfilter die wordt gemonitord door diverse partijen

Downloads

[onderzoek naar lamellenafscheiders Technisch weekblad](#)

Websites

[resultaten lamellen Almere](#)

Contribute

[Edit this project](#)

Samenvatting (Dutch description)

lamellenfilter Krimpen aan de IJssel

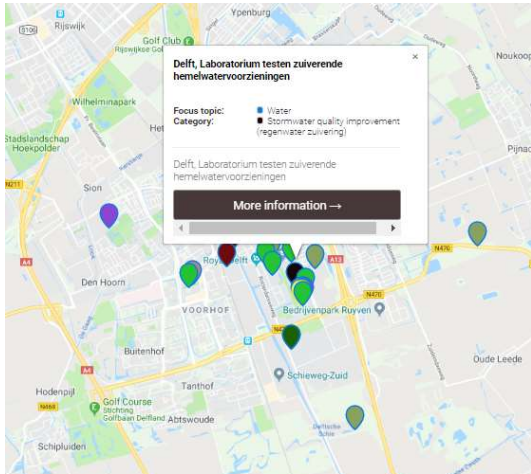
Help us provide more detailed information about this project by [contributing!](#)

Images

<https://www.climatescan.nl/projects/102/detail>

68

Delft, laboratorium testen zuiverende hemelwatervoorzieningen



<https://www.climatescan.nl/projects/131/detail>

Delft, laboratorium testen zuiverende hemelwatervoorzieningen

Stormwater quality improvement (regenwater zuivering)



Description

Delft, Laboratorium testen zuiverende hemelwatervoorzieningen

Samenvatting (Dutch description)

Delft, Laboratorium testen zuiverende hemelwatervoorzieningen

Help us provide more detailed information about this project by [contributing!](#)

Images



Videos



Downloads

[vragen over regenwaterkwaliteit](#)

Websites

No websites added

Contribute

[✓ Edit this project](#)

69

Filtratie en adsorbtie

70

Some are installed just for stormwater treatment

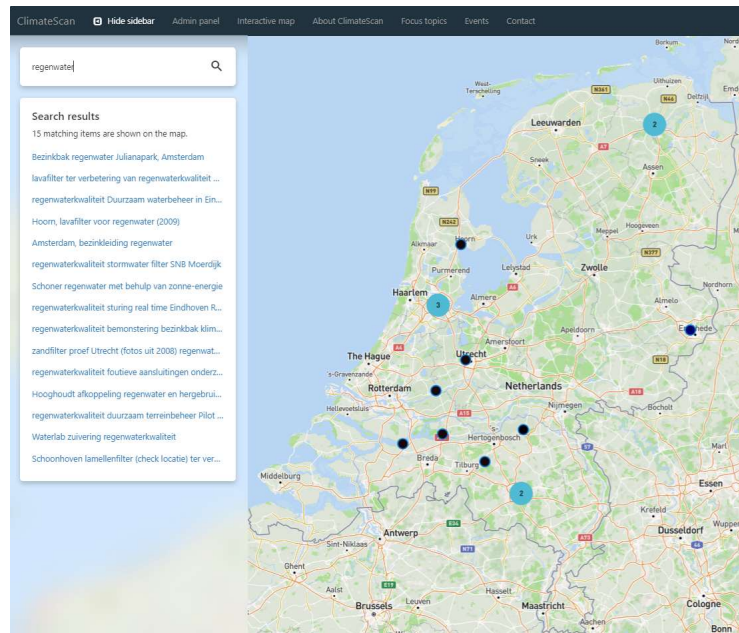
Sedimentation:

- Bezinkbakken
 - Amsterdam, hoorn
- Lamellenfilters
 - Wrw gebied

Filtration

- Lava filters
 - Eindhoven, Hoorn
- Bodempassage (wadi 2.0)

Deltares

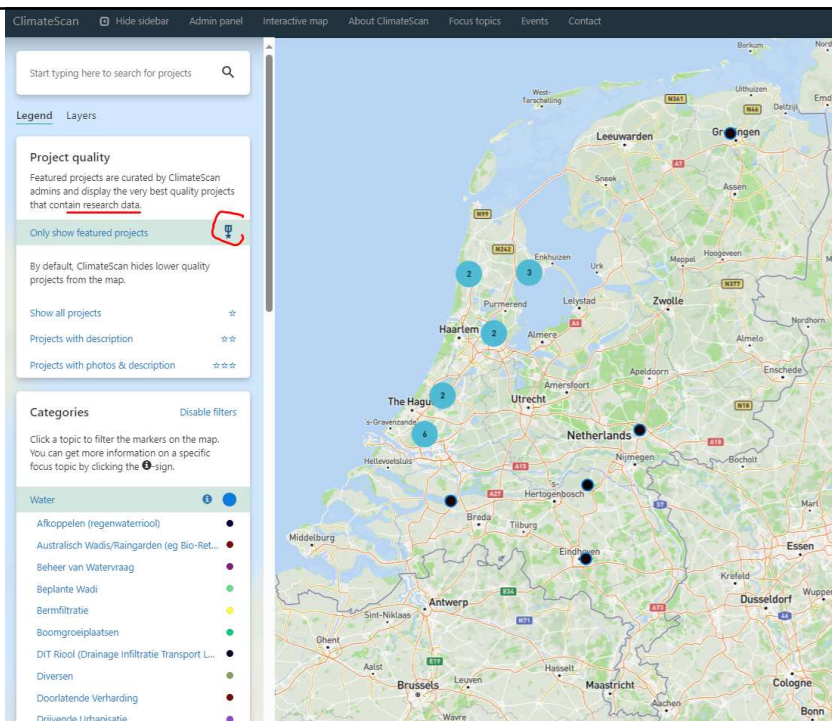


71

Research data

- Measurements
 - Waterquality
 - Soil quality
 - Influent
 - Effluent
 - Removal efficiency

Deltares



72

Various systems: sedimentation ponds, lava filters, permeable dikes and sluices



73

Lava filters

→ <https://www.climatescan.nl/map#filter-1-10>

Hoorn, lavafilter voor regenwater

Focus topic: **Water**
Category: **Stormwater quality improvement (regenwater zuivering)**

More information →

<https://www.climatescan.nl/projects/127/detail>

Home About Interactive map Projects Categories Focus topics Events Contact

Hoorn, lavafilter voor regenwater

Stormwater quality improvement (regenwater zuivering)

Map Satellite

Created at: 28 Nov 2014

Description
Hoorn, lavafilter voor regenwater

Help us provide more detailed information about this project.

Images

Videos

Downloads
No downloads added

Websites
No websites added

Contribute
Edit this project

74

Lava filters

lavafilter Werendam
Focus topic: Water
Category: Stormwater quality improvement (regenwater zuivering)

In Werendam is een lavafilter geplaatst om het regenwater te zuiveren in de wijk Hank (A= 0,79 ha). Het hydraulisch en milieutechnisch functioneren van het filter is ruim een jaar gemonitord.

[More information](#)

Lavafilter werendam

Stormwater quality improvement (regenwater zuivering)

Map Satellite

Description
Created at: 22 Nov 2014

In Werendam is een lavafilter geplaatst om het regenwater te zuiveren in de wijk Hank (A= 0,79 ha). Het hydraulisch en milieutechnisch functioneren van het filter is ruim een jaar gemonitord.

Help us provide more detailed information about this project by [contributing!](#)

Downloads
[lavafilter artikel riolering voor aanleg](#)
[Lavafilter Rotterdam effectief voor zware metalen en PAK](#)

Websites
No websites added

Contribute
[Edit this project](#)

Images

Videos

<https://www.climatecan.nl/projects/99/detail>

75

Lava filters

lavafilter Rotterdam
Focus topic: Water
Category: Stormwater quality improvement (regenwater zuivering)

In Rotterdam is een lavafilter geplaatst om het regenwater te zuiveren in de druk bereiden Vaanweg. Het hydraulisch en milieutechnisch functioneren van het filter is ruim een jaar gemonitord.

[More information](#)

Lavafilter rotterdam

Stormwater quality improvement (regenwater zuivering)

Map Satellite

Description
Created at: 22 Nov 2014

In Rotterdam is een lavafilter geplaatst om het regenwater te zuiveren in de druk bereiden Vaanweg. Het hydraulisch en milieutechnisch functioneren van het filter is ruim een jaar gemonitord.

Samenvatting (Dutch description)
lavafilter Rotterdam

Help us provide more detailed information about this project by [contributing!](#)

Downloads
[lavafilter Rotterdam, riolering](#)

Websites
No websites added

Contribute
[Edit this project](#)

Images

Videos

<https://www.climatecan.nl/projects/100/detail>

76

IJzerhoudende zandfilters

Duurzaam waterbeheer in Eindhoven wijk Doornakkers dtb

Stormwater quality improvement (regenwater zuivering)



Duurzaam waterbeheer in Eindhoven wijk Doornakkers DTB

Focus topic: Water
 Category: Stormwater quality improvement (regenwater zuivering)

In Eindhoven is een lavafilter geplaatst om het regenwater te zuiveren in de wijk Doornakkers. Het hydraulisch en milieutechnisch functioneren van de filterstuw is ruim een jaar gemonitord.

[More information →](#)




Description

In Eindhoven is een lavafilter geplaatst om het regenwater te zuiveren in de wijk Doornakkers. Het hydraulisch en milieutechnisch functioneren van de filterstuw is ruim een jaar gemonitord.

Samenvatting (Dutch description)

Duurzaam waterbeheer in Eindhoven wijk Doornakkers DTB

Images




Videos



<https://www.climatecan.nl/projects/109/detail>

77

Filtratie en beluchting

Schoner regenwater met behulp van zonne-energie

Stormwater quality improvement (regenwater zuivering)

Waterkwaliteit verbeteren met zonne energie

Achter de kerk in Haaren is een prachtige stukje natuur aangelegd, waar onderzussen veel (soortzame) planten en dieren voorkomen. Belangrijk onderdeel van dit stukje natuur is de regenwaterretentie, door dit tegenwoordig wel vs. Belangrijk is dat de waterkwaliteit van de vijver op orde blijft. Vooral stroming in het water en zuurstof zijn belangrijk voor het onderwaterleven.

Water in beweging
 Met behulp van een g.m. mammoet pomp brengen we stroming in het water en wordt het water van vóór zuurstof voorzien. Hierdoor verbeteren we de waterkwaliteit en problemen op deze manier (blauw)alg groei en eutrofiëring te voorkomen.

Zonne-energie laat pomp draaien.
 De vijver voor de pomp wordt gevoerd door een zonnepaneel. Zo verbeteren we CO2-neutraal de waterkwaliteit.

Sprinkler pomp
 De geplaatste mammoet pomp is een speciaal soort pomp, deze kent namelijk geen bewegende delen. Vóór kokers en aalmonden kunnen daarom de pomp ontbrekend zijn. De mammoetspomp heeft een grote capaciteit van maar liefst 100m³/uur en wordt aangedreven door een luchtpompe van 120 watt.



Foto 2: Zonnepaneel pomp



Foto 3: pomp in werking

Foto 4: mammoetspomp



Description

In Haaren wordt met behulp van zonne-energie water in de regenwaterretentie in beweging gehouden en belucht om (blauw)alg-groei en eutrofiëring te voorkomen.

Images



In Haaren wordt met behulp van zonne-energie water in de regenwaterretentie in beweging gehouden en belucht om (blauw)alg-groei en eutrofiëring te voorkomen.

About the author

Jeroen van Baren
 • Submitted 1 projects
[View all 1 projects by this author →](#)

Downloads

Websites

No websites added

Contribute

[Edit this project](#)

<https://www.climatecan.nl/projects/2332/detail>

78

Sedimentatie

Filtratie

Adsorbtie

Fytoremediatie

79

GI high removal efficiency with treatment trains

sedimentation

filtration adsorption

phytoremediation

Reed (*Phragmites australis*)
8 plants/m²

Substrate composition (mass-based)

- Lava sand (0/4) 50%
- Carbonate 10%
- Pumice (2/5) 20%
- Basalt (0,5/1) 20%

Gravel 2/8 drainage layer

Drainage pipe with downward facing holes

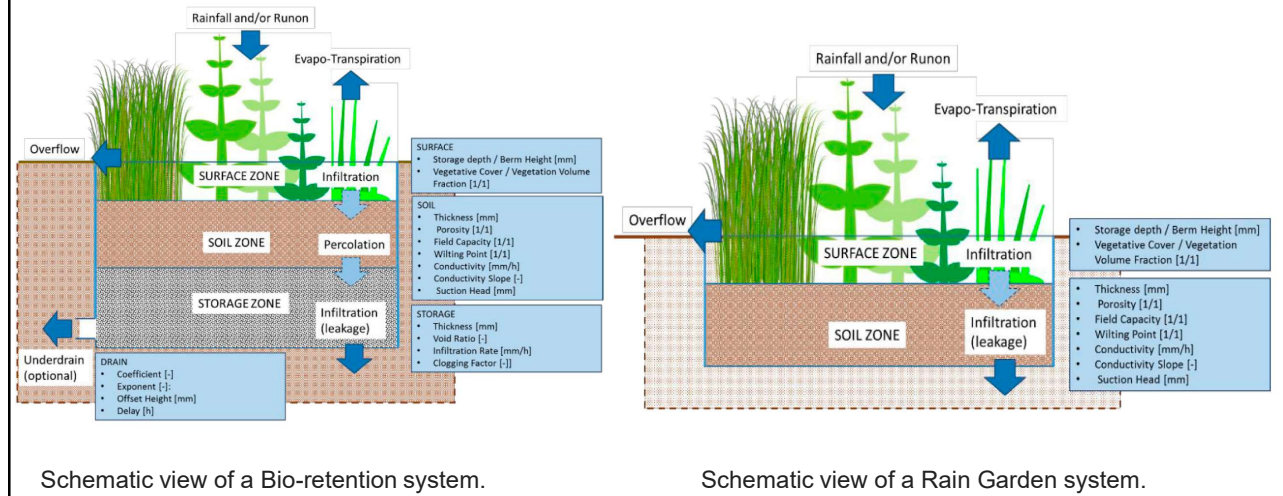
Geotextile

HDPE lining

Source Second Bremer Soil Filter Workshop 26.08.2009, Karl Diefenthal, Landesbetrieb Strassenbau NRW, Regionalniederassung Rhein-Berg, Aussenstelle Köln

80

Eerst Definties: regenwatertuin, wadi of Raingarden?



81

Water en bodem kwaliteit?

Table 1. Dutch national guidelines for bio-swales [8].

Design Parameter	Unit	Value
Water depth	m	0.3–0.5
Width bottom	m	>0.5
Slope	1:n	1:3
Thickness of top layer (for filtration)	m	>0.3
Humus in top layer	%	3–5
Infiltration capacity Kd	m/day	>0.5
Time to empty	h	<48
Vegetation	-	Grass with h

Open Access Article

Stormwater Quality and Long-Term Efficiency Capturing Potential Toxic Elements in Sustainable Urban Drainage Systems—Is the Soil Quality of Bio-Swales after 10–20 Years Still Acceptable?

by Floris Cornelis Boogaard^{1,2,*}, Guri Venvik³ and Allard Hans Roest¹

¹ Research Centre for Built Environment NoorderRuimte, Hanze University of Applied Sciences Groningen, Zernikeplein 7, P.O. Box 30030, 9747 AS Groningen, The Netherlands

² Deltares, Daltonlaan 600, P.O. Box 85467, 3508 AL Utrecht, The Netherlands

³ Geological Survey of Norway, P.O. Box 6315 Torgarden, 7491 Trondheim, Norway

* Author to whom correspondence should be addressed.

Sustainability 2024, 16(7), 2618; <https://doi.org/10.3390/su16072618>

Submission received: 3 January 2024 / Revised: 13 March 2024 / Accepted: 17 March 2024 / Published: 22 March 2024

[Sustainability | Free Full-Text | Stormwater Quality and Long-Term Efficiency Capturing Potential Toxic Elements in Sustainable Urban Drainage Systems—Is the Soil Quality of Bio-Swales after 10–20 Years Still Acceptable? \(mdpi.com\)](https://doi.org/10.3390/su16072618)

82

wetenschap

Open Access Article

Spatial and Time Variable Long Term Infiltration Rates of Green Infrastructure under Extreme Climate Conditions, Drought and Highly Intensive Rainfall

by Floris Cornelis Boogaard^{1,2}

¹ Research Centre for Built Environment NoorderRuimte, Hanze University of Applied Sciences, 9747 AS Groningen, The Netherlands
² Deltares Daltonlaan 600, 3584 BK Utrecht Postbus, 85467 3508 AL Utrecht, The Netherlands




Boogaard, F.C. Spatial and Time Variable Long Term Infiltration Rates of Green Infrastructure under Extreme Climate Conditions, Drought and Highly Intensive Rainfall. *Water* 2022, 14, 840. <https://doi.org/10.3390/w14060840>

83

Bodemkwaliteit- XRF

Open Access Article Pre-proof Peer Review Version 1

XRF Quick-Scan Mapping for Heavy Metal Pollutants in SuDS: A Methodological Approach (Version 1)

by Guri Venvik^{1,*} and Floris C. Boogaard^{2,3}

¹ Geological Survey of Norway, P.O. Box 6315 Torgarden, 7491 Trondheim, Norway
² NoorderRuimte, Centre of Applied Research and Innovation on Area Development, Hanze University of Applied Sciences, Zernikeplein 7, P.O. Box 3037, 9701 DA Groningen, The Netherlands
³ Tauw Group, P.O. Box 133, 7400 AC Deventer, The Netherlands
* Author to whom correspondence should be addressed.

Sci 2020, 2(1), 5; <https://doi.org/10.3390/sci2010005>
Received: 24 November 2019 / Accepted: 21 January 2020 / Published: 30 January 2020
(This article belongs to the Section Open Innovation)

Peer review status: **1st round review** Apply as reviewer

Version 1	Reviewer 1 Reviewer inviting	Reviewer 2 Reviewer inviting	Reviewer 3 Reviewer inviting
Download PDF	Browse Figure	Review Reports	

Abstract

Sustainable urban drainage systems (SuDS) such as swales are designed to collect, store and infiltrate a large amount of surface runoff water during heavy rainfall. Stormwater is known to transport pollutants, such as particle-bound heavy metals, which are known to often accumulate in the topsoil. In this study, a portable XRF instrument is used to provide in situ spatial characterization of soil pollutants. The method uses portable XRF measurements of heavy metals along profiles with set intervals (1 meter) to cover the swale with cross-sections, across the inlet, the deepest point and the outlet. Soil samples are collected, and the In-Situ measurements are verified by the results from laboratory analyses. Stormwater is here shown to be the transporting media for the pollutants, so it is of importance to investigate areas most prone to flooding and infiltration. This quick scan method is time and cost-efficient, easy to execute and the results are comparable to any known (international) threshold criteria for polluted soils. The results are of great importance for all stakeholders in cities that are involved in climate adaptation and implementing green infrastructure in urban areas. However, too little is still known about the long-term functioning of the soil-based SuDS facilities.

Keywords: portable X-ray fluorescence spectrometer (XRF); heavy metals; lead (Pb), zinc (Zn); copper (Cu); topsoil; sustainable urban drainage systems; SuDS; LID; BMPs; WSUD; GI; SCMs

[Show Figures](#)



Graphical abstract

© This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

[Venvik, G. & Boogaard, F.C. XRF quick-scan mapping for heavy metal pollutants in SuDS: a methodological approach, *Sci, Sci* 2020, 2\(1\), 5; <https://doi.org/10.3390/sci2010005>, January 2020.](#)

84

Eerste selectie: wadis in Nederland

85

Methode: Locatie limmen

Swale in limmen (xrf research location)
 WADI vintage XRF research

Description
 Swale in Limmen (XRF research location)

Samenvatting (Dutch description)
 wadi in Limmen
 Help us provide more detailed information about this project by contributing

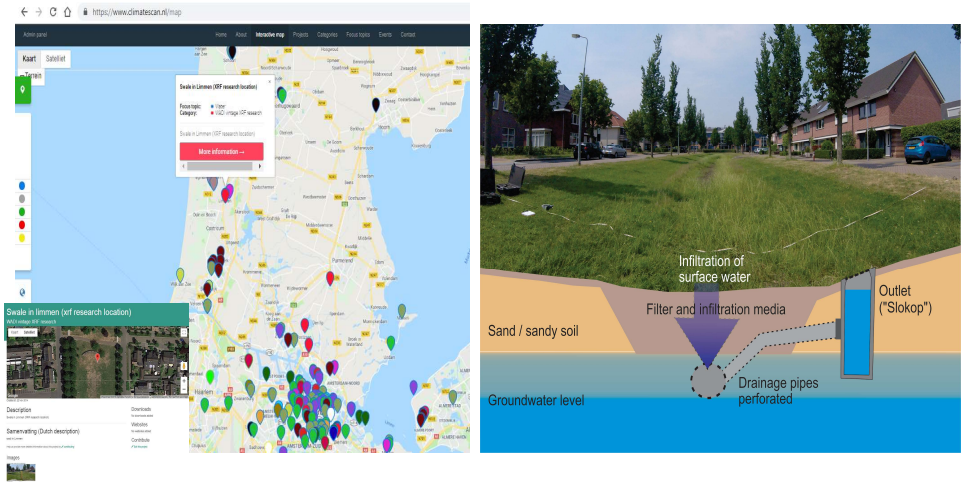
Downloads
 No downloads added

Websites
 No websites added

Contribute
 Edit this project

86

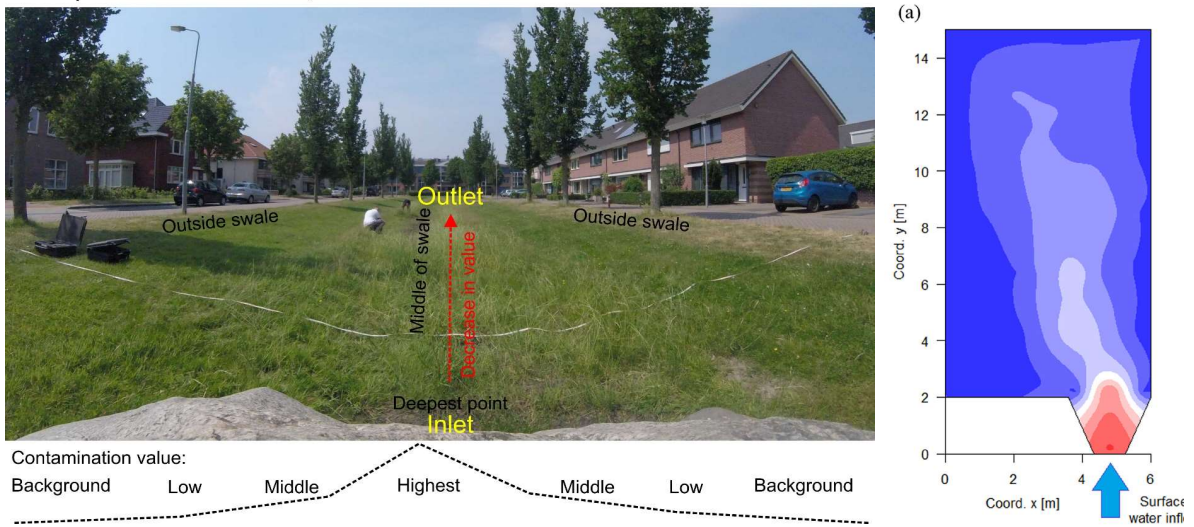
Methode: Locatie limmen



87

Hypothese verontreiniging route

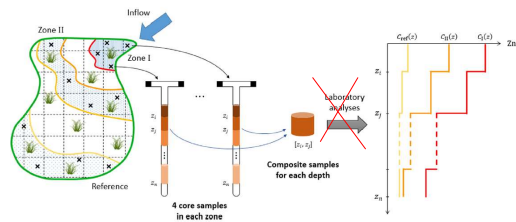
Example of swale: Limmen, NW in the Netherlands



88

Methode: verificatie

- Xrf in het veld (NGU + Tauw)
- Bodemmonsters Lab
 - 2 labs XRF and ICP-MS
- Literatuur verificatie
- Semi structured interviews
- www.climatescan.nl
- Follow up onderzoek



In-situ XRF measurements on soil



Soil sample at inlet - top soil for lab analysis



Soil sample at mid-point - top soil for lab analysis

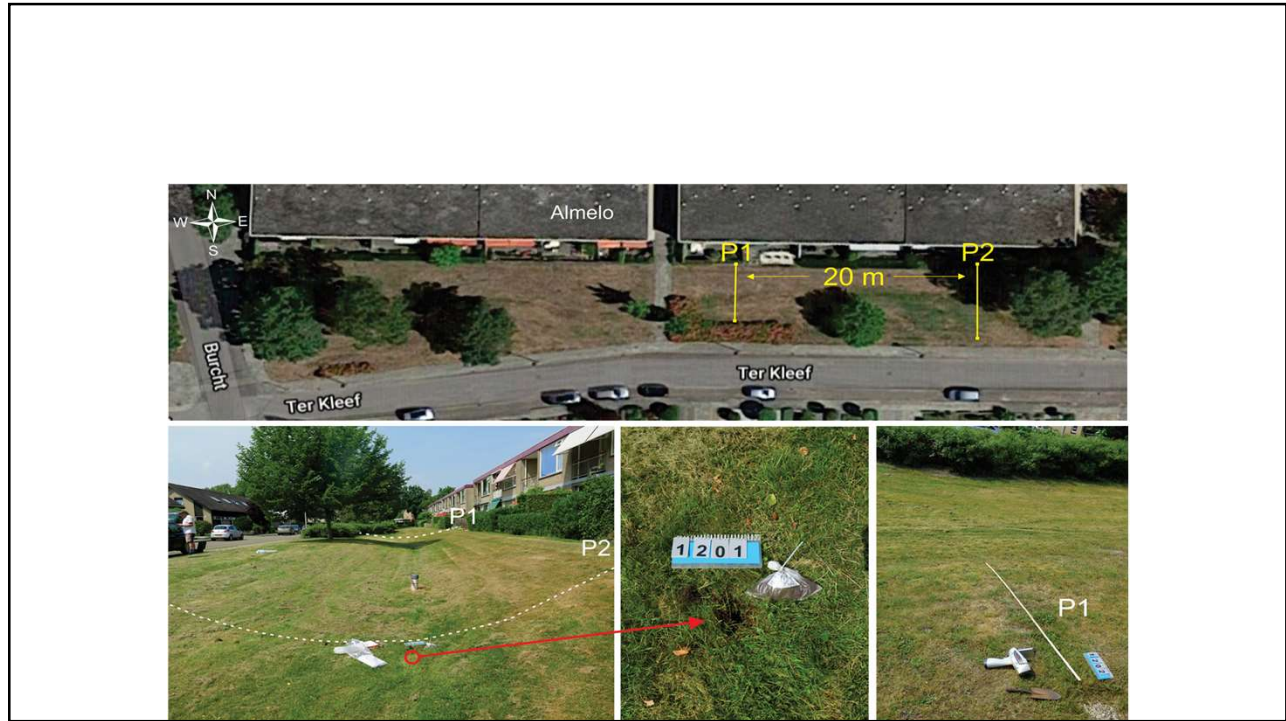


89

Methode: verificatie



90



91

Ook: onderwijs, bewustwording, www.climatecafe.nl

<https://climatecafe.nl/2017/10/suds-research-climatecafe-groningen/>

https://www.youtube.com/watch?time_continue=184&v=58z

92

Voorbeelden onderzoek

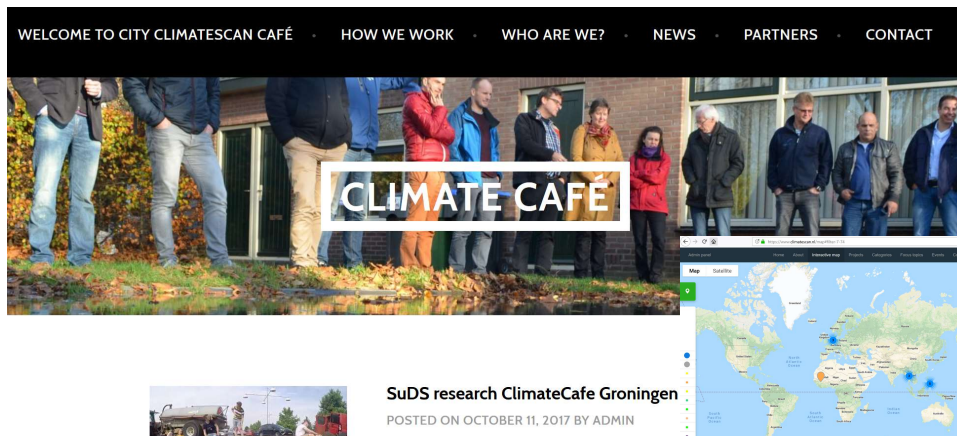


https://www.youtube.com/watch?time_continue=184&v=58zWv_I-Cho

<https://www.climatescan.nl/projects/2528/detail>

93

Ook: onderwijs, bewustwording, www.climatecafe.nl



SuDS research ClimateCafe Groningen

POSTED ON OCTOBER 11, 2017 BY ADMIN

SuDS research ClimateCafe Groningen SuDS as bioretention swales and permeable pavement were first introduced to the Netherlands around 1998. Swales... [READ MORE](#)

<https://climatecafe.nl/2017/10/suds-research-climatecafe-groningen/>

94

Toepassing methode: elke locatie heeft zijn verhaal

https://www.youtube.com/watch?time_continue=21&v=qVKZAhK5IJ0



95

Eerste check: toetsingswaarden

• Zware metalen

intervention value

copper (Cu)	36.0	190
nickel (Ni)	35.0	210
lead (Pb)	85.0	530
mercury (Hg)	0.3	10.0
molybdenum (Mo)	3.0	200
silver (Ag)	-	15
selenium (Se)	0.7	100
tellurium (Te)	-	600
thallium (Tl)	1.0	15
tin (Sn)	-	900
vanadium (V)	42.0	250
zinc (Zn)	140	720

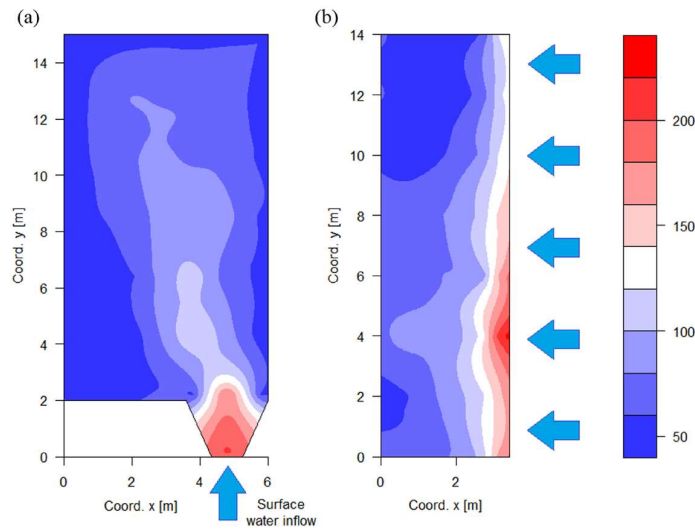
Table 2 Examples of country-specific anomaly and intervention thresholds (expressed as total concentrations, in mg·kg⁻¹). The former usually entail further investigation when exceeded, whereas the latter require specific measures (eg. soil excavation).

Country	Reference	Associated land use	Cu	Pb	Zn
Anomaly thresholds					
France	Baize et al., 2007	9 th decile of ~11,000 heavy metals analyses in French agricultural soils	28	44	102
Canada	Fouchécourt et al., 2005	National background concentrations	40	50	110
The Netherlands	NMHSPE, 2000	National background concentrations	36*	85*	140*
Switzerland	OSol, 1998	"Indicative values"	40	50	150
Intervention thresholds					
Canada	Fouchécourt et al., 2005	Residential, recreational and institutional sites	100	500	500
Sweden	Swedish EPA, 1997	"Sensitive use" + groundwater extraction occurring in the vicinity of the site	200	300	700
The Netherlands	NMHSPE, 2000	Serious impairment of the soil's functional properties for humans, plant and animal life	190*	530*	720*
Germany	Wallon Parliament, 2009	Recreational and commercial sites	290	700	710
Denmark	Danish EPA, 2002	Land use includes "very sensitive purposes" (e.g. private gardens or day-care centers)	500	400	1000
Switzerland	OSol, 1998	Private gardens, playgrounds	1000	1000	2000

* These values correspond to a "standard" soil, and have to be corrected according to the volatile matter and clay content of the investigated soil.

96

Globaal 2 categorieën



97

Voorbeeld 1 : 1 inlaat

Swale in limmen (xrf research location)
WADI vintage XRF research

Kaart Satelliet

Google
Created at 22 Nov 2014

Description
Swale in Limmen (XRF research location)

Samenvatting (Dutch description)
wadi in Limmen
Help us provide more detailed information about this project by [contributing!](#)

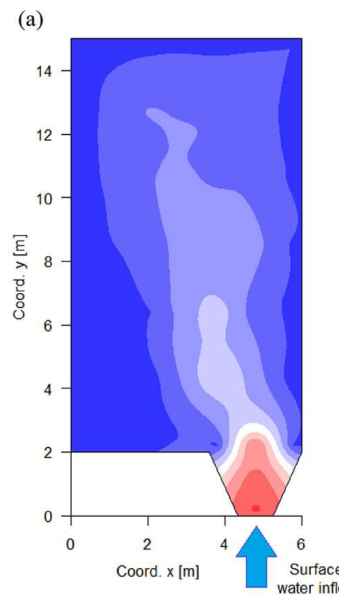
Images

Videos

Downloads
No downloads added

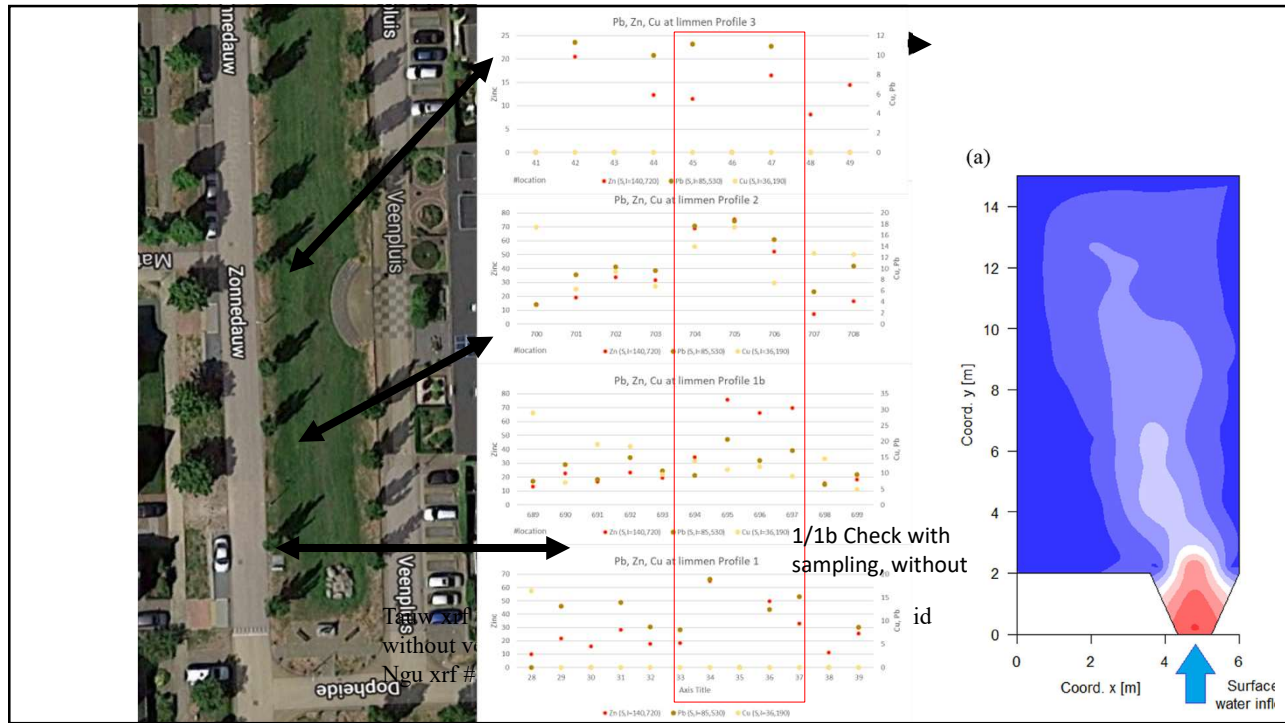
Websites
No websites added

Contribute
 Edit this project



<https://www.climatescan.nl/projects/3/detail>

98



99

Voorbeeld 2 : diverse instroom punten



100

Wadi

Uit recent onderzoek blijkt dat de bodem onder wadi's licht verontreinigd is door zware metalen. Stichting RIONED, STOWA en Hanzehogeschool nodigen je op dinsdag 16 april 2019 om te bespreken of maatregelen nodig zijn.

De eerste wadi's zijn ruim twintig jaar geleden aangelegd om hemelwater te bergen, infiltreren en zuiveren verspreid over Nederland meer dan 500 wadi's. Stichting RIONED en STOWA hebben het hydraulisch fund de jaren meerdere keren onderzocht. Ondanks is onder leiding van Floris Boogaard (Hanzehogeschool) op milieutechnisch functioneren van wadi's op de lange termijn. Hieruit komt onder meer naar voren dat de verontreiniging is door zware metalen.

Workshop
Stichting RIONED, STOWA en Hanzehogeschool nodigen je op dinsdag 16 april 2019 uit voor een workshop onderzoeksresultaten bespreken en brainstormen over nieuwe ontwikkelingen en beleid omtrent waterbui gebied. Wat vinden we van het onderzoeksresultaat? In welke mate is dit volgens de verwachtingen? Meet toekomst maatregelen treffen?

<https://www.riool.net/workshop-bodemkwaliteit-van-wadi-s>

Workshop bodemkwaliteit van wadi's

Uit recent onderzoek blijkt dat de bodem onder wadi's licht verontreinigd is door zware metalen. Stichting RIONED, STOWA en Hanzehogeschool nodigen je op dinsdag 16 april 2019 om te bespreken of maatregelen nodig zijn.

De eerste wadi's zijn ruim twintig jaar geleden aangelegd om hemelwater te bergen, infiltreren en zuiveren. Inmiddels liggen verspreid over Nederland meer dan 500 wadi's. Stichting RIONED en STOWA hebben het hydraulisch functioneren in de loop van de jaren meerdere keren onderzocht. Ondanks is onder leiding van Floris Boogaard (Hanzehogeschool) onderzoek gedaan naar het milieutechnisch functioneren van wadi's op de lange termijn. Hieruit komt onder meer naar voren dat de bodem (BCH) verontreinigd is door zware metalen.

Op dinsdag 16 april 2019 is er een workshop op een woensdagochtend met de onderzoeksresultaten bespreken en brainstormen over nieuwe ontwikkelingen en beleid omtrent waterbui in het stedelijk gebied. Meet wat vinden we van het onderzoeksresultaat? In welke mate is dit volgens de verwachtingen? Moeten we nu of in de toekomst maatregelen treffen?

Meer informatie: Effecten, Klimaatadaptatie, op openbare ruimte en bodemgebruik en projectinformatie en video's op www.stowa.nl

Programma

- Welkom (Fransje Glasbeek, Stichting RIONED)
- Resultaten onderzoek (Fransje Glasbeek, Hanzehogeschool)
- Voorstellen van gemeentewaterwacht
- Discussie over resultaten
- Afsluiting

Aanmelden

Je kunt je inschrijven voor de workshop door een mail te sturen naar Stichting.RIONED@hanze.nl. Aan de mail mag je geen kosten verbonden.

Op de hoogte blijven?

Wilt u op de hoogte blijven van de programma's, projecten en bijeenkomsten van STOWA? > Meld u aan voor onze digitale nieuwsbrief

<https://www.stowa.nl/agenda/workshop-bodemkwaliteit-van-wadis>

101

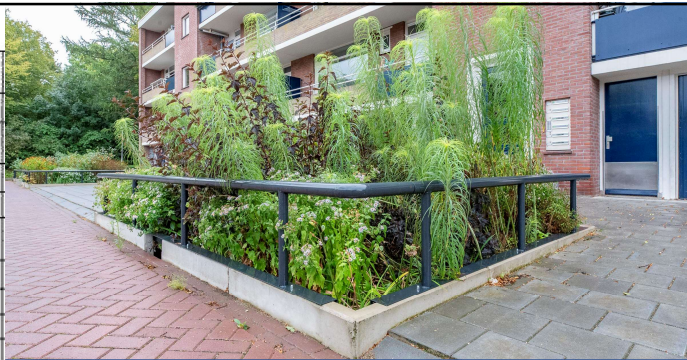
From research to guidelines (updates 2021-2025)

Parameter	Unit	Recommended values			
		Netherlands	Germany	United Kingdom	Belgium
Infiltration capacity	m/day	> 0.5	0,86 < Kd < 86,4	-	> 0.086
Distance ground water	m	> 0.5	> 1		
Thickness of filter soil	m	0.3 – 0.5	> 0.1 (average 0.3)		0.3 - 0.5
Area swale to drained area	%	5 – 10	> 7 (average 5 - 20)		5 – 10
Distance to houses	m	> 1	1.5 depth constr. zone		
Overflowing frequency	n/yr	1 to 2	0.2		0.2 - 0.5
Swale water depth	m	< 0.3	< 0.3	< 0.1	< 0.3
Spare capacity	m	0.1		0.15	
Time to empty	hour	< 24	< 24	retentiontime > 10 min.	< 24
Width of bottom	m	> 0.5		0.6	0.5 - 1
Width of water surface	m	4			
Slopes	-	1 : 3 or less		1 : 4 or less	1 : 3 or less
fraction of humus in toplayer	%	3 - 5	2 - 10		
Max velocity	m/s			1 - 2	

Boogaard F.C. Wentink R. Richtlijnen voor het ontwerp, aanleg en beheer van wadi's. rioleringsstechniek 2005.

102

Tabel 1 samenvatting ontwerprichtlijnen voor infiltratie				
Parameter	eenheid	Nederland	Duitsland [DWA 2005, LUB-W, 1995]	Engeland/USA [CIRA, 2004]
Naam systeem		Wadi	Mulden-Rigolen-Element	Swale
onverzadigd doorlatendheid toplaag (bij aanleg)	[m/h]	omgeving >0,5 nvh	0,0036 < Kd < 3,6	
afstand wadibodem tot GHG	[m]	>0,5	>1	
Filterlaagdikte	[m]	0,3-0,5	>0,1 (gem 0,3)	
Verhouding Awadi/Averharding	[%]	5-10%	>7 (gem: 5-20%)	
afstand tot gevel (bij knuipruimten)	[m]	>1	>1,5 maal diepte cunet of (zie tekst)	
Overstortingsfrequentie	[T, n/jr]	T=2-T=5	T=5	
maximale waterstand wadi	[m]	<0,3	<0,3	circa 0,1
Waking	[m]	0,1		0,15
Ledigingsijd	[h]	<24	<24	verblijftijd >10 min
Minimale bodembreedte wadi	[m]	0,5		0,6
Breedte wadi tpv waterlijn	[m]	4		
Talud wadi	[m]	1:3 of flauwer		1:4
AANDACHTSPUNTEN				
Geotextiel	[O_{90}]	>300 μ m		
Doorlatendheid geotextiel	[l/s/m ²]	>10		
Overloopvoorziening (aantal)	[n]	n>1		
samenstelling filterlaag drainagezand/veelaarde	[n:1]	n= 2 a 3		
humusgehalte		2 – 10%	tussen de 2 en 10%	
filte –getel	μ m		>350	
zuurgraad bodem	pH		6-8	
maximale (in)stroomsnelheid				1-2 m/s afhankelijk van bodem



Richtlijnen



103

Sedimentatie


Filtratie

Adsorbtie

Fytoremediatie

104

Constructed Wetlands for Industrial Wastewater Treatment



Edited by Alexandros I. Stefanakis

Challenges in Water Management **WILEY** Blackwell

Phytoremediation

| 511

23

Constructed Wetlands for Stormwater Treatment from Specific (Dutch) Industrial Surfaces

Floris Boogaard^{1,2}, Johan Blom³ and Joost van den Bulk³

¹Wageningen University of Applied Sciences (Hogeschool van Wageningen), Wageningen, The Netherlands
²Department of Water Management, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands
³Streeklab, HenselHekels, The Netherlands

23.1 Introduction

Constructed wetlands are one type of Sustainable Urban Drainage System (SUDS) that have been used for decades. They provide stormwater conveyance and improve stormwater quality. European regulations for water quality dictate lower concentrations for an array of dissolved pollutants. The increase in the ambitions of the removal efficiency for these systems on industrial areas requires a better understanding of the characteristics of stormwater and the functioning of constructed wetlands as SUDS.

For a detailed view on the achievements of constructed wetlands for stormwater on industrial sites, knowledge on stormwater quality and characteristics is essential as described in the next paragraphs:

- Stormwater quality
- Industrial stormwater quality
- Fraction of pollutants attached to particles
- Research on suspended solids
- Particle size distribution.

The removal efficiency of constructed wetlands is considered in paragraph 23.2.4. Special attention is given to the Dutch situation as an example, since recent monitoring on the characteristics have led to an abundance of data on the quality and characteristics of stormwater and new insights on the treatability of stormwater.

23.2 Stormwater Characteristics

23.2.1 Stormwater Quality in Urban Areas

The stormwater quality of industrial areas is highly dependent on the activities at the industrial site and measures taken to prevent emissions. Not many measurements are published since companies

Constructed Wetlands for Industrial Wastewater Treatment, First Edition, Edited by Alexandros I. Stefanakis.
© 2018 John Wiley & Sons Ltd. Published 2018 by John Wiley & Sons Ltd.

105

Example Amsterdam SUDS & constructed wetlands

• waterdunes www.climatescan.nl

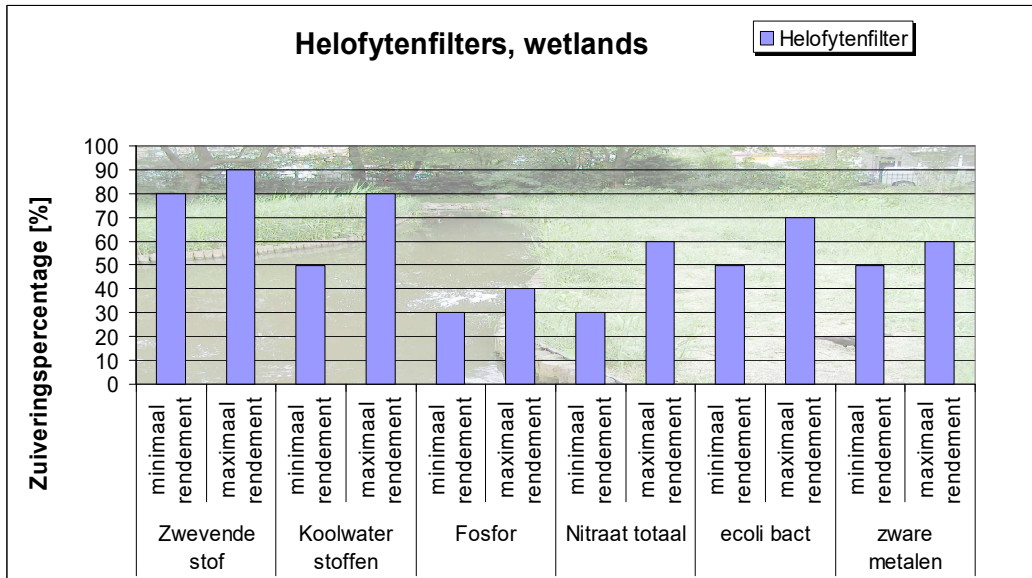




106

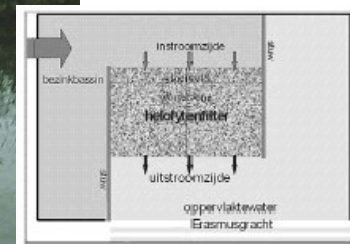
Rendementen internationaal; wetlands

Gemiddelde rendementen van diverse onderzoeken naar SUDS uit met name Engeland en Amerika
Opvallend: 'grote marges' (afh van meetmethodiek, dimensies, belasting)



107

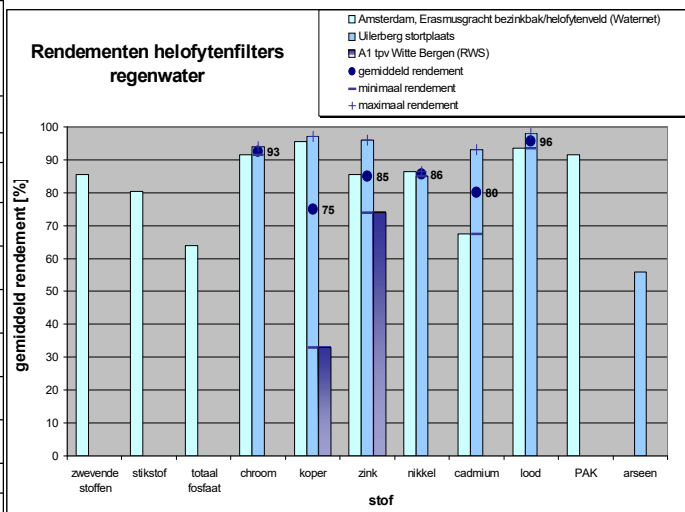
Voorbeeld: Erasmusgracht Amsterdam



108

Rendementen nationaal; helofytenvelden

	gemiddeld rendement Ro [%]	minimaal Ro [%]	maximaal Ro [%]
Zwevend stof	86		
stikstof	81		
fosfaat	64		
chromium	93	91,5	94
koper	75	33	97
zink	85	74	96
nikkel	86	85	86,5
cadmium	80	67,5	93
lood	96	93,5	98
PAK	92		
arsen	56		



109

Voorbeeld: Erasmusgracht Amsterdam

		helofytenveld	
ontwerpbasis van filter	m ³ /m ² /dag	0,05	m ³ /m ² /dag
te behandelen debiet	m ³ /dag	144	m ³ /dag
berging	m ³	101	m ³
afstroming	%	60	%
max aantal keren overstort	maal per jaar	12	maal per jaar
verwachte nutriënt belasting stikstof	kg N/hafjaar	15	kg N/hafjaar
verwachte nutriënt belasting fosfaat	kg P/hafjaar	2,3	kg P/hafjaar
gemiddelde reductie stikstof (kjeldahl)	%	50	%
gemiddelde reductie fosfaat (totaal)	%	51	%
gemiddelde afvoercoëfficiënt	[-]	0,6	[-]
gemiddelde neerslag	mm	760	mm
gemiddelde verblijftijd	dagen	5	dagen
verhardingspercentage	%	78	%
aard verharding		woonwijk (1920) en intensieve verkeerswegen en trambaan	
beplanting		riet	
totaal aangesloten oppervlak		2,37	
verhard oppervlak		1,84	
type		vloeienveld	
maximaal verval over filter	m	0,2	m
oppervlak filter	m ²	1380	m ²
bezinkbassin oppervlak	m ²	560	m ²
oppervlak filterbed	m ²	720	m ²

Belangrijkste ontwerpparameter: So, verblijftijd
Onzekerheid bestaande belasting en afvoer (overschat)

110

Voorbeeld: Erasmusgracht Amsterdam

stof	Gemiddeld bezinking	Gemiddeld filter
zwevend stof	80	27,5
totaal Stikstof	60,5	53,5
totaal fosfaat	36	44
chroom	86,5	29
koper	84,5	71
zink	85,5	
nikkel	77	43
cadmium	62	41
lood	80,5	66
PAK	87,5	33

Rendement (bepaald op steekmonsters) is hoog met name door lage hydraulische belasting in de praktijk. (Voor) bezinking heeft het grootste aandeel in zuivering

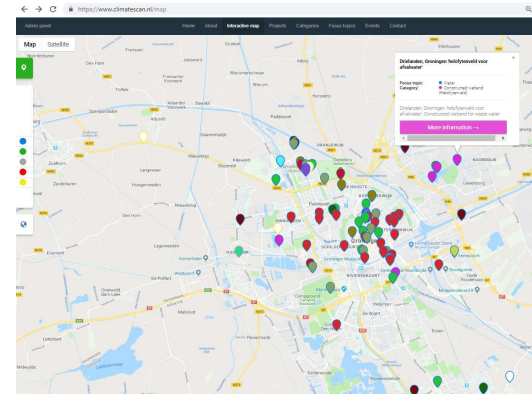
111

Multifunctioneel



112

Wastewater Constructed wetlands



<https://www.climatescan.nl/projects/203/detail>

Home About Interactive map Projects Categories Focus topics Events Contact

Drielanden, groningen 'helofytenveld voor afvalwater'

Constructed wetland (Helofytenveld)

Map Satellite

Google
Created at: 25 Jan 2015

Description

Drielanden
Naar navigatie springen Naar zoeken springen
Drielanden is een ecologische buurt in het noordoosten van de stad Groningen. De buurt bestaat uit drie straten: Waterland, Zonland en Mooliland.

Geschiedenis
In 1993 werd de Vereniging Ecologisch Wonen opgericht op initiatief van een aantal particulieren met kleisel gedachtgelep. In samenwerking met de gemeente Groningen werd daarna besloten tot de bouw van Drielanden. In de jaren '90 werd begonnen met de bouw van de buurt waarna in 1995 de eerste woningen werden opgeleverd. Eind jaren 90 was de buurt helemaal voltooid.

Duurzaamheid
De woningen in Drielanden zijn gebouwd van duurzame materialen, en op het zonlicht georiënteerd uit het oogpunt van energiebesparing. Ook komen er steeds meer zonnecollectoren op de daken. Het afvalwater wordt gezuiverd in een zogenaamde helofytenfilter bestaande uit een rietveld, er is een gescheiden rioolsysteem voor afval- en hemelwater. Verder is er regenwaterbenutting, diverse andere vormen van waterbesparing en is de buurt autoluw.

Van de drie straten is Waterland het meest ecologisch en kent ook als enige huurwoningen.

Samenvatting (Dutch description)

In drielanden wordt het afvalwater gezuiverd in een Helofytenfilter. Deze nieuwe milieuvriendelijke zuiveringsmethode...

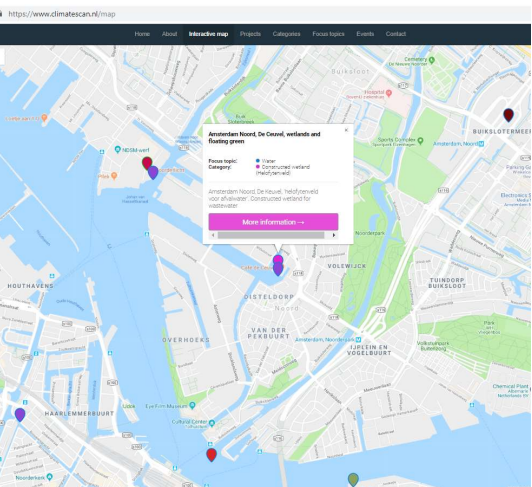
Downloads
factsheet kwv met kosten
h20 artikel

Websites
afvalwaterzuivering drielanden (h20 artikel)
afvalwaterzuivering drielanden factsheet met kosten

Contribute
Edit this project

113

Afvalwater met compacte helofytenvelden



<https://www.climatescan.nl/projects/204/detail>

Home About Interactive map Projects Categories Focus topics Events Contact

Amsterdam noord, de ceuvel, wetlands and floating green

Constructed wetland (Helofytenveld)

Map Satellite

Google
Created at: 25 Jan 2015

Description

Amsterdam Noord, De Keuvel, 'helofytenveld voor afvalwater'. Constructed wetland for wastewater

Samenvatting (Dutch description)

helo
Help us provide more detailed information about this project by [contributing!](#)

Images
Videos

Downloads
No downloads added

Websites
No websites added

Contribute
Edit this project

114

Effectiviteit Waterkwaliteit & waterkwaliteit

Constructed wetland (Helofytenfilter): Oude Diep, Hoogeveen

Waterkwaliteit, Oude Diep, Hoogeveen

17-09-2014

De wetland is een combinatie van 'natuurelementen' en 'technische elementen' die samen zorgen voor een goede waterkwaliteit.

Waterberging en -zuivering

Onderzoek het aquatic drones in Hoogeveen (7 ha helofytenveld)

Locatie	Zuiveringscapaciteit (m³/dag)
A	~1000
B	~1000
C	~1000
D	~1000
E	~1000
F	~1000
G	~1000
H	~1000
I	~1000
J	~1000

Lessons Learned from Over 100 Years of constructed wetland for the water treatment in The Netherlands

Plan: Polder '17' Middel-Versland 'Oude Diep' - Rijkswaterstaat, Hoogeveen

Focus topic: Water

Category: Other categories (Diversen)

Duurzaam waterbeheer in stadspark (westergasfabriekpark) <http://www.neerslag-magazine.nl/magazine/artikel/359/>

More information →

RESULTS AND DISCUSSION:

The results of the study show that the constructed wetland is an effective and sustainable water treatment system. It can be used for various purposes, such as water purification, water storage, and recreation. The study also shows that the constructed wetland can be designed and managed in a way that is suitable for the local environment and the needs of the community.

115

Westergasfabriekpark

Duurzaam waterbeheer in stadspark (westergasfabriekpark)

Focus topic: Water

Category: Other categories (Diversen)

Duurzaam waterbeheer in stadspark (westergasfabriekpark) <http://www.neerslag-magazine.nl/magazine/artikel/359/>

More information →

Duurzaam waterbeheer in stadspark (westergasfabriekpark)

Other categories (Diversen)

Map

Satellite

Google

Created at: 20 Nov 2014

Description

Duurzaam waterbeheer in stadspark (westergasfabriekpark) <http://www.neerslag-magazine.nl/magazine/artikel/359/>

Samenvatting (Dutch description)

Duurzaam waterbeheer in stadspark (westergasfabriekpark)

Help us provide more detailed information about this project by contributing!

Images

Downloads

artikel westergasfabriekpark in Neerslag (net na aanleg in 2004)

Websites

info westergasfabriekpark activiteiten

Contribute

✓ Edit this project

116

Westerpark, Amsterdam



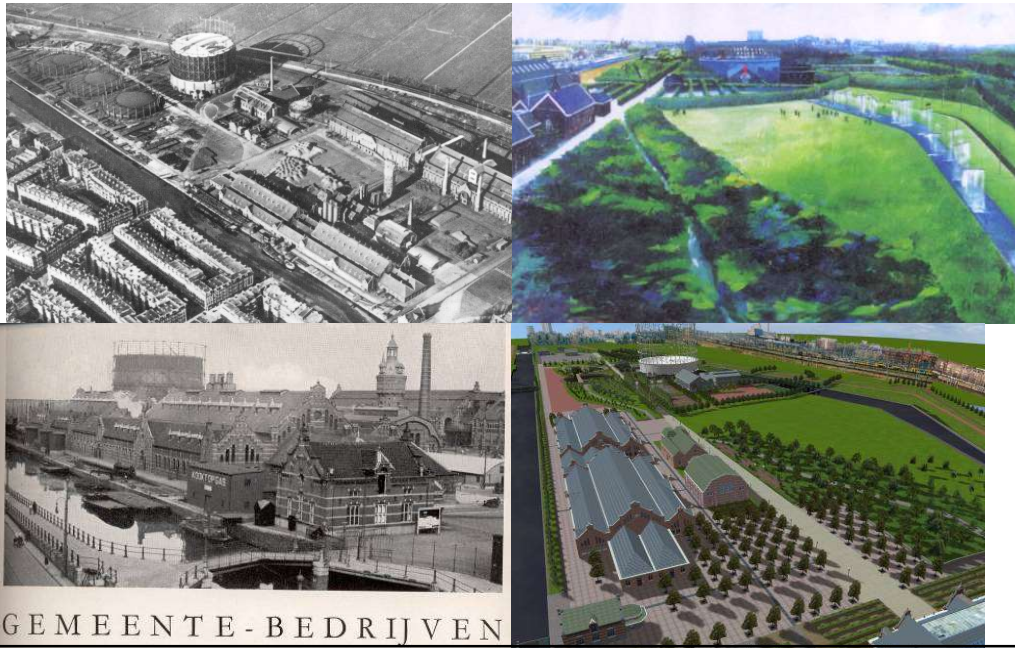
117

From design to practise Fountain to realistic maintainable cost effective park



118

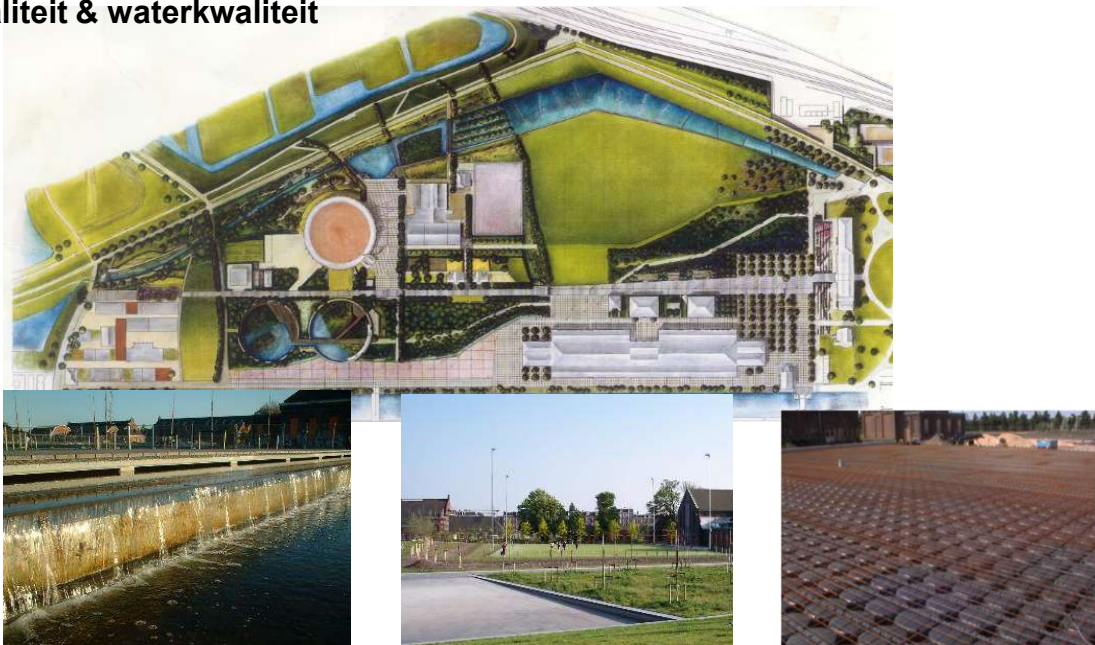
History of the Westergasfabriekpark (1885-1963) - (1995-2004)



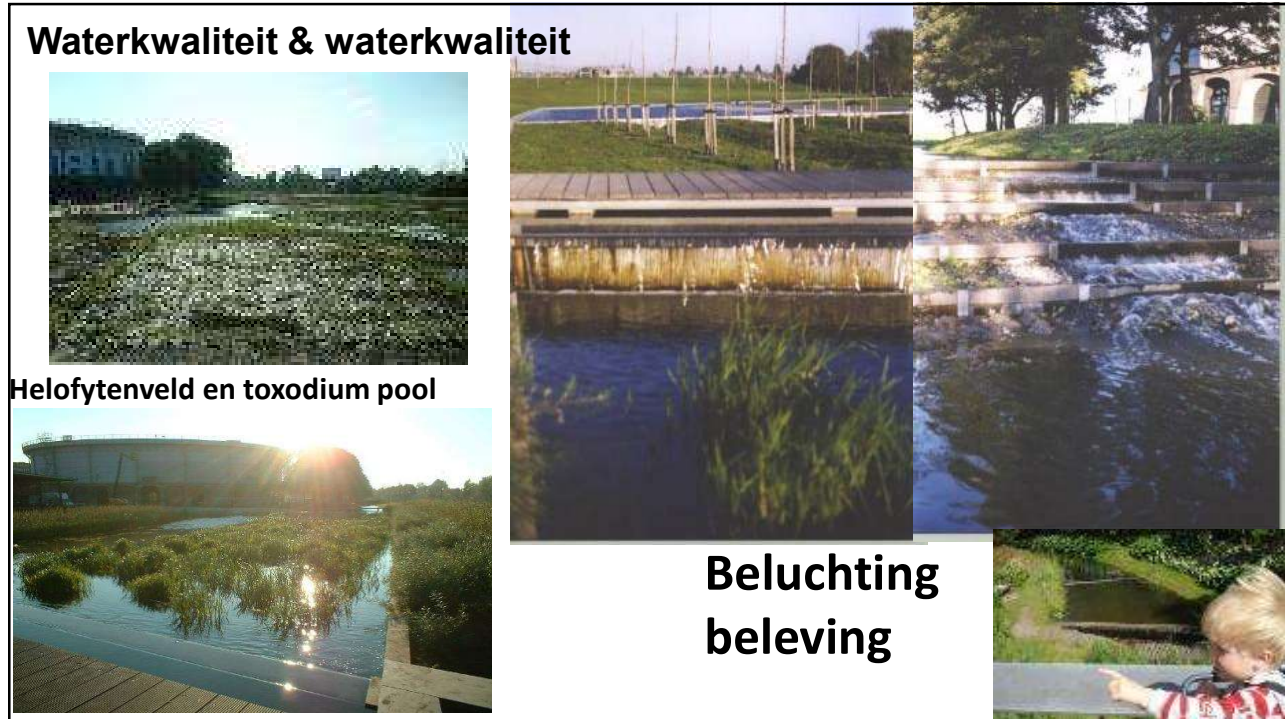
119

Effectiviteit

Waterkwaliteit & waterkwaliteit



120



121

Science: Bestaande tools en (Open Acces) methoden

Potentials and Pitfalls of Mapping Nature-Based Solutions with the Online Citizen Science Platform ClimateScan

by Britta Restemeyer^{1*} and Floris C. Boogaard^{1,2}

¹ Hanzehogeschool Groningen, University of Applied Sciences, Zernikeplein 7, P.O. Box 30030 Groningen, The Netherlands
² Deltares, Daltonlaan 600, 3584 BK Utrecht Postbus, P.O. Box 65467 Utrecht, The Netherlands
^{*} Author to whom correspondence should be addressed

Land 2021, 10(1), 5; <https://doi.org/10.3390/land10010005>

Portable XRF Quick-Scan Mapping for Potential Toxic Elements Pollutants in Sustainable Urban Drainage Systems: A Methodological Approach

by Guri Venvik^{1*} and Floris C. Boogaard^{2,3}

¹ Geological Survey of Norway, P.O. Box 6315 Torgarden, 7401 Trondheim, Norway
² NoorderRuimte, Centre of Applied Research and Innovation on Area Development, Hanzehogeschool Groningen, Zernikeplein 7, P.O. Box 30037, 9701 DA Groningen, The Netherlands
³ Deltares, Daltonlaan 600, 3584 BK, 65467 3506 AL, Utrecht, The Netherlands
^{*} Author to whom correspondence should be addressed

So 2020, 2(3), 64; <https://doi.org/10.3390/soi2030064>

Received: 24 November 2019 / Accepted: 20 January 2020 / Published: 14 August 2020

Environmental Science & Policy
Volume 66, December 2016, Pages 427-436

Adaptation Planning Support Toolbox: Measurable performance information based tools for co-creation of resilient, ecosystem-based urban plans with urban designers, decision-makers and stakeholders

Frans H.M. van de Ven^{4*}, Robbert P.H. Smit⁵, Sjoen Koole⁶, Reinier Brokma⁴, Rutger van der Brugge⁴, Jeroen Spijker⁵, Toine Vergessen⁶

⁴ Deltares, P.O. Box 85467, 3508 AL Utrecht, The Netherlands
⁵ Alterra Wageningen University & Research, P.O. Box 47, 6700 Wageningen, The Netherlands
⁶ Bosch Slabbers landschaps architecten, Le Sweedijndreef 30, 2317 GD Den Haag, The Netherlands
⁶ Delft University of Technology, Dept. Water Management, Stevinweg 1, 2628 CN Delft, The Netherlands

Received 8 February 2016; Revised 24 June 2016; Accepted 16 June 2016; Available online 12 July 2016.

ClimateCafé: An Interdisciplinary Educational Tool for Sustainable Climate Adaptation and Lessons Learned

by Floris C. Boogaard^{1,2*}, Guri Venvik³, Rui L. Pedrosa de Lima⁴, Ana C. Cassano⁵, Alford H. Rowett¹ and Antal Zuurman⁶

¹ NoorderRuimte, Research Centre for Built Environment, Hanzehogeschool Groningen, Zernikeplein 7, P.O. Box 30037, 9701 DA Groningen, The Netherlands
² Global Center on Adaptation, Energy Academy Europe, Nijenborgh 6, 9747 AG Groningen, The Netherlands
³ Geochemistry and Hydrogeology, Geological Survey of Norway, P.O. Box 6315 Torgarden, Trondheim, Norway
⁴ Research and Development, Indymo Innovative Dynamic Monitoring, Moleengraafsingel 12, 2629 JD Delft, The Netherlands
⁵ Urban Water, RIONED Foundation Galvanstraat 1, 6716 AE Ede, The Netherlands
⁶ Author to whom correspondence should be addressed.

Sustainability 2020, 12(9), 3694; <https://doi.org/10.3390/su12093694>

Infiltration Capacity of Rain Gardens Using Full-Scale Test Method: Effect of Infiltration System on Groundwater Levels in Bergen, Norway

by Guri Venvik^{1*} and Floris C. Boogaard^{2,3*}

¹ Department Resources & Environment, Geological Survey of Norway, P.O. Box 6315 Torgarden, 7401 Trondheim, Norway
² Department Research Centre for Built Environment NoorderRuimte, Hanzehogeschool Groningen, Zernikeplein 7, P.O. Box 30030 Groningen, The Netherlands
³ Deltares, Daltonlaan 600, 3584 BK Utrecht Postbus, 65467 3506 AL, Utrecht, The Netherlands
^{*} Author to whom correspondence should be addressed.

Land 2020, 9(12), 520; <https://doi.org/10.3390/land9120520>

Received: 14 November 2020 / Revised: 8 December 2020 / Accepted: 12 December 2020 / Published: 16 December 2020

122

Wadi

Uit recent onderzoek blijkt dat de bodem onder wadi's licht verontreinigd is door zware metalen. Stichting RIONED en STOWA hebben het hydraulisch funde van een workshop op dinsdag 16 april 2019 om te bespreken of maatregelen nodig zijn.

De eerste wadi's zijn ruim twintig jaar geleden aangelegd om hemelwater te bergen, infiltreren en zuiveren verspreid over Nederland meer dan 500 wadi's. Stichting RIONED en STOWA hebben het hydraulisch funde van een workshop op dinsdag 16 april 2019 om te bespreken of maatregelen nodig zijn.

Workshop bodemkwaliteit van wadi's

Uit recent onderzoek blijkt dat de bodem onder wadi's licht verontreinigd is door zware metalen. Stichting RIONED en STOWA hebben het hydraulisch funde van een workshop op dinsdag 16 april 2019 om te bespreken of maatregelen nodig zijn.

De eerste wadi's zijn ruim twintig jaar geleden aangelegd om hemelwater te bergen, infiltreren en zuiveren verspreid over Nederland meer dan 500 wadi's. Stichting RIONED en STOWA hebben het hydraulisch funde van een workshop op dinsdag 16 april 2019 om te bespreken of maatregelen nodig zijn.

Workshop

Stichting RIONED, STOWA en Hanzehogeschool nodigen je op dinsdag 16 april 2019 uit voor een workshop onderzoekscasuslaten bespreken en brainstormen over nieuwe ontwikkelingen en beleid omtrent waterbodem gebied. Wat vinden we van het onderzoeksresultaat? In welke mate is dit volgens de verwachtingen? Moet toekomst maatregelen treffen?

<https://www.riool.net/workshop-bodemkwaliteit-van-wadi-s>

floris boogaard @FlorisBoogaard · May 16

Vanmiddag @bodembreed #Klimaatadaptatie en effectiviteit van maatregelen, met presentatie over bodemkwaliteit van wadi's (sessie 4.2 om 1300). Meer info in @vakblad2o artikel: h2owaterwerkn/vakartikelen/b... met dank aan @RIONED @STOWAwater @TauwNL @Noorderruimte

Sessie 4.2 13.00 - 14.30 uur

Klimaatadaptatie - Effectiviteit van maatregelen

Klimaatadaptatie staat voor 2018 hoog op de agenda. De klimaatverandering, die wordt gezien als de grootste bedreiging voor de mensheid, zal de komende jaren steeds meer invloed hebben op de maatschappij en de leefomgeving. Dit kan tot problemen met de voedselvoorziening, de gezondheid van de mens, de veiligheid van de infrastructuur en de biodiversiteit leiden. Het is daarom van belang om maatregelen te nemen om de gevolgen van de klimaatverandering te beperken. Dit kan bijvoorbeeld door de aanpak van zware metalen in de bodem.

BodemBreed Forum and 9 others

7 replies, 14 likes

123

Literatuur

ZUIVERENDE VOORZIENINGEN REGENWATER

RAPPORT 20

DE FEITEN OVER DE KWALITEIT VAN AFSTROMEND REGENWATER

RAPPORT 21

DATABASE REGENWATER

RAPPORT 19

OMGAAN MET HEMELWATER BIJ BEDRIJFS- EN BEDRIJVENTERREINEN

RAPPORT 23

Ondergrondse infiltratie van regenwater

Wadi's doorgelicht

Wadi's: aanbevelingen voor ontwerp, aanleg en beheer

INKLIKKEMPLAAR TER INZAGE

Dichtslibben van infiltratievoorzieningen

riym

Afgevoerd van bronmetalen

124

Ervaringsleer in richtlijnen

The screenshot shows the Riool.net website interface. At the top, there is a navigation menu with categories like 'BESCHRIJVING VAN VOORZIENINGEN' and 'PROGRAMMA VAN EISEN EN DE TOETSING HIERAAN'. The main content area is titled 'PROJECT OMGEVING' and 'Ontwerp en beheermaatregelen'. It lists various project components such as 'Kader', 'Inventariseren', and 'Doordatende verharding'. On the right, there is a 'Pagina Acties' sidebar with buttons for 'Aanmaken', 'Bewerken', and 'Verwijderen', and a 'Pagina toewijzen' section with a dropdown menu and a text input field for a reaction.

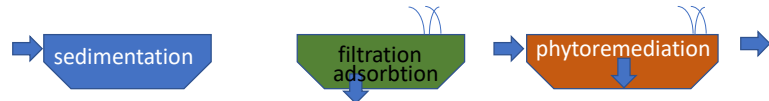
125

Mapping > 16000 NBS: ClimateScan.org

The screenshot displays the ClimateScan.org interactive map. The map shows the world with numerous colored circles representing NBS projects. A legend on the left side lists categories such as 'Water', 'Heat', 'Nature (Biodiversity)', 'Urban Agriculture', 'Air quality', 'Energy (climate mitigation)', 'People (Social and Economic Value)', 'Health', and 'Climate events - learning from trouble'. The map is annotated with red boxes highlighting specific regions: North America, Europe, Africa, and Australia. A 'ClimateScan' logo is overlaid on the map, and the date '17-9-2024' is visible in the bottom left corner.

126

Tot Slot: Wat werkt wel en wat niet?



Er zijn verschillende methoden voor verschillende stoffen

In het algemeen:

- Bezinking < filtratie < combinatie met adsorbtie en phytoremediatie
- 'treatment trains' of combinatie hebben hoogste bereikte rendemente op alle stoffen
- ... maar: let op duurzaamheid en onderhoudsmogelijkheden
- Nature based solutions zoals wadis scoren hoog... voor nutriënten helofytenvelden etc

Deltares

Source Second Bremer Soil Filter Workshop 26.08.2009, Karl Diefenthal, Landesbetrieb Strassenbau NRW, Regionalniederassung Rhein-Berg, Aussenstelle Köln

127

Thank you

Share your projects,
Move the world
ClimateScan.org

ANY QUESTIONS?

dr. ir. F (Flor) Boogaard PhD
professor spatial transformations:
Flor@noorderruimte.nl

128

Hoe participatie tijdens onderzoek?



<https://www.youtube.com/watch?v=jmkceyPoBOo>

129

Effectiviteit Waterkwaliteit & waterkwaliteit

Enkele bijzondere pareltjes als afsluiting...



130

Ijzerhoudend grondwateren zuivering



Waterkwaliteitsverbetering dmv ijzerhoudend grondwater Zeijerwiek, Zeijen

- Water
- Climate Events - Learning From Trouble
- Water Kwaliteit Monitoring en Verbetering
- Knelpunten - Grondwaterproblemen
- Grondwater

Pomp zorgt voor aanvoer ijzerhoudend grondwater en doorspoeling. Jaar van aanleg: 1985 en vernieuwd in 2019.
Created by Richard Walters on 25-7-2021

Richard Walters
Member since 2016

- Submitted 159 projects
- Expert at Water

Links
The following websites are related to this project.
<https://historisch.zeijen.nu/zeijerwiek/>

<https://climatescan.nl/projects/6683/detail>

131

RTC regenwater

Regenwatersturing real time eindhoven rtc

Water Quality Monitoring and Improvement



Description
regenwatersturing real time Eindhoven RTC

Samenvatting (Dutch description)

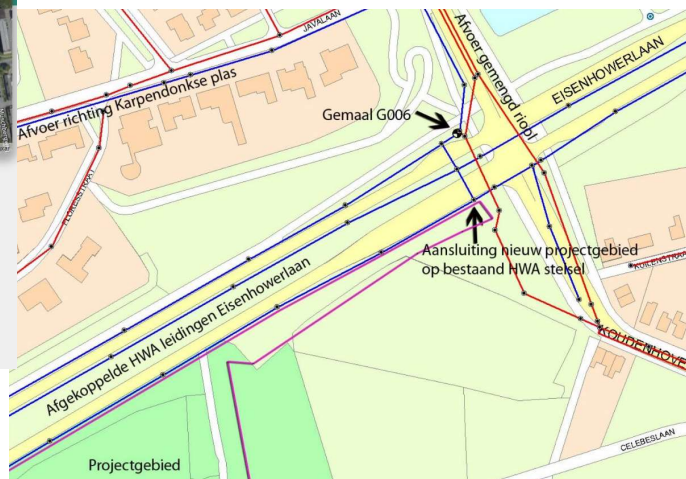
Heelingsysteem:
Zodra hemelwater via de riolering aangevoerd wordt vult de rond 1350 afvoertleiding zich met regenwater. Zodra het instapgort is bereikt slaan de pompen aan en vult de verdeelkamer zich met hemelwater. Als de verdeelkamer met 5 cm water gevuld is start de geleidsbaarheidsmeting. Indien de geleidsbaarheid onder de 1000 mS/cm bevindt, blijft de hydraulische klep gesloten. Daardoor stijgt het waterniveau in de HWA kamer tot 15,50m Naar en wordt overtollig water afgevoerd via de HWA leiding naar de Karpendonkse Plas. Indien de geleidsbaarheid boven de 1000 mS/cm stijgt, opent zich de hydraulische klep. Het zoute water stijgt niet maar stroomt de GEM afvoerkamer in en wordt afgevoerd via de GEM leiding naar het gemengde riool in de Eisenhowerlaan. Zodra de geleidsbaarheid tot onder de 500 mS/cm komt sluit de hydraulische klep zich weer en wordt het aangevoerde water via de HWA leiding afgevoerd naar de Karpendonkse plas.

About the author

Floris Boogaard
• Submitted 2046 projects
• Expert at Water
• Netherlands
View all 2046 projects by this author →

Contribute

Help us improve the data we have on this project.
✔ Edit this project



<https://climatescan.nl/projects/3132/detail>

132

grijswater



Afvalwaterzuivering in Velodrome (Zolder, 2023)

- Water
- Wadi (Water Afvoer Drainage Infiltratie)
- Helofyterveld
- Water Kwaliteit Monitoring en Verbetering
- Recycling Grijs en Zwart Water

In het stadje Zolder is een wielerpiste aangelegd. Het project ligt naast een bosgebied en er is geen openbare riolering in de directe nabijheid.

In het project wordt grijs water gerecycled via het idee van nature based solutions. Een rietveld is ontworpen, het betreft een zogenaamd constructed wetland met een beluchte variant. Het gerecyclede water wordt gebruikt voor toiletspoeling.

Er is onderzocht of ook zwart water gezuiverd kon worden via het rietveld met een overstort naar een nabijgelegen wadi. Wetgeving belemmerde de uitvoering van dit idee. Het zwarte water wordt nu via een persleiding getransporteerd 500 mm verderop naar het gemengde riool.

Aquantal Batavodurum ✓
Member since 2017

- 🔗 Submitted 1961 projects >
- 👤 Expert at Water >

Links

The following websites are related to this project.

- 🔗 Google streetview
<https://maps.app.goo.gl/X8DNreI87s1fhze76> >
- 🌐 Website contractor about project >

<https://climatescan.nl/projects/12356/detail>

133