



Zo blijft de wadi bij de tijd

Floris Boogaard, Kenniscentrum Noorderruimte (Hanze)
Antal Zuurman, Gemeente Nijmegen

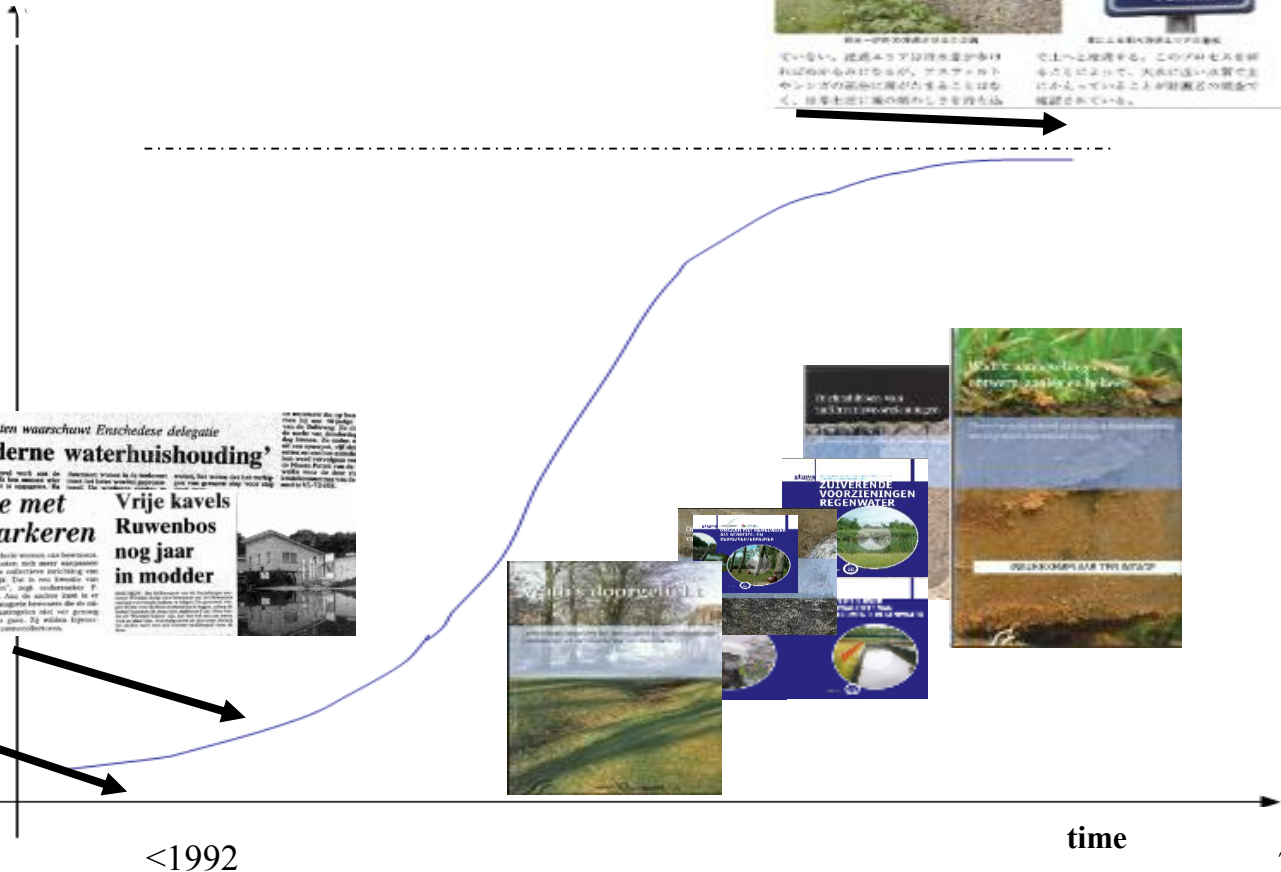
Utrecht, 6 februari 2020

Inleiding

- Geschiedenis wadi
- De wadi quizz
- Wat is nieuw?
 - Waar liggen (kansen voor) wadi's?
 - Hydraulisch functioneren
 - Milieutechnisch functioneren
 - Natuurvriendelijke wadi
 - *Aandachtspunten: kennisbank RIONED*
- Afsluiting
 - Wat zijn jullie kennisvragen?

Wadi geschiedenis

development



Rattenvanger van Drachten waarschuwt Enschedese delegatie
,Vergeet moderne waterhuishouding'
 Grote moeite met wadi's en parkeren
 Vrije kavels Ruwenbos nog jaar in modder



一度 25cm) まで雨水が溜まったときは、排水口から地下の排水パイプに流れ、徐々に浸透してゆく。降雨量が数十年に一度のレベルに達したとき(次の事例では 25年に一度とされる 35cm)は、雨水はワディの外の水面に排水される。



図3 ワディに溜まる雨水



図5 ルーベンボス平面図



図4 ワディ断面模式図



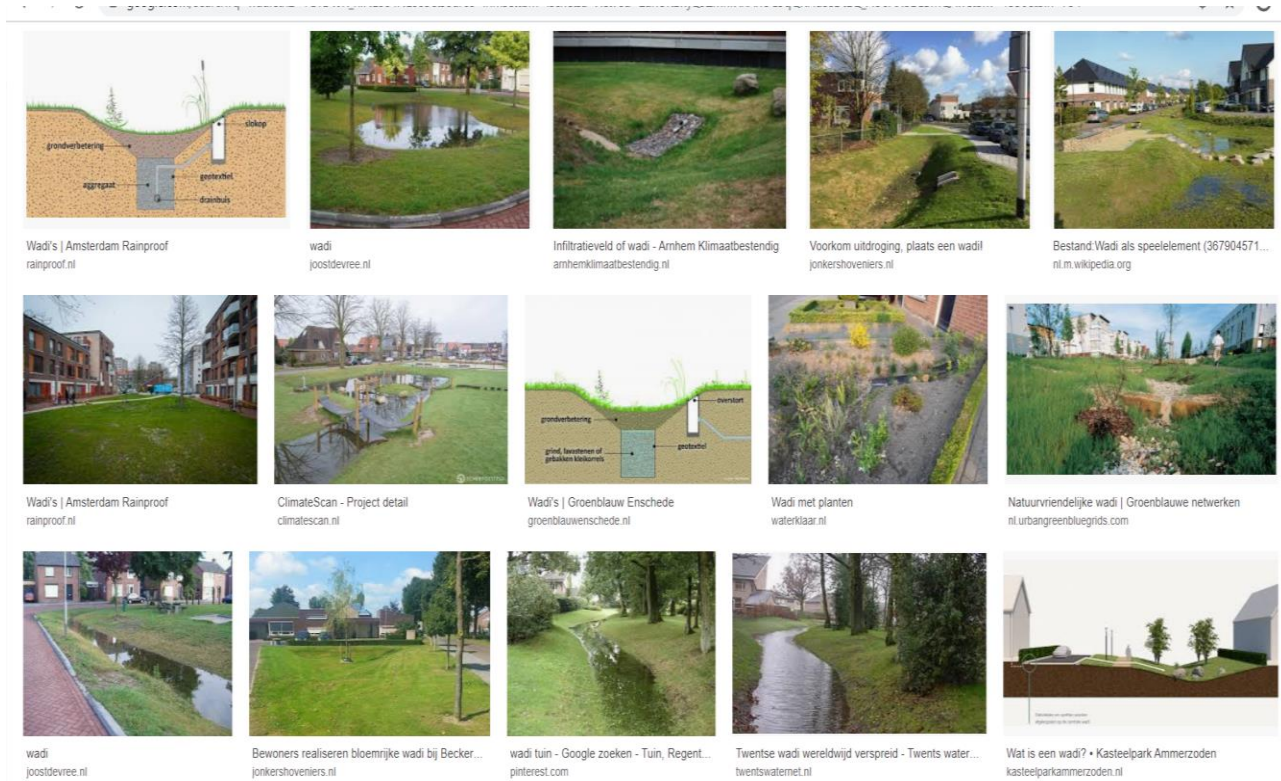
図6 緑瓦の歩車共存道路

ここでは、ルーベンボスと呼ばれるプロジェクトを例に、ワディの具体的な構成と効果を報告する。ルーベンボスは約 400 戸の住宅エリアで 1994 年から建設が開始された。平均 2-3 階建てのタウンハウスの

Google resultaat in 1998 en 2020



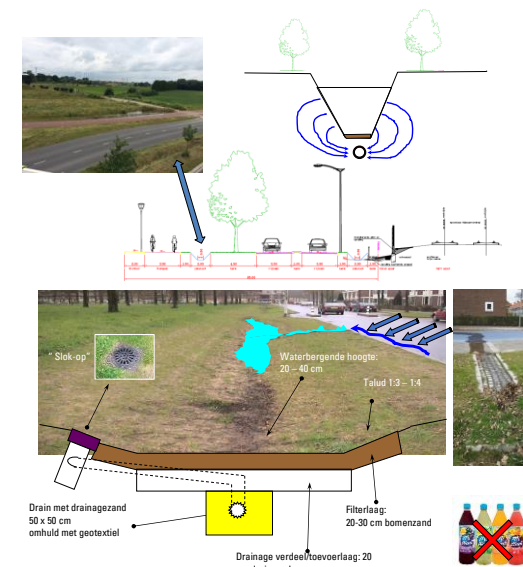
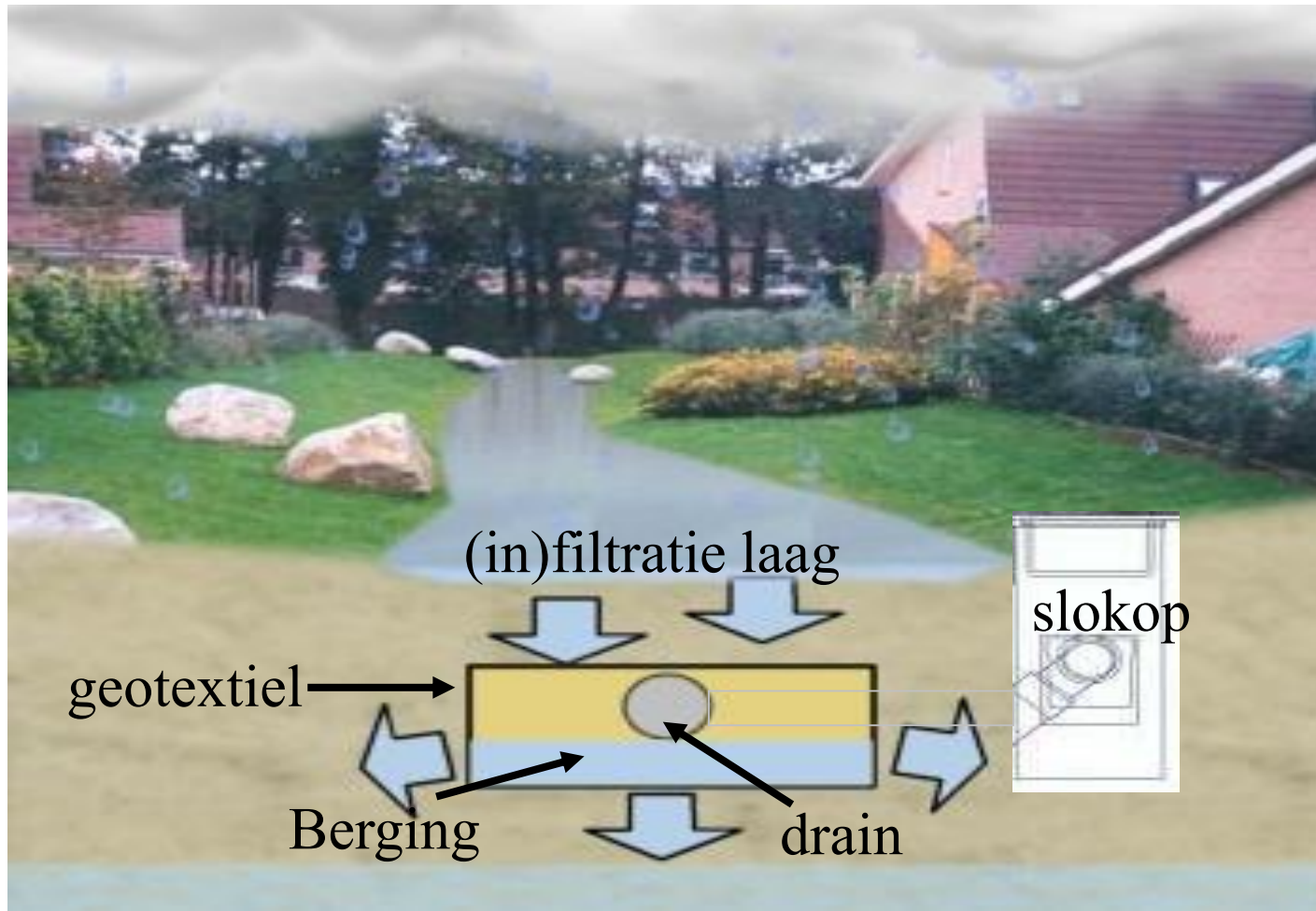
1998



2020

Wat is een wadi?

- Verschillende vormen 1999-2020
 - Voorbeelden: Quizz



In welke provincie ligt deze straat?



Tja,

1V EenVandaag Actueel Video & audio Opiniepanel De Peiling Contact avrotros

Actueel › Wat is de meest lelijke wadi van Nederland ?

Wat is de meest lelijke wadi van Nederland ?

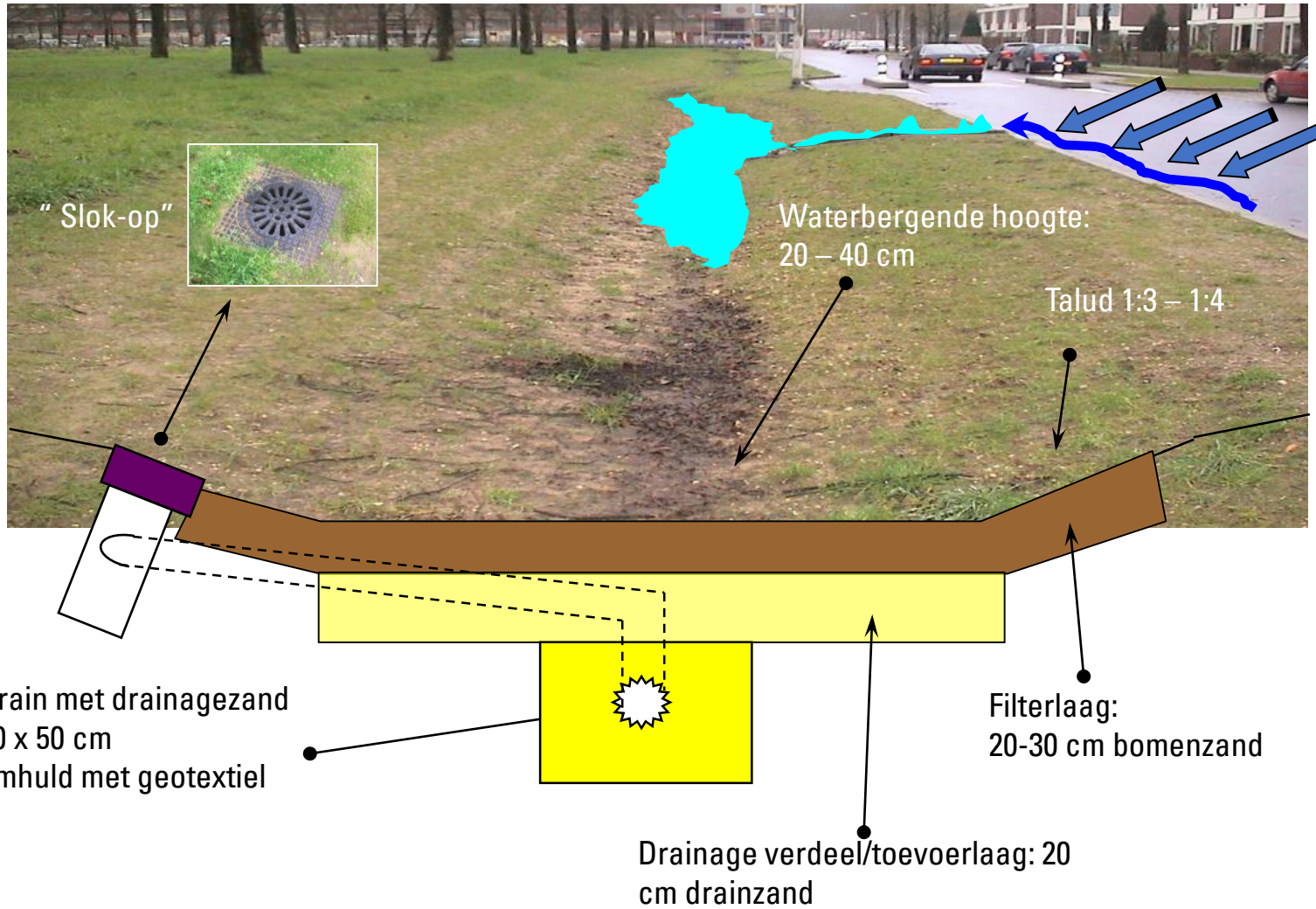
28-10-2015 14:00 | Binnenland | Verslag: Joris Kreugel



Luisteren 00:00 05:50

Gazon wadi
versie -0.1

Wadi of infiltratieveld?



Filterteren
versus
infiltratie

Wadi toerisme: waar?



In welke gemeente doen schapen het beheer van de wadi?



using sheep for low cost sustainable maintenance of swales?
climatescan.nl/projects/201/d... Find >1000
#SuDS #urbangreen on climatescan.nl

Vertalen uit het Engels



03:07 - 14 mei 2017

13 retweets 5 vind-ik-leuks

Local-Net Water, susdrain @ CIRIA, De Groene Stad en 6 anderen

13 5



<https://www.climatescan.nl/projects/201/detail>

Welke 'heuvelachtige' gemeente?



Welke gemeente heeft natte wadi's?



“Mag dit” -wadi?



Bijgenaamd speelplaatswadi

Wadi's op bedrijventerreinen, waar? (niet openbaar gebied)



Leegt een droge wadi zich langzamer? na 7 weken droogte

Thomas Klomp • 1st
Zelfstandig adviseur klimaatadaptatie | (gast)docent | fotograaf | Samen ...
1yr • 🌐

37 graden....maar ja, onderzoek naar dorre wadi's doe je niet in de winter. Vandaag dus samen met **Floris Boogaard** technisch infiltratie onderzoek naar eerder geteste wadi's in m'n eigen **Gemeente Dalfsen!** Binnenkort resultaten en een filmpje 🌊☀️




111 • 11 Comments

Like Comment Share

Thomas Klomp • 1st
Zelfstandig adviseur klimaatadaptatie | (gast)docent | fotograaf | Samen ...
1yr • 🌐

Laat een dorre wadi nog wel water door? "Nee", zegt de één. "De bodem slaat dicht". De ander zegt: "Ja, want de grond heeft nu meer holle ruimte". Welkom bij de 'DORRE-WADI-QUIZ!' Wat denk jij? (en waarom). Wordt het beter of slechter? Met **Floris Boogaard** heb ik wadi's gevuld met water en loggers in de **Gemeente Dalfsen** om het uit te zoeken. #wadi #droogte #infiltratie #hittegolf #water #bodem #quiz #dalfsen #onderzoek #samenklimaatbestendig



462 • 60 Comments

Like Comment Share

Waar lag deze bodempassage?



Oostzaan

Loc

Afs

Voi

Ontwerp

... met regelmatig en een
gescheiden stelsel wordt
opgepompt naar deze voor-
ziening waar een zuivering
plaatsvindt door infiltratie in
een met humus verrijkte
toplaag. Via een drain die
onder het maaiveld ligt in een
zandpakket wordt infiltratie
bevordert. Overstortingen
vinden direct op het
naastgelegen opper-
vlaktewater plaats.




Waar ligt deze grindwadi?



10 jaar na aanleg 😊

Hoe noemen we deze wadi ?



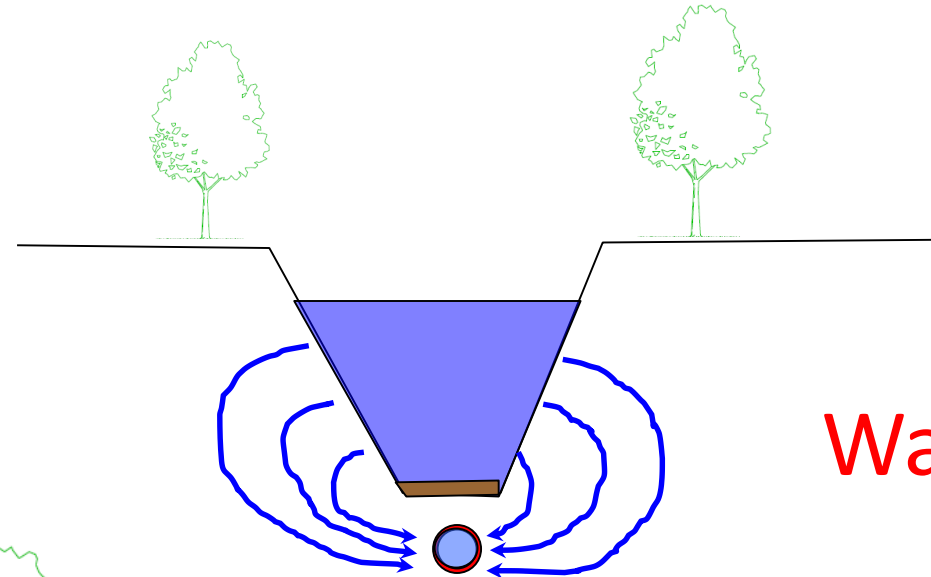
Een probleem-wadi 
(volksgezondheid)

Een steen-wadi, maar waar ?

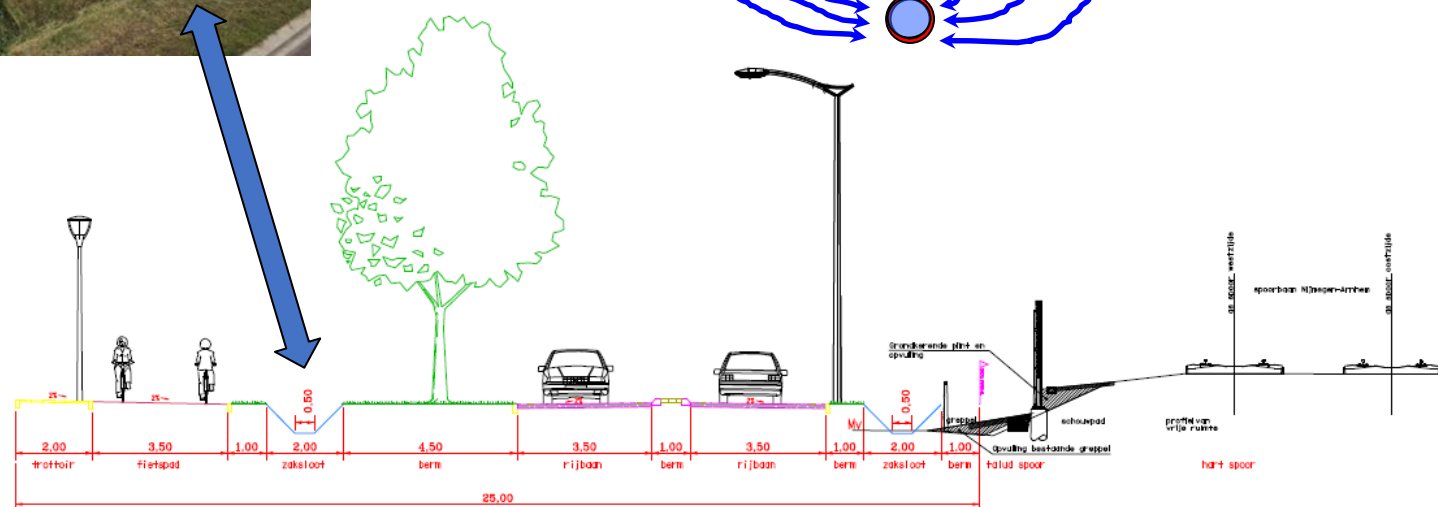


De Waalsprong – wijk Grote Boel Nijmegen

Hoe noemen we deze wadi-vorm?



Wadi - zaksloot



Type wadi ? Na verwijdering overbodige verharding

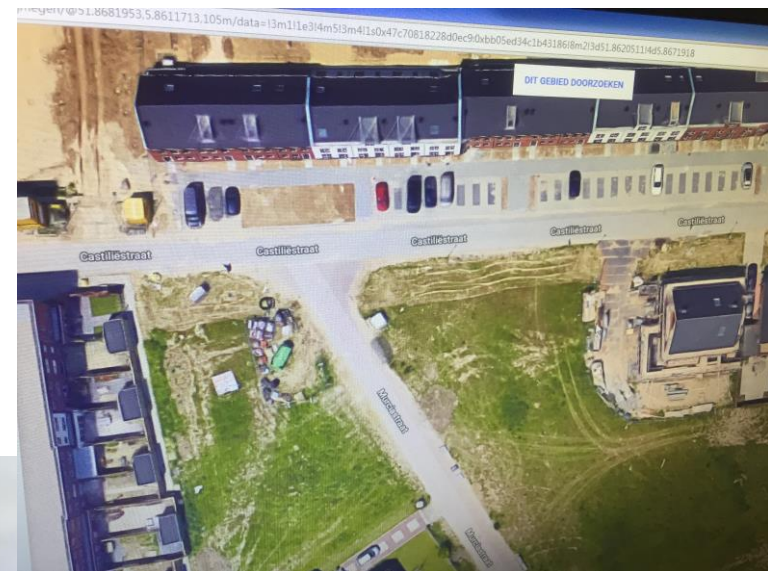


Steenbreek
wadi uit 2007



Type wadi ?

Bemalingswadi ! ☹️

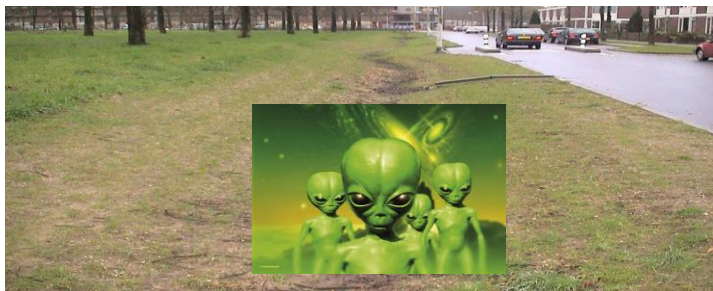


Een foutje van de aannemer en toezichthouder wadi ☹grrrr



Hoe
noem
je
dit ?

Wil de echte wadi opstaan ?



now you are just being silly
get on with it!

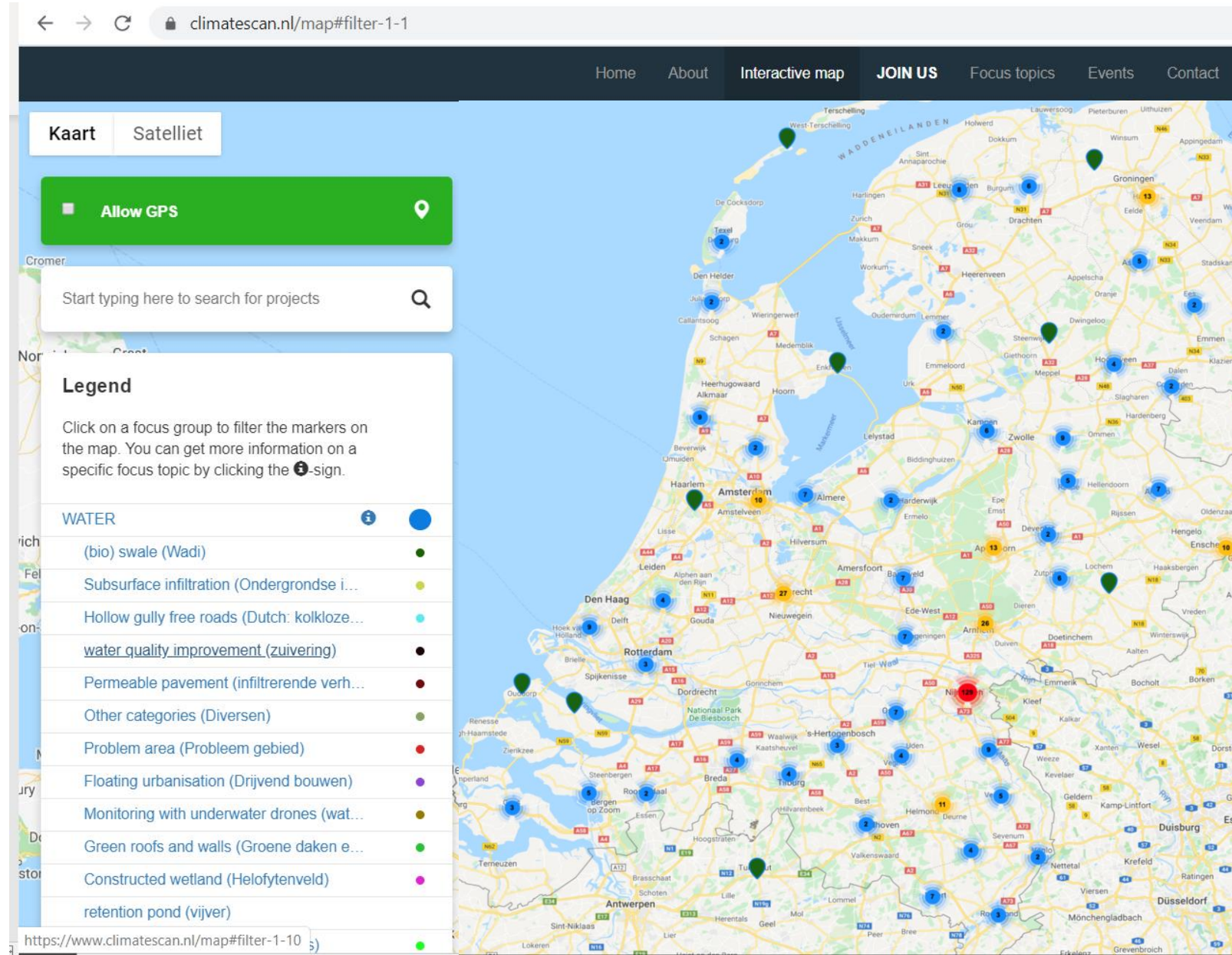


Inleiding

- Geschiedenis wadi
- De wadi quizz
- Wat is nieuw?
 - Waar liggen (kansen voor) wadi's?
 - Hydraulisch functioneren
 - Milieutechnisch functioneren
 - Natuurvriendelijke wadi
 - *Aandachtspunten: kennisbank RIONED*
- Afsluiting
 - Wat zijn jullie kennisvragen?

Waar liggen wadi's?

- Start in oost NL
- >400 wadi wijken
- Over heel NL
- >200 per gem.
- In diverse wijken



Waar liggen onze wadi's?

	DOMINANTE WIJKTYPELOGIE	BOUWPERIODE	KENMERKEN	INDICATIEVE KWETSBAARHEID WATEROVERLAST
	Historische binnenstad	voor 1900	veel verharding, 3-5 lagen, monumentaal groen	☹☹☹
	Stedelijk bouwblok	voor 1940	geen voortuin of groenstrook, 4-8 lagen	☹☹☹
	Vooroorlogs bouwblok	1900-1940	niet altijd voortuin, 3-4 lagen, bredere straten dan stedelijk bouwblok en soms groenstrook	☹☹☹
	Tuindorp	1910-1940	ruime voor- en achtertuinen, 2-3 lagen, veel langsparkeren, jaren 30-bouwstijl, beperkt gemeentelijk groen, vaak geen straatbomen	☹☹☹
	Volkswijk	1910-1940	geen voortuin, weinig gemeentelijk groen, 2-3 lagen, eengezinswoningen	☹☹
	Tuinstad laagbouw	1945-1960	open bouwblokken met veel groen, 2-3 lagen, eengezinswoningen	☹☹
	Tuinstad hoogbouw	1945-1970	open bouwblokken met veel groen, 4-6 lagen, appartementen, berging op begane grond	☹☹
	Naoorlogse woonwijk	1945-1990	voor- en achtertuin, 2-3 lagen, eengezinswoningen in rij, Zonder1 kap of vrijstaand	☹☹
	Bloemkoolwijk	1970-1990	eengezinswoningen met voor- en achtertuin, kronkelende stratenpatronen, hofjes, brede groenstrook rondom de wijk	☹
	Hoogbouw	1945-heden	meer dan 10 lagen, gebouwen in grid	☹☹
	Sub-urbane uitbreiding – Vinex	1990-heden	eengezinswoningen in rij, twee onder een kap, vrijstaand, appartementen	☹
	Vernieuwd	1990-heden	Vernieuwing bestaande bouw, veelal hoge dichtheden	☹
	Villa	Van alle tijden	Veel ruimte tussen woningen, losstaande huizen	☹
	Bedrijven	Van alle tijden	Bedrijvigheid	☹

Mogelijkheden

De wijktypen maken het ook mogelijk generieke maatregelen voor klimaatadaptatie voor wijken binnen dezelfde typologie op te stellen en te presenteren. De kenmerken van een wijktipe bepalen in belangrijke mate hoe er in de straat rekening is te houden met een extremer klimaat. Zo maakt de ruime aanwezigheid van openbaar groen naoorlogse tuinsteden minder kwetsbaar voor hitte en extreme neerslag. De stedelijke bouwblokken daarentegen vragen eerder om technische oplossingen ondergronds. **De structuur van bloemkoolwijken tenslotte biedt bijvoorbeeld plaats voor wadi's om hevige regenbuien lokaal te kunnen verwerken.**

Tijdens de verschillende bouwperiodes is betrekkelijk eenvormig gebouwd in Nederland. Mogelijkheden voor een klimaatbestendige inrichting zijn daardoor ongeveer gelijk voor straten die binnen dezelfde typologie vallen, ongeacht in welke gemeente ze zich bevinden. Lokale omstandigheden als de helling van het gebied, de bodemsoort en grondwaterstand variëren vanzelfsprekend wel en zijn van invloed op de oplossingsmogelijkheden.

De indeling in wijktypen biedt ook interessante mogelijkheden voor andere beleidsopgaven, zoals energietransitie, elektrisch parkeren, vergroeningsstrategieën, sporten en spelen te integreren in de stad.

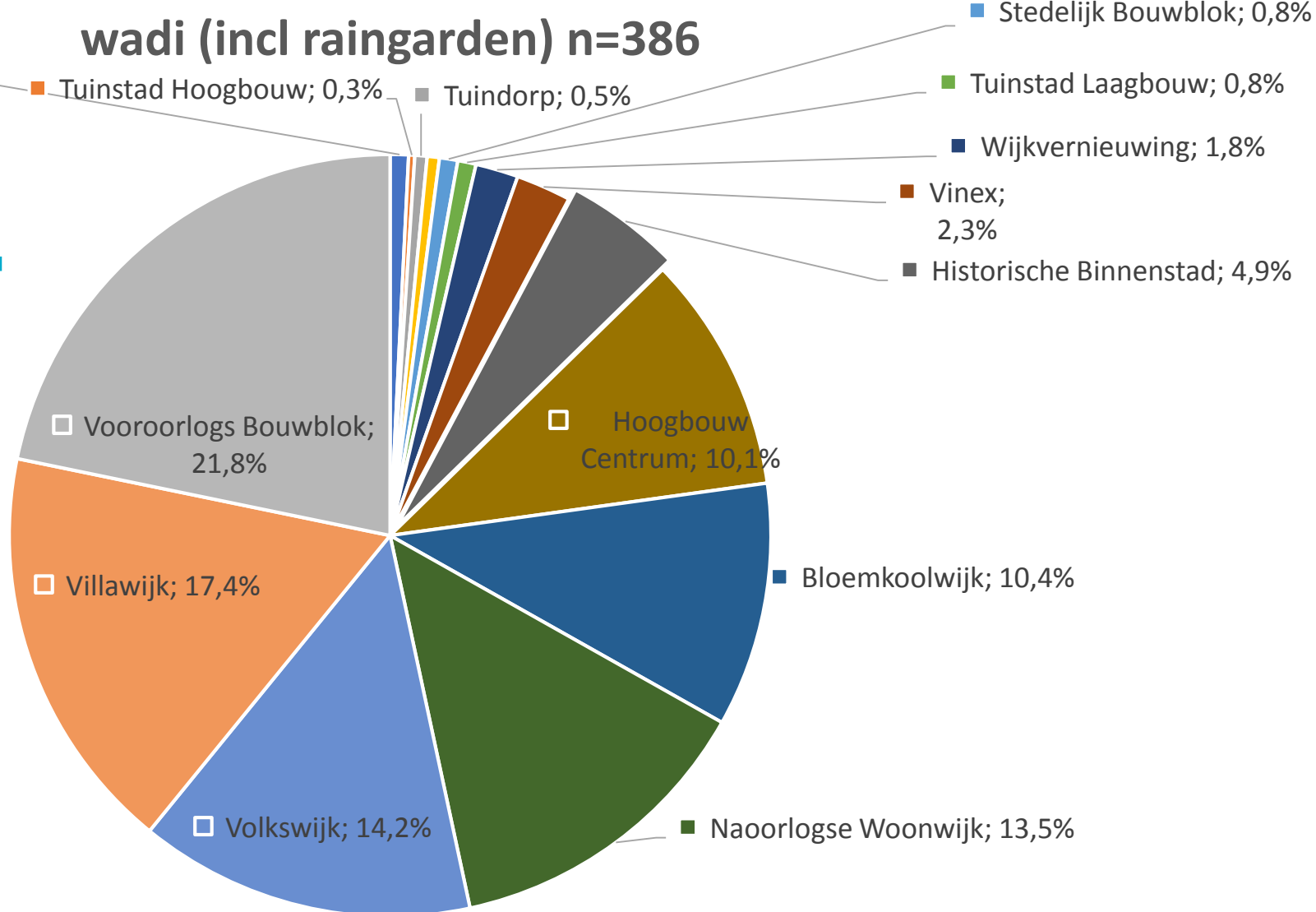
De beroepsgroep van stedenbouwkundigen en planologen, die zich nadrukkelijk bezighoudt met de openbare ruimte, maakt al gebruik van een indeling in wijktypen. Voor andere beroepen is dat geen dagelijkse kost. Om hierin te ondersteunen hebben de Hogeschool van Amsterdam, Tauw en Climate Adaptation Services (CAS) een indeling gemaakt voor alle wijken in Nederland op basis van een aantal kenmerken.

De structuur van bloemkoolwijken tenslotte biedt bijvoorbeeld plaats voor wadi's om hevige regenbuien lokaal te kunnen verwerken.

wadi (incl raingarden) n=386

Kansen...

Bedrijventerrein Biensma te Grou, Gemeente Boarnsterhim (2002)
 Locatie: Grou
 Afstromend oppervlak: daken en wegen
 Voorsamenstellende functie: zuivering
 Omschrijving: Het bedrijventerrein Biensma heeft een geschieden nooddebiet. Het bedrijventerrein is uitgebreid en gerevitaliseerd. Onderzocht is of het bestaande nooddebiet omgekeerd kan worden tot een verbeterd geschieden nooddebiet of een gelijkwaardig alternatief. Vervolgens is een wadi als alternatief aangegeven waarbij het water door de bodem wordt gefilterd alvorens het naar het oppervlaktewater stroomt.



- Hoogbouw Vernieuwd
- Tuinstad Hoogbouw
- Tuindorp
- Bedrijventerrein
- Stedelijk Bouwblok
- Tuinstad Laagbouw
- Wijkvernieuwing
- Vinex
- Historische Binnenstad
- Hoogbouw Centrum
- Bloemkoolwijk
- Naoorlogse Woonwijk
- Volkswijk
- Villawijk
- Vooroorlogs Bouwblok

Hydraulisch functioneren



Afbeelding 1. Full scale test aan doorlatende verharding in de David Livingstonestraat en een wadi aan de Homeruslaan.



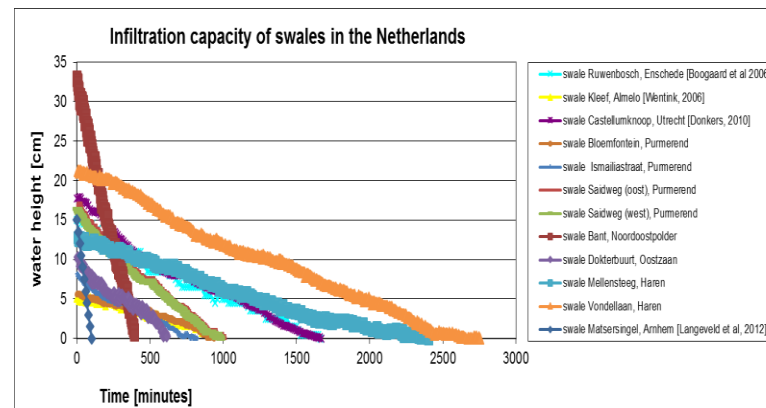
The Dutch know how to mitigate flooding from increasing global warming: Flood Fighter

Hydraulisch functioneren



Onderzoek hydraulisch meeste wadi's binnen 1 dag leeg

Niet veel problemen.. Milieutechnisch?



Methode: elke locatie en meting hebben hun verhaal ..



Deel 2 – Bodemkwaliteit- XRF

Open Access Article Post Publication 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 Taw 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](#)

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

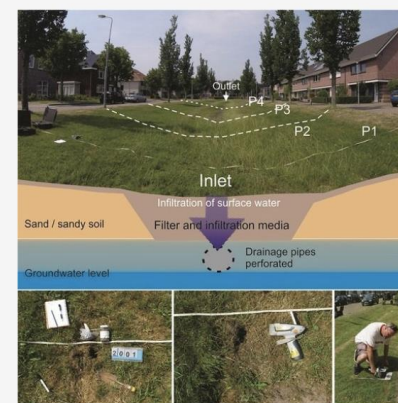
<https://www.mdpi.com/2413-4155/2/1/5>

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 (inter)national 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

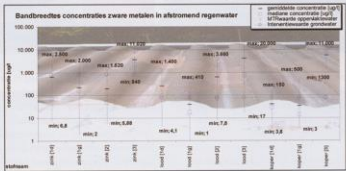
Boogaard F.C, Schipper P, Speelman J.P; wadi's laten nauwelijks metalen door, Vakblad Riolering, pag. 27-30, september 2004.

Door Floris Boogaard, Peter Schipper en Jan Peter Speelman *)

Reactie op artikel 'Wadi's laten nauwelijks metalen door'

In het artikel 'Wadi's laten nauwelijks metalen door' (vakblad Riolering, juli 2004) wordt gesteld dat de beslisboom aan- en afkoppelen een barrière kan vormen voor afkoppelen, als er in de omgeving sprake is van afspoeling van zware metalen. Het betreft een reactie op de beslisboom uit 1996, die inmiddels is vervangen door de 'beslisboom aan- en afkoppelen 2003'.

De ervaring leert echter dat veel gemeenten tot afkoppeling overgaan en dat bij nieuwbouw over het algemeen regenwaterstelsels worden aangelegd en waar mogelijk het regenwater in de bodem wordt gefiltreerd. In het bewuste artikel wordt tevens opgemerkt dat metalen zo goed aan wadi-bodems hechten, dat de metalen er 2.500 jaar voor nodig hebben om het grondwater te bereiken. Om onduidelikheden in de toekomst te vermijden volgt in dit artikel een nadere toelichting op de beslisboom en de fysisch-geochemische processen die bepalen hoe zware metalen en andere componenten door een wadi-bodem migreren.



Figuur 1: In deze figuur wordt de kwaliteit van het afstromend regenwater van daken weergegeven [16] en van gemiddelde oppervlakten (daken en wegen, [18]) voor de jaren 2000, waarvan vaak bodemmatregelen worden verwijderd. De gemiddelde van drie metingen zijn gebaseerd op de meeste meetresultaten (215 metingen) verricht op diverse locaties in Nederland [12]. v.w. 2003. Dit deze concentraties ook op een locatie sterk uit een kunnen lippen, want tevens weergegeven in Figuur 1. Amsterdam [2] dat de resultaten weergeeft van een gemeten zinken dakgoten op de Hoopvinkweg in Amsterdam Noord [2] (DWR, 2003, totaal 134 concentraties). De grootste recente afschoters zijn gemeten door de Stichting Reinwater die enkele jaren geleden diverse metingen verrichtte in Amsterdam, Leiden, Utrecht en Maastricht. Bij deze metingen werd bij een woonhuis (staand op een dak) in de Waddingsing in Leiden een zinkconcentratie van 21.000 µg/l gemeten. De hoogste loodconcentratie van 22.000 µg/l is gemeten in het afstromend regenwater van het met lood beplaatte dak (Zinken dakgoten en bodemwater) van de Hoopvinkweg in Amsterdam. De hoogste koperconcentratie is gemeten in het afstromend regenwater (21.000 µg/l) van het plastic-kopende gebouwdak van het technicumsamen 'New Metropolitan' in Amsterdam. De laatste genoemde concentraties zijn enkele maanden die vergelijkbaar zijn met analyses van enkele industriegebieden ('omgeving bedrijventerreinen', Taun> in Stowa 2004).

aliseren. Hierbij is de nieuwe beslisboom van de w/w ook specifiek gericht op de afkoppelp praktijk in West-Nederland, maar infiltratie - onder meer vanwege de geohydrologische omstandigheden - vaak niet kansrijk is.

De beslisboom aan- en afkoppelen 2003 is onder meer tot stand gekomen naar aanleiding van een studie naar de kwaliteit van afstromend regenwater [1]. Uit dit onderzoek kwam naar voren dat handbreedtes in de aangetroffen con-

centraties per locatie maar ook per neerslaggebeurtenis erg groot zijn (zie figuur 1).

Gedegen onderzoek

Door de metaalindustrie wordt vaak gemeld dat door productiebetreving en gewijzigde atmosferische omstandigheden de emissie van zink zal afnemen. Het is echter onduidelijk of deze afname voldoende is om problemen met de waterkwaliteit te voorkomen. Gedegen onderzoek op dit punt ontbreekt. Bij de meeste bestaande wijken waarbij wordt afgekoppeld, is geen sprake van metalen die de verbetering van het productieproces hebben doorlopen. Het effect van de gewijzigde atmosferische depositie van de laatste jaren is verwerkt in figuur 1, aangezien het recente onderzoek weergeeft.

Er blijken grote handbreedtes van de concentraties van stoffen in het afstromend regenwater te zijn, waarbij de MTR-waarde voor oppervlaktewater (minimale kwaliteitsdoelstelling) veelal wordt overschreden en vaak ook de interventiewaarde voor grondwater. Daarom is in de 'beslisboom aan- en afkoppelen 2003' aangegeven dat bronmaatregelen gewenst zijn. In het geval waarbij excessief gebruik is gemaakt van metalen wordt afkoppelen afgeraden (zie figuur 1) [3]. Dat in de praktijk de bronmaatregelen soms moeilijk te realiseren kunnen zijn of tot ongewenste kosten leiden, is in de beslisboom beschreven.

Uit een beperkt aantal praktijkproeven blijkt dat in de bestaande wijken het behouden van metalen dakgoten succesvoller kan zijn dan het coaten ervan. Maar ook deze bronmaatregel blijft een arbeidsintensieve en kostbare exercitie. Daarom zijn in de beslisboom ook end-of-pipe maatregelen opgenomen. In het document staan relatief gemakkelijk te implementeren zuiveringsvoorzieningen beschreven die in de praktijk met succes zijn toegepast.

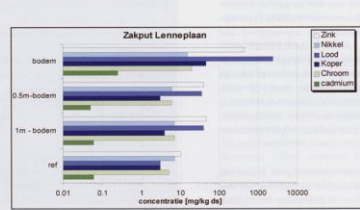
Wadi

Een van deze zuiveringsvoorzieningen is de wadi waarbij een bodempassage plaatsvindt. De behaalde rendementen zijn ten opzichte van andere zuiveringsvoorzieningen (bijvoorbeeld bezinking) hoog en door het oppervlakkig afvoeren van water is het inzicht in de controle op het systeem groot. Vele (praktijk)-

onderzoeken onderschrijven dan ook de bevinding van TNO dat wadi's nauwelijks metalen doorlaten [6], [7], [9], [10]. Zoals eerder opgemerkt, zijn in het westen van Nederland (waar de beslisboom van de w/w van toepassing is) deze voorzieningen echter niet altijd eenvoudig in te bouwen. Dit vanwege de (geo-)hydrologische (hoge grondwaterstanden en lage bodemdooptandheden) omstandigheden en ruimtelijke beperkingen. Bronmaatregelen waarmee uitlozing wordt voorkomen, blijven daarmee een maatregel om verontreiniging te voorkomen.

Accumulatie

Zoals aangegeven kunnen zware metalen en PAK in normoverschrijvende concentraties worden aangetroffen in het afstromend regenwater. Een groot deel van deze verontreinigingen bevindt zich niet in oplossing, maar is gebonden aan het zwevend stof (vib). Bij infiltratie van het afgekoppelde water in een wadi-bodem worden de verontreinigingen vastgehouden door enerzijds de filterende werking van de bodem en anderzijds door met name vast organische stof in de wadi-bodem. Nationale en internationale monitoringsprogramma's wijzen uit dat deze accumulatie in de eerste tientallen centimeters van de bodem plaatsvindt (zie voorbeeld figuur 2).



Figuur 2

regenwater, deze toplaag zodanig verontreinigd raakt dat deze de humane risico's te vermijden periode moet worden verwijderd.

In het artikel 'Wadi's laten nauwelijks metalen door' wordt de vraag gesteld waarom een zo hoge zinkconcentratie is gekozen bij het uitvoeren van een kolomproef in het onderzoek van Grontmij en ECN [6]. Dit gehalte was de maximale concentratie die Grontmij indertijd in de Nederlandse literatuur heeft gevonden (woningen met zinken dakgoten). Het onderzoek had tot doel inzicht te krijgen in de bodemprocessen, die bepalend zijn voor het kwalitatief functioneren van de voorzieningen en vanuit dit inzicht praktische richtlijnen op te stellen, die het kwalitatieve functioneren bevorderen.

Uit dit onderzoek bleek dat zware metalen efficiënt kunnen worden vastgelegd in een wadi-bodem, maar dat mede door heterogeniteiten van de toplaag en de mate waarin organische stof in het poriëwater oplost, het zuiveringsrendement van de bodempassage in enkele decennia sterk kan teruglopen. Het alleen voortspelen van een theoretische doorslagtermijn (het moment waarop de toplaag van de bodempassage de helft zijn van de inkomende concentraties) biedt weinig waarde om goede richtlijnen op te kunnen stellen. Het gaat er in de praktijk namelijk meer om hoe ontwerpen en beheersen het kwalitatieve functioneren kunnen bevorderen en hierbij een efficiënte monitoring kunnen uitvoeren.

Runoff

In 2004 is in opdracht van de Provincie Utrecht en de waterbeheerders in Utrecht onderzoek uitgevoerd naar de runoff van provinciale wegen [11]. Hierbij zijn metingen verricht naar het vastleggen van verontreinigingen in de wegbermen bij infiltratie van het regenwater. Uit deze metingen blijkt dat de mate van vastlegging van stoffen in de bodem (het zuiveringsrendement) aanzienlijk kan variëren en afhankelijk is van lokale factoren, zoals de samenstelling en dikte van de toplaag en de mate waarin organische stof in oplossing komt. De mate waarin zware metalen worden vastgelegd in de bodem kan hierdoor binnen enkele decennia dalen van meer dan negentig procent naar minder dan vijftig procent. Dit onderzoek ondersteunt de stelling dat veel aandacht aan het ontwerp en beheer moet worden besteed.

Uit praktijkmetingen en experimenteel onderzoek van Taun, Grontmij en ECN blijkt dat de genoemde termijn van 2.500 jaar veelal niet zal worden gehaald. Afgezien van de doorslagtermijn, zijn bronmaatregelen nog steeds aan te bevelen. Studies wijzen ook uit dat het vastleggen van stoffen in de bodem de voorkeur heeft boven het direct lozen (zonder infiltratievoorziening) van afgekoppeld regenwater op oppervlaktewater, als bronmaatregelen niet mogelijk worden geacht. Een bezinkvoorziening en/of bodempassage zijn effectieve end-of-pipe oplossingen zoals in de w/w beslisboom aan- en afkoppelen omschreven.

Conclusie

Er hoeft dus niet te worden afgezien van afkoppelen van verharde oppervlakten vanwege de aanwezigheid van zware metalen, aangezien in veel gevallen het afkoppelen via een bodempassage een hoger milieurendement oplevert dan het afvoeren naar de rwzi. Aandachtspunten blijven het onderhoud en beheer van deze voorzieningen, zodat deze optimaal blijven functioneren.

Een ander aandachtspunt is dat van diverse aspecten bij infiltratie nog weinig bekend is. Zo is weinig inzicht in het kwalitatieve functioneren van ondergrondse infiltratiesystemen (percolatiesystemen) in Nederland ten aanzien van

- de hieraan gerelateerde risico's voor het grond- en oppervlaktewater.
- Lopend onderzoek door Taun en Grontmij in opdracht van Stowa is gericht op het invullen van leemten in kennis en het opstellen van eenduidige richtlijnen voor ontwerp, aanleg en beheer van infiltratievoorzieningen in stedelijk gebied. Hiermee kunnen overheden verantwoord afkoppelen binnen de recente beleidslijnen verder vorm geven.
- Bronnen:**
- [1] Samenstelling afstromend regenwater stedelijk gebied, v.w. 2003
 - [2] 'Zinkemissie uit zinken dakgoten', een praktijkonderzoek in Amsterdam Noord, DWR juni 2003.
 - [3] 'Praktijkonderzoek directe lozingen, bevloeding regenwaterkwaliteit door toepassing bouwmaterialen op daken', Stichting Reinwater, maart 2001.
 - [4] Beslisboom aan en afkoppelen 2003, Taun i.o.v. w/w
 - [5] 'Omgeving hemelwater op bedrijventerreinen', Taun> i.o.v. Stowa 2004
 - [6] 'Kwaliteitsaspecten bij infiltratie van hemelwater, richtlijnen bovengrondse infiltratievoorzieningen op basis van geochemisch onderzoek', Grontmij en ECN 2001
 - [7] 'Effecten van infiltratie in de bodem, een onderzoek naar de kwalitatieve aspecten van infiltratie in de bodem', Taun, 1999
 - [8] 'Kwaliteitsaspecten infiltreren stedelijk water beter bekeken', conceptrapportage, Grontmij&Taun, 2004
 - [9] Wadi's doorgelicht, RIONED mei 2003.
 - [10] 'Vooronderzoek natuurvriendelijke wadi's', Stowa 2003.
 - [11] 'Runoff en verwaaiing Provinciale wegen', Onderzoek naar de risico's voor bodem en water en richtlijnen voor weg en waterbeheer, Grontmij en ECN 2004

*) De heer Boogaard is werkzaam bij Taun bv, de heer Schipper bij Grontmij en de heer Speelman is lid van de werkgroep riolering West Nederland.

Aanvulling

Het artikel 'Wadi's laten nauwelijks metalen door' (vakblad Riolering, juli 2004) heeft tot verschillende vragen geleid, aangezien er in het artikel geen bronverwijzingen vermeld waren naar documenten en figuren waarover werd gesproken. Het betrof de documenten:

- De inmiddels vervangen beslisboom van de w/w uit 1996;
- 'Kwaliteitsaspecten bij infiltratie van hemelwater, richtlijnen bovengrondse infiltratievoorzieningen op basis van geochemisch onderzoek', Grontmij en ECN, 2001;
- 'Vervulling van infiltratievoorzieningen', TNO oktober 2002

De foto's bij het artikel waren afkomstig van:

- Taun: Het principe van een wadi, wijk Rowenbos in Enschede; Aanleg wadi in gemeente Tholen; Wadi-systeem Naviduct te Enkhuizen.
- Gemeente Enschede/Taun: Artist impression of a wadi.



Figuur 3: Functiewaai met ondergrondse beying (Enschede, Taun 2003)

formuleer uw vraag in een zin

Zoeken 🔍

Producten > Bijeenkomsten > 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 en STOWA hebben het hydraulisch functioneren van wadi's op de lange termijn. Hieruit komt onder meer naar voren dat de bodem (licht) verontreinigd is door zware metalen.

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. Onlangs 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 (licht) verontreinigd is door zware metalen.

Workshop

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

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

floris boogaard @FlorisBoogaard · Apr 4
"wadi's laten nauwelijks metalen door" (artikel 2004). Als dat waar is, zijn dan nu alle wadi's uit die periode verontreinigd? U krijgt het antwoord op 16 april @RIONED en @STOWAwater workshop: riool.net/workshop-bodem...

door Floris Boogaard, Peter Schijper en Jan Peter Spierman (*)

Reactie op artikel 'Wadi's laten nauwelijks metalen door'

In het artikel 'Wadi's laten nauwelijks metalen door' (september 2004) wordt gesteld dat de bodem aan- en afspijling van zware metalen kan vormen voor afspijling, als in de omgeving sprake is van afspijling van zware metalen. Het betreft een reactie op de bodem van 1996, die inmiddels is vervangen door de 'Bodem aan- en afspijling 2007'.

Thomas Klomp en 8 others

👍 1 🗨️ 5 📌 9 📄 1

You Retweeted

Stichting RIONED @RIONED · Mar 25
Uit recent onderzoek blijkt dat de bodem onder wadi's licht verontreinigd is door zware metalen. Stichting RIONED, STOWA en Hanzehogeschool nodigen je uit voor een #workshop op dinsdag 16 april 2019 om te bespreken of maatregelen nodig zijn. ow.ly/T3X9S0o4kx



👍 1 🗨️ 7 📌 5 📄 1

stowa Onderwerpen | Publicaties | Agenda

Home > Agenda > 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 de Hanzehogeschool noden een workshop om te bespreken of maatregelen nodig zijn.

Deel op social media: [f](#) [t](#) [in](#)

Datum	16 april 2019
Locatie	Waterschapshuis, Stationsplein 89, Amersfoort
Tijd	13.00 - 15.30 uur
Tags	emissies, neerslag, waterketen, wateroverlast

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. Onlangs 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 (licht) verontreinigd is door zware metalen.

Op dinsdag 16 april 2019 bent u welkom op een workshop waarbij we de onderzoeksresultaten bespreken en brainstormen over nieuwe ontwikkelingen en beleid omtrent waterberging en afspijling van zware metalen. 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 [climatescan](#).

- Programma**
- > Welkom (Hugo Gastkemper, Stichting RIONED)
 - > Resultaten onderzoek (Floris Boogaard, Hanzehogeschool)
 - > Voorbeelden van gemeenten/waterschap
 - > Discussie over resultaten
 - > Afsluiting

Aanmelden
Je kunt je inschrijven voor de workshop door een mail te sturen naar [Stichting RIONED](#). Aan deelname zijn 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>



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 @vakbladh2o artikel: h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/b... met dank aan @RIONED @STOWAwater @TauwNL @Noorderruimte

SESSIE 4.2 | 13.00 - 14.30 uur

Levenswonder: **Lidwien Bessink** (gemeente Amsterdam)

Klimaatadaptatie - Effectiviteit van maatregelen

Klimaatadaptatie staat anno 2019 hoog op de agenda. De klimaatstrategieën, die inzicht geven in de opgaven (wateroverlast, hitte, droogte en overstroming) zijn door gemeenten (bijna) uitgevoerd en de risicodialog met de omgeving wordt voorbereid. Voor het gesprek met de omgeving en bestuurders is het goed om te weten, welke adaptatiemaatregelen mogelijk zijn, hoeveel die helpen en soms mogelijk nadelig zijn dan de kans, maar ook welke bedragen hierbij horen. Die investeringsbedragen kan 'situeren' tegen de schade die we lijden door de klimaatveranderingen. En hoe kunnen we meer weten over de effectiviteit van allerlei maatregelen?

- Welke klimaatadaptatiemaatregelen werken echt? En welke maatregelen zijn het meest efficiënt en hoe kunnen we deze ruimtelijk en in afstemming met het bodem- en water systeem goed inpassen?
- Hoe ligt de relatie tussen de steden en het landelijk gebied? Kan het landelijk gebied het stedelijk gebied ontlasten en wanneer is dat kosteneffectiever?
- De infiltratievoorzieningen kunnen ook bijdragen aan de bestrijding van het bodem- en watersysteem. Hoe omgaan we de positieve en negatieve effecten tegen elkaar af?
- Nieuwe hulpmiddelen voor gesprek over klimaatadaptatie Kees Braks (STOWA)
- Klimaatadaptatie landelijk gebied in optima forma Erik Schaaij (LemmerCSO)
- Bodem en ondergrond het DNA van stad en omgeving Wiete Timmermans (Wageningen Environmental Research)
- Effecten van infiltratievoorzieningen/wadi's op het bodem- en watersysteem Floris Boogaard (Tauw)

Bodemvervulling in wadi's onderzocht met nieuwe methode

Klimaatadaptatie staat in Nederland hoog op de agenda en vraagt om een andere inrichting van de openbare ruimte. Grote regenbuien passen niet in rioolbuizen dus wordt verbanding vervangen door groen. Groenvoorzieningen krijgen functie als waterberging en infiltreren regenwater in de bodem, zoals bij wadi's (water afvoer drainage en infiltratie). Het afstromend regenwater dat infiltreren bevat verontreinigingen zoals PAK en zware metalen die in de toplaag van de wadi worden afgevoerd. De concentraties zijn echter zo laag dat vervuiling pas na jaren meetbaar is.

Door: Floris Boogaard (Hanzehogeschool/Tauw)

🗨️ 7 📌 14 📄 1

BodemBreed Forum and 9 others

🗨️ 7 📌 14 📄 1

You Retweeted



Urban Geology at NGU @UrbangeoN · May 24

#ECCA #conference about #climate #Adaptation with #research on #water #quality #SDG6 and #mapping #pollutants in #NBS within #INXCES project #JPIwater

European Climate Change Adaptation Conference 28-31 May 2019

Working together to prepare for change

Abstract 8858

Theme: Stormwater, pollutants, heavy metals, SUEs

In situ mapping of pollutants in Sustainable Urban Drainage Systems, a new methodology approach and preliminary results from the Netherlands

Guillaume*, Floris Boogaard** and Albert Rosari*

Guillaume* (ECCAS), Floris Boogaard** (RIONED), Albert Rosari* (ECCAS)

Keywords: Netherlands, in situ mapping, heavy metals (Pb, Cu, Cd, polychlorinated biphenyls (PCBs), and fine effluent

Stormwater runoff has serious negative and direct impact on the quality of surface waters and groundwater (SUE). The impact can be even more severe when combined with other pollutants in Sustainable Urban Drainage Systems (SUEs) to other nearby receiving water bodies in the urban water cycle (UWC). Traditional mapping of pollutants by the means of soil samples is costly and time consuming, which is the main reason why the environmental sector is looking for alternative methods to assess the pollution of the urban water cycle. In situ mapping (ISM) is a known mapping method for finding metals and other components, for laboratory analysis and generalised inventories (SUE). A new approach of mapping method for pollutants in situ is proposed, with the heavy metals in soil or SUEs, with water samples from the Netherlands urban water cycle. The results of the ISM measurements in a small and cost-efficient manner in the field are presented (SUE) in the UWC. The mapping of pollutants in situ is a new approach and preliminary results from the Netherlands are presented. The results of the ISM measurements in a small and cost-efficient manner in the field are presented (SUE) in the UWC. The mapping of pollutants in situ is a new approach and preliminary results from the Netherlands are presented. The results of the ISM measurements in a small and cost-efficient manner in the field are presented (SUE) in the UWC.

🗨️ 4 📌 4 📄 1

You

🗨️ 4 📌 4 📄 1

Methode: verificatie

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

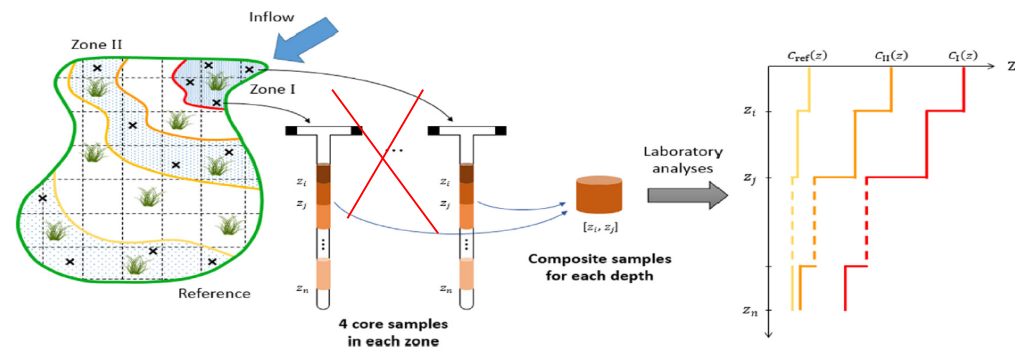


Figure 2. Schematic representation of the global methodology for soil sampling and analysis.

In-situ XRF measurements on soil



Soil sample at inlet - top soil for lab analysis

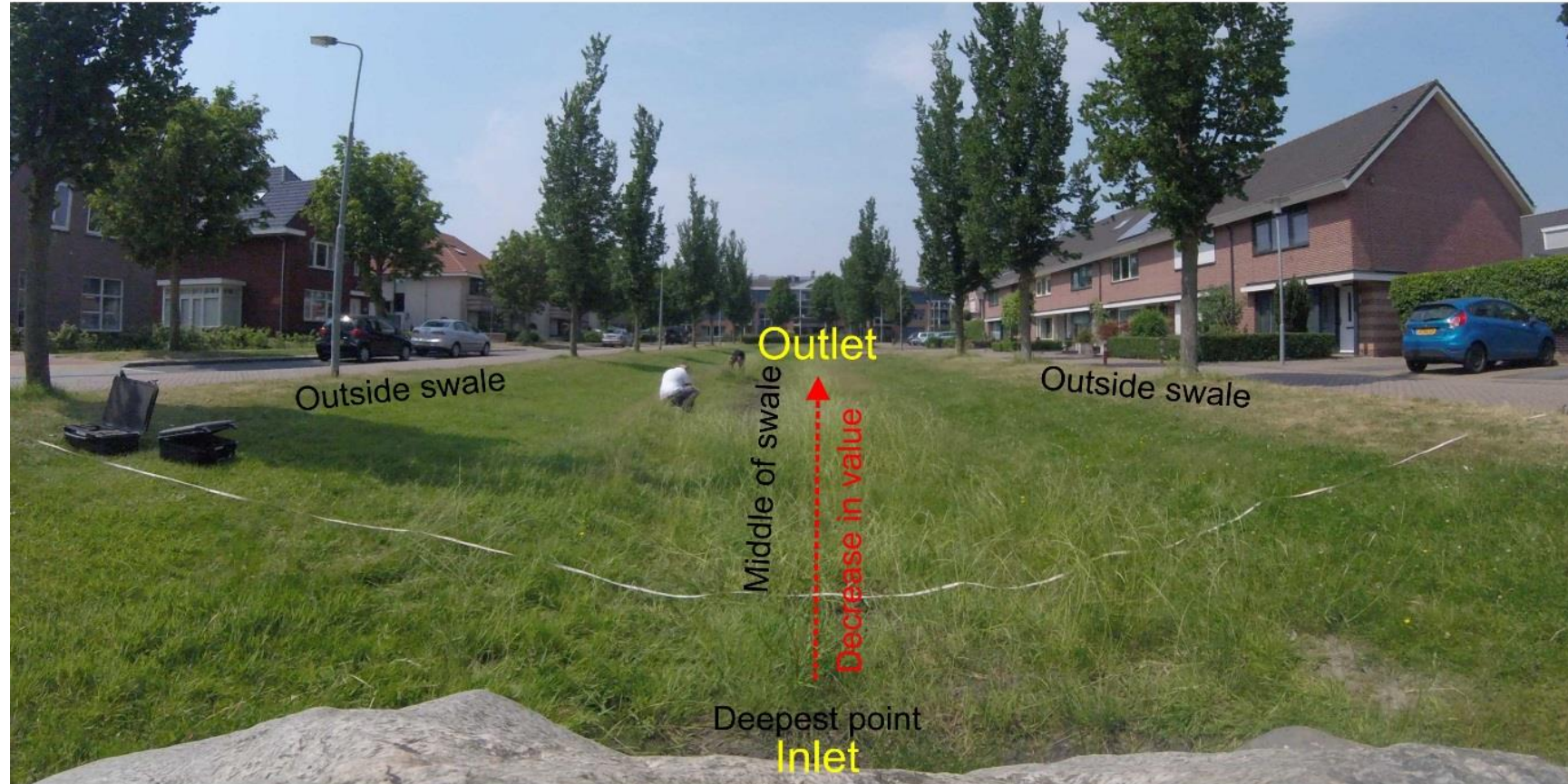


Soil sample at mid-point - top soil for lab analysis



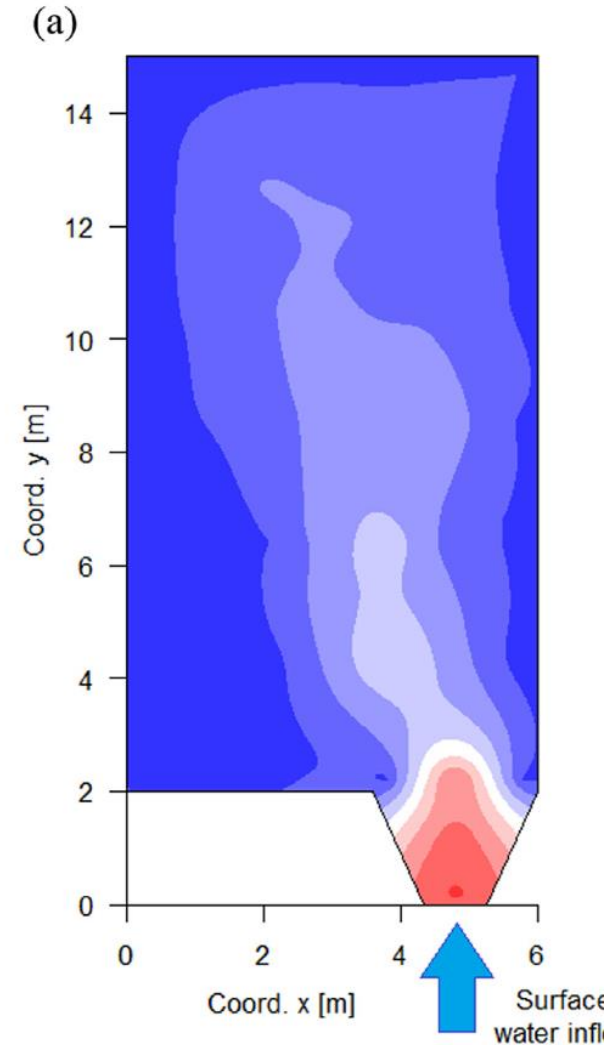
Hypothese verontreinigingsroute

Example of swale: Limmen, NW in the Netherlands



Contamination value:

Background Low Middle Highest Middle Low Background



Ook: onderwijs, bewustwording, www.climatecafe.nl

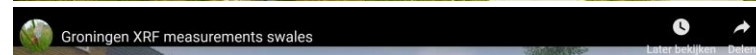
WELCOME TO CITY CLIMATESCAN CAFÉ · HOW WE WORK · WHO ARE WE? · NEWS · PARTNERS · CONTACT



SuDS research ClimateCafe Groningen

POSTED ON OCTOBER 11, 2017 BY ADMIN

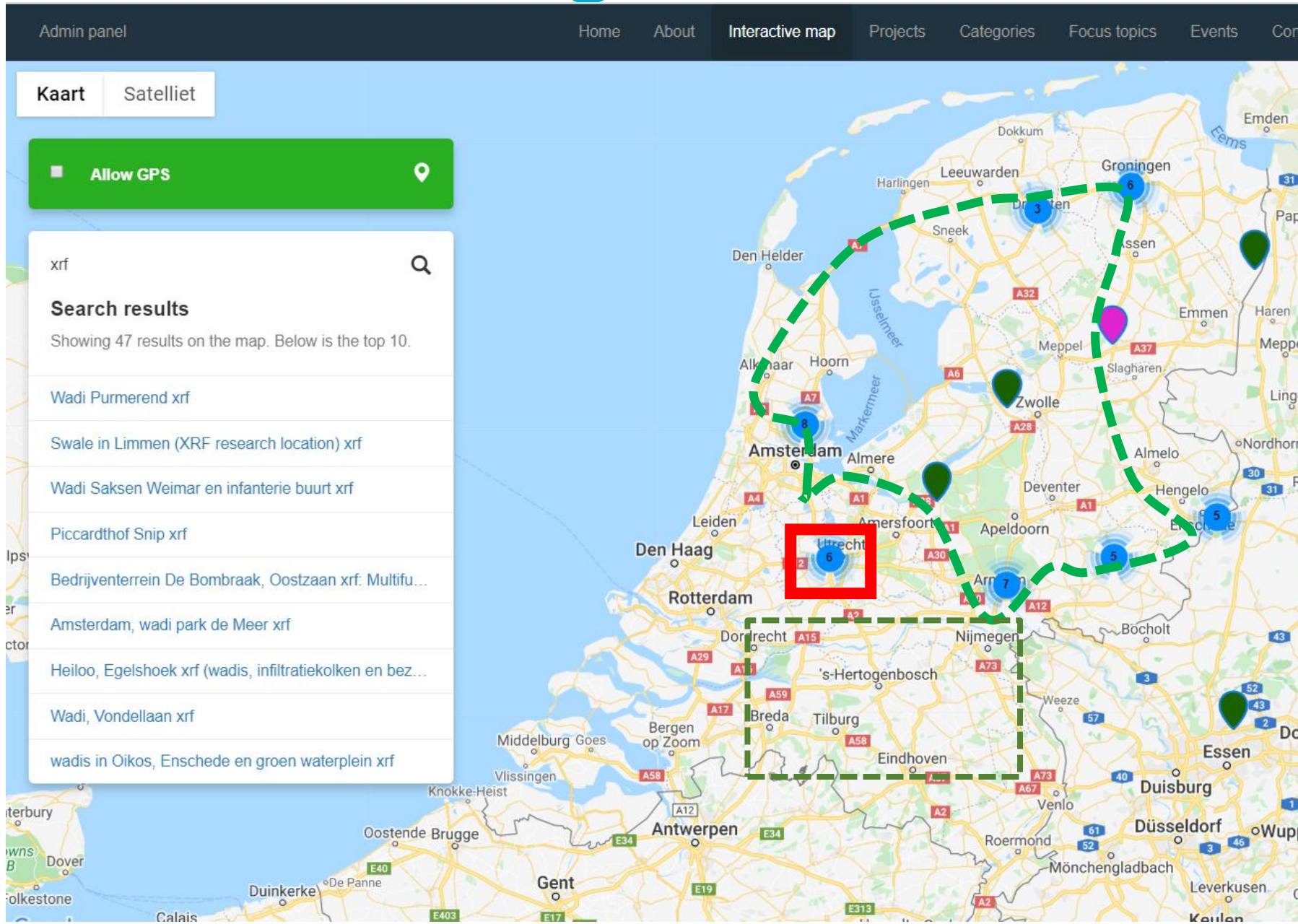
SuDS research ClimateCafe Groningen SuDS as bioretention swales and permeable pavement were first introduced to the Netherlands around 1998. Swales... [READ MORE](#)



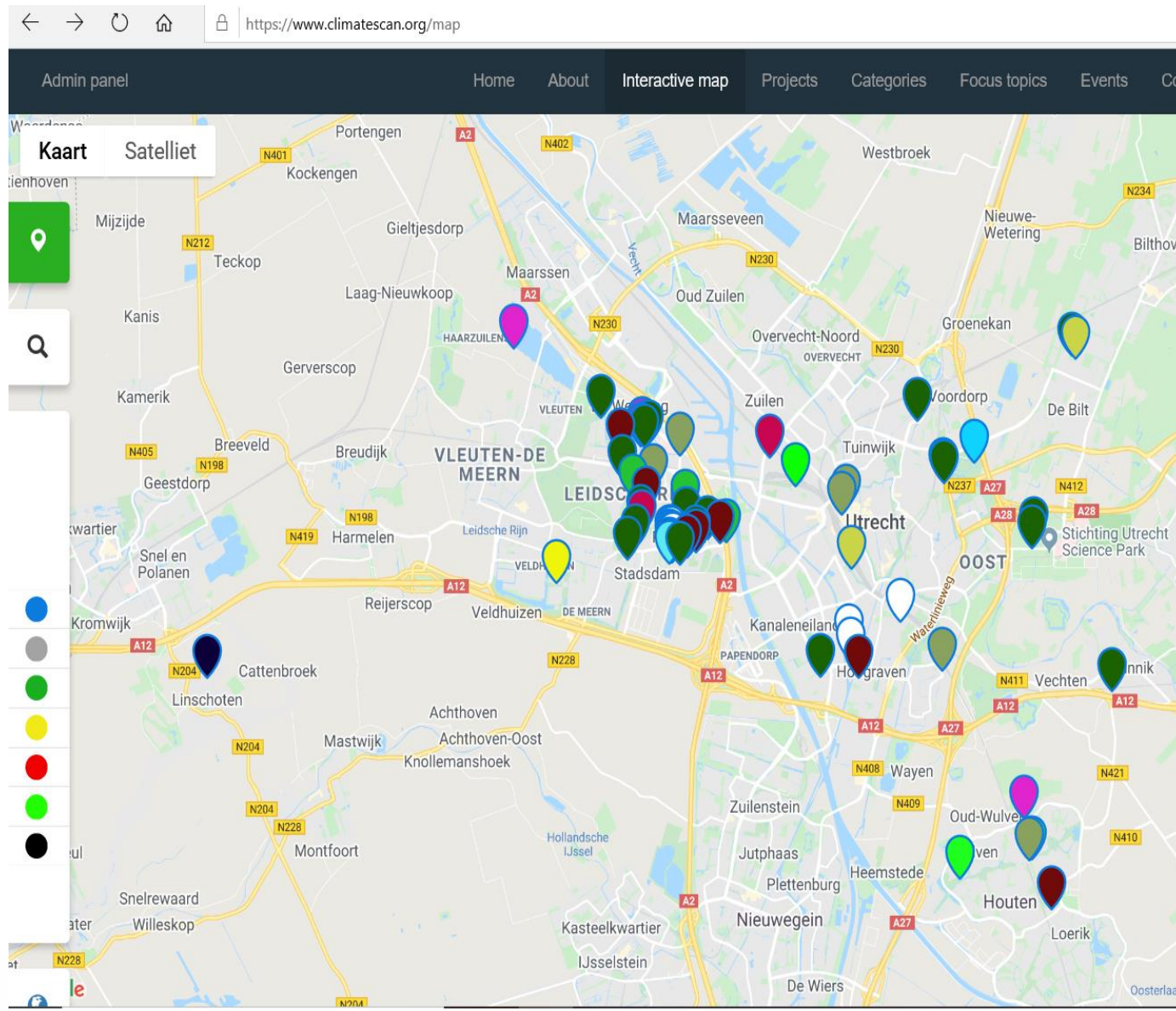
STICHTING
**RIO
NED**
STAD | WATER | MENS

<https://climatecafe.nl/2017/10/suds-research-climatecafe-groningen/>
https://www.youtube.com/watch?time_continue=184&v=58zWv_I-Cho

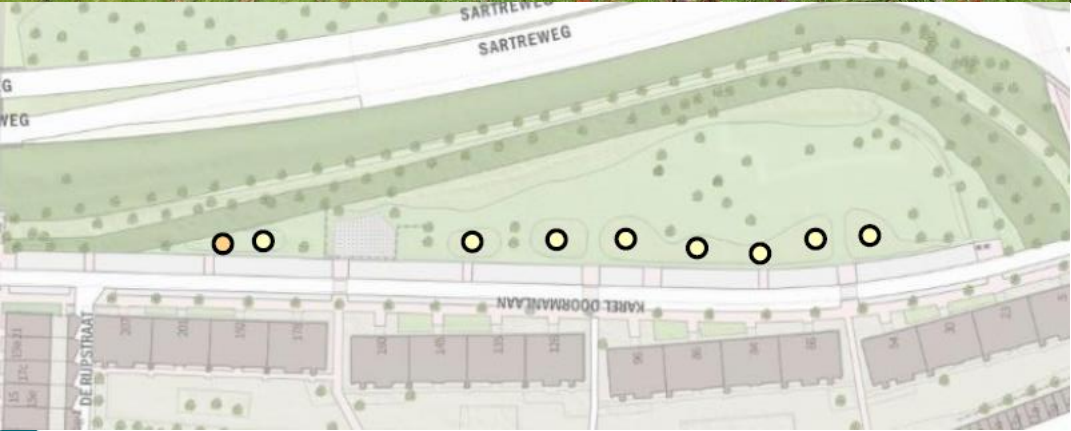
Eerste metingen wadi's in Nederland








U bent in Utrecht, is het veilig?



Utrecht



meting Zn

-  10 - 51
-  52 - 94
-  95 - 148
-  149 - 299
-  300 - 455

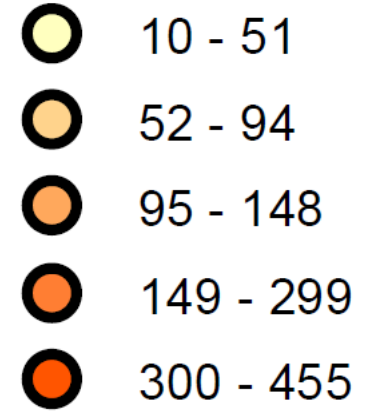
copper (Cu)	36.0	190
nickel (Ni)	35.0	210
lead (Pb)	85.0	530
mercury (Hg)	0.3	10.0
molybdenum (Mo)	3.0	200
silver (Ag)	-	15
selenium (Se)	0.7	100
tellurium (Te)	-	600
thallium (Tl)	1.0	15
tin (Sn)	-	900
vanadium (V)	42.0	250
zinc (Zn)	140	720



Utrecht

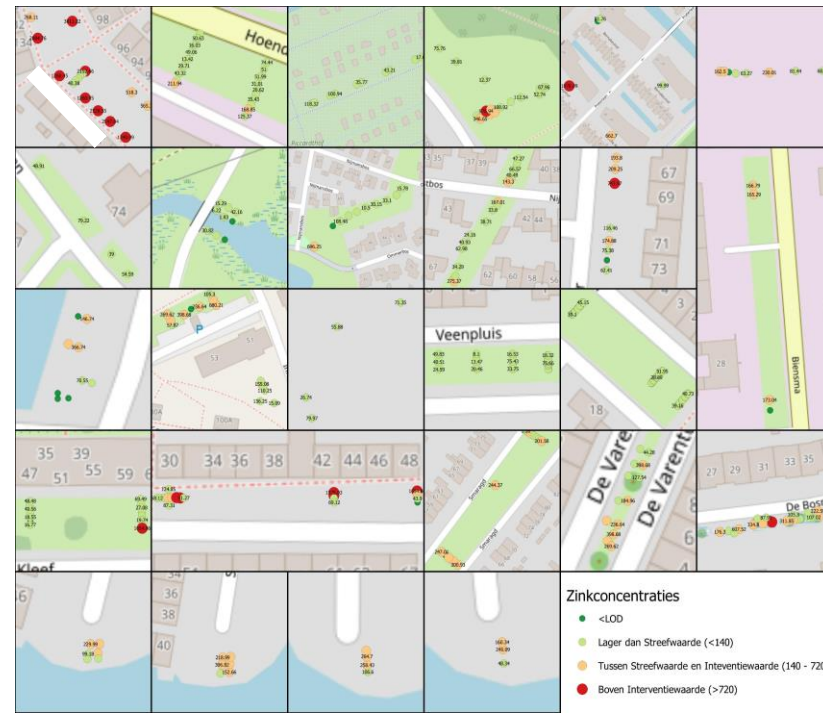
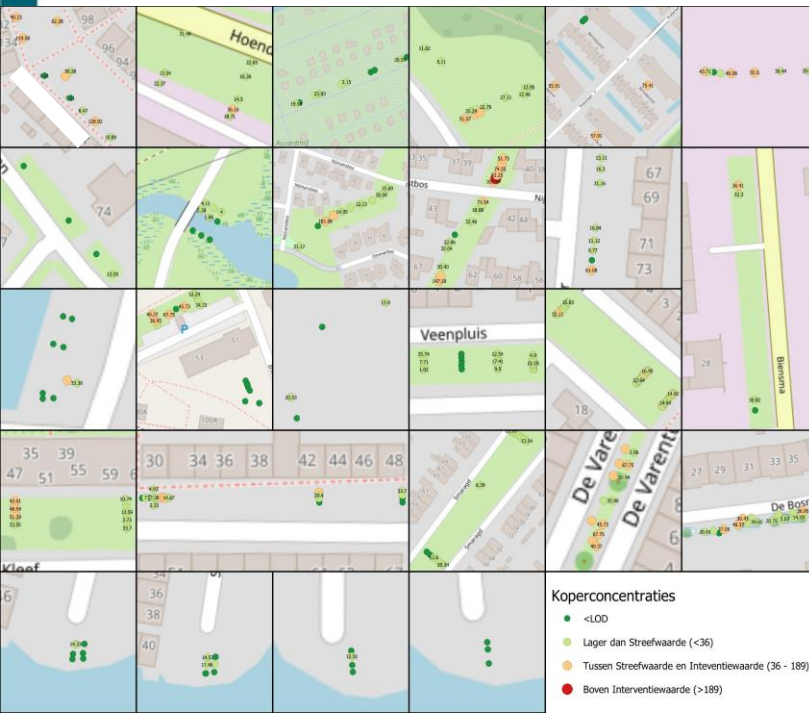


metingZn



Eerste conclusies

1. > 50 locaties onderzocht geselecteerd op leeftijd (>10 jaar), Av/Aw en bijzondere omstandigheden (zm/verkeer/leeftijd)
2. Bij ca 15% locaties op basis van zware metalen concentraties gevonden die aandacht verdienen (NB worse case).
3. Verontreiniging lokaal bij inlaten: oplading, nog x jaar tot overschrijding.
4. Meer onderzoek nodig: next stop grondwaterbeschermingsgebieden (Brabant)



Inleiding (ANTAL)

- Geschiedenis wadi
- De wadi quizz
- Wat is nieuw?
 - Waar liggen (kansen voor) wadi's?
 - Hydraulisch functioneren
 - Milieutechnisch functioneren
 - **Natuurvriendelijke wadi**
 - *Aandachtspunten: kennisbank RIONED*
- Afsluiting
 - Wat zijn jullie kennisvragen?

Wadi 2.0 - de upgrade met beplanting

- Hoe het allemaal begon ..
- Voorbeelden stijlen beplanting
- De stressfactoren
- Lessons learned

Hoe het allemaal begon ..



		
	Vooronderzoek natuurvriendelijke wadi's Inrichting, functioneren en beheer	
		
		
		2003 !!!
		2003-04
		

Ecologische wadi Nijmegen 1997



In 2012 bodem gereset!



Infiltratiebassin met “rand ecologie”



4 jaar lang
kreeg
gemeente
bedankjes
per mail

Wadi 2.0 “prairie style”



Bron foto's : www.davisla.wordpress.com (Davis Landscape Architecture)

“Prairie” style in Renkum



Spontane beplanting in een grindwadi



Infiltratiebezinkzone (Wijtenhord, Deventer, 2015)



**Ontwikkeling van kruiden naar
opschot wilgen**

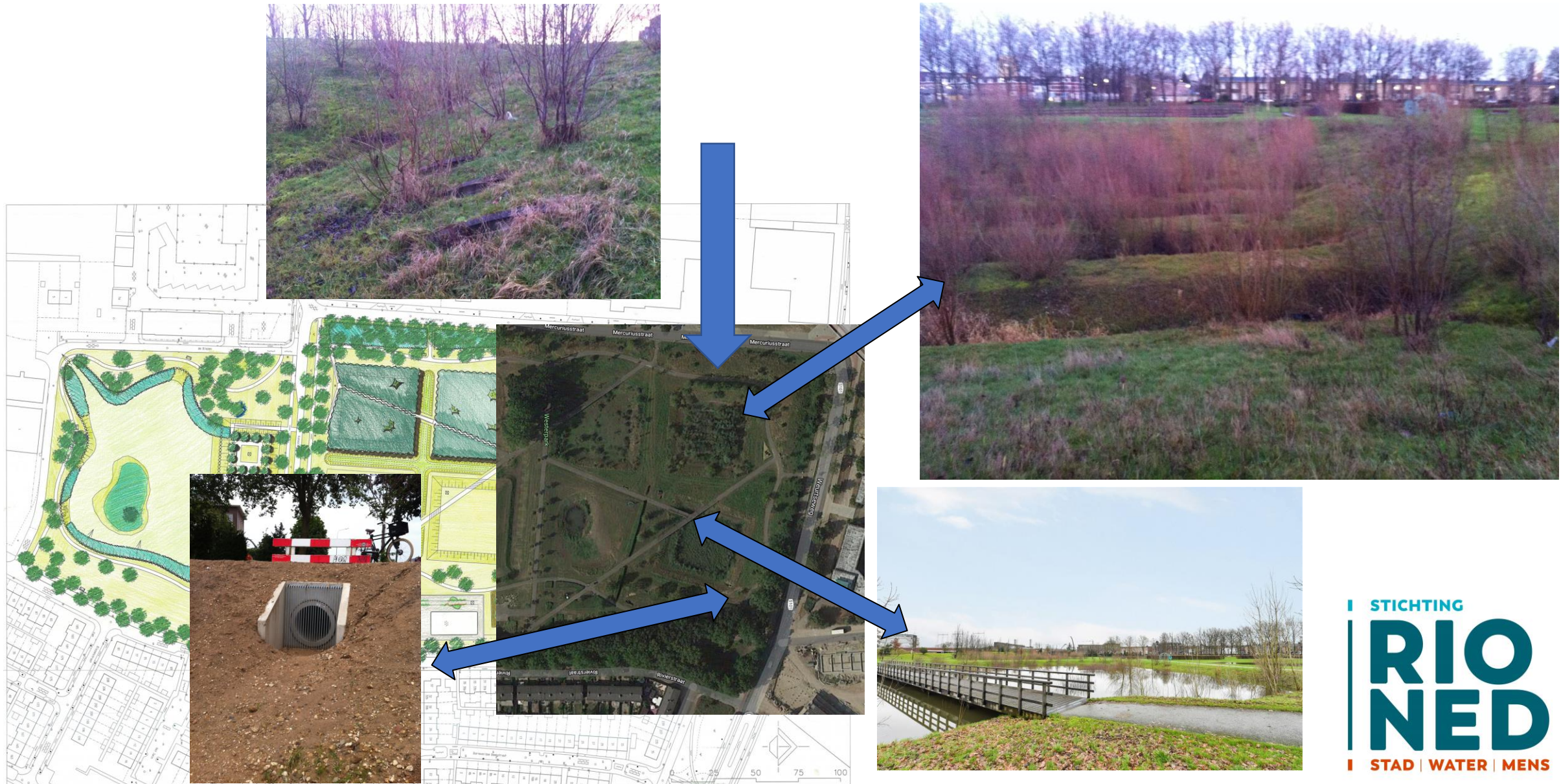


Beplante wadi in Alkmaar (Mesdaglaan, 2015)

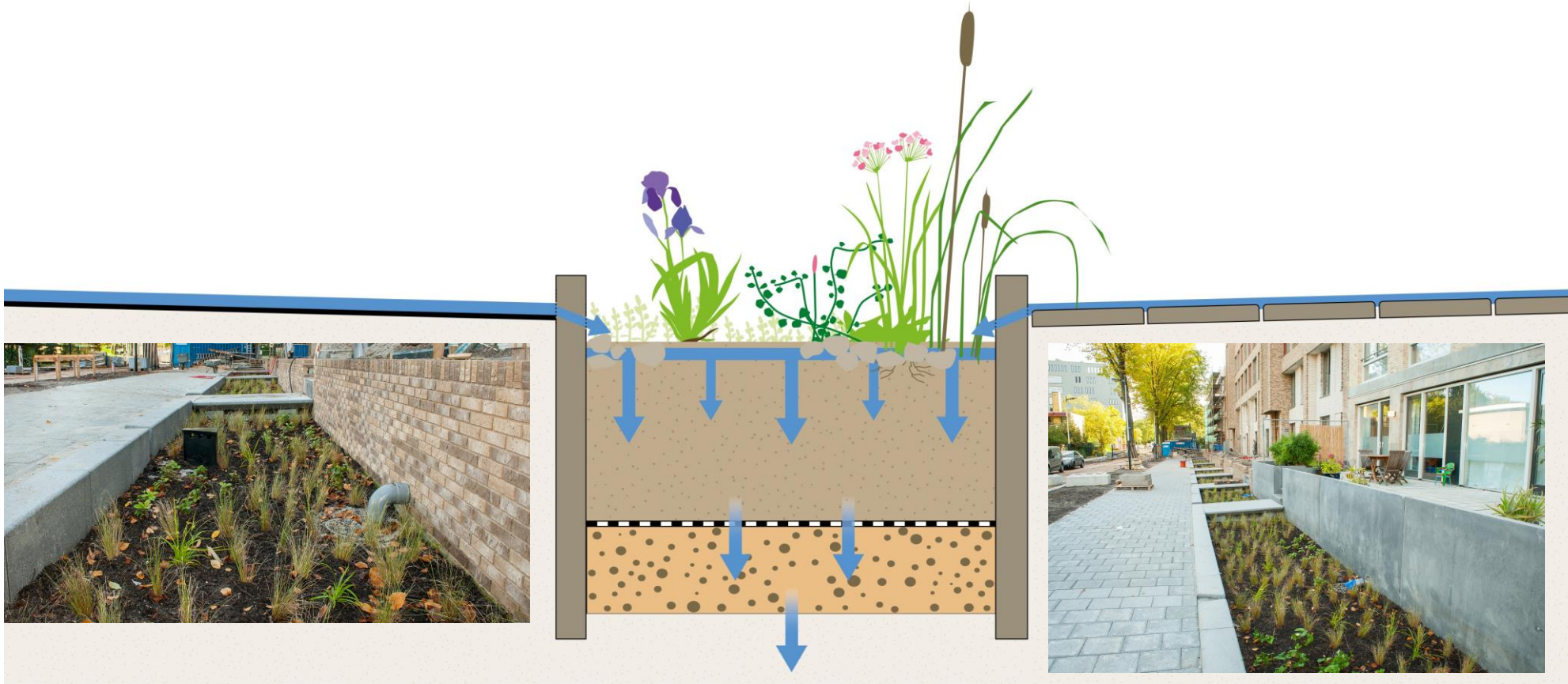


STICHTING
**RIO
NED**
STAD | WATER | MENS

Infiltratiebekken (2007) (Westerpark-Nijmegen)



Infiltratie-wadi-strook + berging (Portland/A'dam)



Schematische doorsnede stedelijke - Infiltratiestrook ©atelier GROENBLAUW

Stressfactoren beplanting

Milieubelasting door strooizout bij hemelwater-infiltratievoorzieningen
BIO Chloride fase II

Zout

Opdrachtgever
Gelders Bodem Beeraad
Pia Gemeente Ede
de heer M. van der Zande
Postbus 9022
6710 HK EDE

Adviesbureau
Geofox Laxmond bv
Eekestraat 10-12
Postbus 221
7570 AE OLDENZAAL
Tel. 0541 - 885644
Fax 0541 - 522935

Status
Definitief versie 2
Datum
19 oktober 2009
Projectnummer
20081087/AMMAN

Auteur
de heer drs. M. van Manen

Paraf:

Controle / vrijgave
de heer drs. J.L.V. Oostervegel

Paraf:



Foto 2: Groenestraat te Oosterhout, gemeente Nijmegen (wadi)

In bijlage 2 en 3 zijn de topografische ligging van de onderzochte locaties en een aantal situatieschetsen opgenomen.



Slib



2006



2017



Droogte



Water



Inleiding

- Geschiedenis wadi
- De wadi quizz
- Wat is nieuw?
 - Waar liggen (kansen voor) wadi's?
 - Hydraulisch functioneren
 - Milieutechnisch functioneren
 - Natuurvriendelijke wadi
 - *Aandachtspunten: kennisbank RIONED*
- Afsluiting
 - **Wat zijn jullie kennisvragen?**

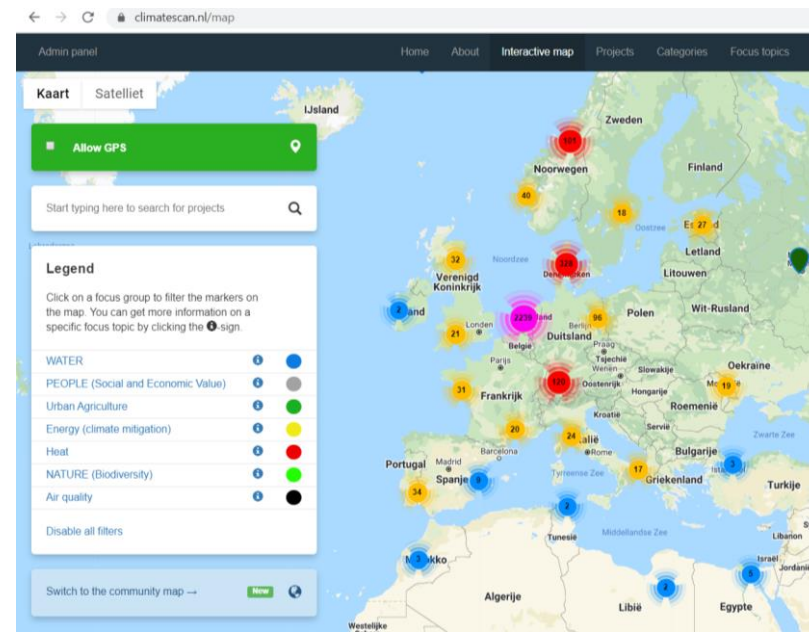
Kennisvragen

1. Hydraulisch functioneren
2. Milieutechnisch functioneren
3. Natuurvriendelijke wadi
4. *Aandachtspunten: kennisbank RIONED*

Wadi 2.1

- Natuurvriendelijke wadi's
- Hydraulisch
- Milieutechnisch
 - Blijf monitoren
 - Centraal decentraal
 - Bron maatregelen
- Hou het beheersbaar
- Wissel kennis uit
 - climatescan.nl
- Wissel kennisvragen uit
 - Kennisbank RIONED

The screenshot shows the RIONED website interface. At the top left is the RIONED logo with the tagline 'STAD | WATER | MENS'. A vertical navigation menu on the left lists: Kennisbank, Evenement & Opleiding, Onderzoek, Applicaties, Producten (with a red dot), Mijn RIONED, Nieuws, Agenda, and Over RIONED. The main content area has a search bar with 'wadi' entered and a 'Zoeken' button. Below the search bar, it says 'Resultaten voor: "wadi"' and '25 RESULTATEN'. There are filter options for 'Kennisbank', 'Agenda', and 'Nieuws', with a 'WIS ALLE FILTERS' link. The first result is titled 'Risicoanalyse wadi's' and describes a discussion on risk analysis. The second result is 'Wadi', describing principles and a table of activities. The third result is 'Aanleg en onderhoud wadi', mentioning costs and maintenance.



Publicaties xrf- wadi's:

- Boogaard Floris, Research on long term soil contamination in swales (in Dutch: Bodemvervuiling in wadi's onderzocht met nieuwe methode),
- H2O magazine May 2019 (https://www.h2owaternetwerk.nl/images/2019/mei/Bodemvervuiling_in_wadis_derzocht_met_nieuwe_methode.pdf)
- Boogaard F.C. Nieuwe meetmethode brengt kwaliteit bodem wadi's in kaart, Land en water, juni 2019
- Boogaard F.C. RIONED nieuwsbrief <https://www.riool.net/verkennd-ondersoek-ontwikkeling-bodemkwaliteit-wadi-s>

XRF method international

- Floris Boogaard, Allard Roest, Jasper Schmeits, Guri Venvik [New Quickscan method for prevention of groundwater pollution through stormwater infiltration, XRF as new quick scan method to map heavy metals in Dutch Sustainable urban Drainage Systems](#), IAH Groundwater management and governance, Allard Roest, Jasper Schmeits, Guri Venvik, Malaga 22-27th September 2019.
- Venvik G, Boogaard F.C., [Abstract: 8858 - In situ mapping of pollutants in Sustainable Urban Drainage Systems, a new methodology approach and preliminary results from the Netherlands](#) Day: 28-05-2019), ECCA may 2019, Lisbon, Portugal

Wetenschap:

- Venvik, G. & Boogaard, F.C. XRF quick-scan mapping for heavy metal pollutants in SuDS: a methodological approach, Journal Water, to be published, 2019..



floris boogaard @FlorisBoogaard · Jul 5

Onderzoeksresultaten bodemkwaliteit wadis in Zweden (Augustenburg 20 jaar geleden) deze week gepubliceerd in Land en Water: 'geen vervuiling, #klimaatadaptatie #wadis is duurzaam'.

Meer info @ClimateCafe_NL Malmo: climatescan.nl/projects/3375/... Dank @STOWAwater en @RIONED



Ana Clara Cassanti and 8 others

12 21

You Retweeted



Vakblad H2O @vakbladh2o · May 15

Afstromend regenwater dat infiltreert bevat verontreinigingen zoals PAK en zware metalen die in de toplaag van de wadi worden afgevangen. De concentraties zijn echter zo laag dat vervuiling pas na jaren meetbaar is. #vakartikel



Bodemvervuiling in wadi's onderzocht met nieuwe me...
Klimaatadaptatie staat in Nederland hoog op de agenda en vraagt om een andere inrichting van de ...
h2owaternetwerk.nl

2 3



You 4

Publicaties natuurvriendelijke wadi's

Belangrijkste publicaties

- STOWA : Vooronderzoek natuurvriendelijke wadi's (2003) :
http://stedelijkwaterbeheer.stowa.nl/upload/publicaties2/2003_04.pdf
- De raingarden als wadi versie 2.0, Zuurman, AHJ, Riorama nr. 20, 13-12-2017,
<https://riorama.be/nl/magazine/archief>
- Planten voor natte locaties (2012) ; Hoffman, M.H.A.; Hop, M.E.C.M. Dendroflora 49: 4 – 26 -
https://www.researchgate.net/publication/272176251_Planten_voor_natte_locaties

Voorbeelden en illustraties

- [Climatescan.org](https://climatescan.org) - Zoek op categorie Raingarden
- ROER center: Instructies voor het regelen van regenwater op eigen grond, bijlage 2 (2012)
<https://www.vejle.dk/media/1548/roercenter-anvisning-016-anvisning-for-haandtering-af-regnvand-paa-eigen-grund-maj-2012.pdf>
- <https://www.zonderisgezonder.be/aanleg-en-ontwerp/de-pesticidentoets-toegepast/plantkeuze>
- <https://www.gidsduurzamegebouwen.brussels/nl/keuze-van-aanplantingen.html?IDC=9024>
- <https://www.gidsduurzamegebouwen.brussels/nl/inspiratie-opdoen.html?IDC=9032>
- <https://www.rainproof.nl/het-park-en-de-tuin-van-darwin>