

Consortiumbijeenkomst SFVI

Verslag consortium bijeenkomst van TKI project Straatwater Filtratie voor Infiltratie.

Datum: 5 februari 2025 12:00 – 16:00 uur

Locatie: Lumen zaal 2, Droevendaalsesteeg 3a, Wageningen en online via MS Teams

Aanwezig: Gijsbert Cirkel (KWR), Jelle van Sijl (Vitens), Joris Voeten (WEnR), Lotte Geeraedts (Gemeente Amsterdam), Maikel Votel (Waternet), Neomy Zaquen (ROCKWOOL), Roberta Hofman (KWR), Ron van Haperen (Waterschap Brabantse Delta), Ron van Raam (Permavoid) (online), Sidney Stax (Gemeente Nijmegen), Torben Tijms (Waternet) (online), Viola Bennink (WEnR), Willem van Starckenburg (Gemeente Apeldoorn).



De 'Serious Filter Game'.

Inhoudsopgave

Agenda	3
Terugblik aangepaste ontwerpen.....	3
Stoffenlijst	4
Nieuwe zeer zorgwekkende stoffen	4
Database update met normen	4
Mogelijke gidsstoffen	4
Sortie van gidsstoffen.....	5
Filtermaterialen.....	5
Steenwol als drager	5
Selectie adsorbentia.....	6
Contacttijden.....	6
Kolomproef	6
Werkgroepen	7
Bodemverbetering concretiseren	8
Veldproef verder uitdenken	9
Serious filter game	12
Actiepunten.....	14

Agenda

- 12:00-13:00 uur Lunch
- 13:00-13:20 uur Presentatie aangepast ontwerp (Joris)
- 13:20-14:00 uur Presentatie labonderzoek (Gijsbert)
- 14:00-14:15 uur Pauze
- 14:15-15:00 uur Werkgroepen
- Groep 1: Bodemverbetering concretiseren
- Groep 2: Veldproef uitdenken
- 15:00-15:45 uur Serious Filter Game
- 15:45-16:00 uur Afsluiting

Terugblik aangepaste ontwerpen

[Slides >>](#)

Er zijn twee ontwerpen in dit project gemaakt. Daar is feedback op gekomen vanuit het consortium. De feedback is samengevat in een [nieuwsbericht op de projectwebsite](#). Joris en Gijsbert lichten de laatste versie van de ontwerpen nog een keer toe. Het consortium heeft tijdens de consortiumbijeenkomst nog een aantal aanvullingen gedaan.

De wadi:

- Het infiltratiesysteem staat onder de wadi getekend, maar kan ook ergens anders geplaatst worden.
- Belangrijkste functie van de linker put is om het infiltratiesysteem vrij van vuil te houden.
- Bij grotere bui, krijg je te maken met een tweede slokop naar een filter put (rechts) die relatief weinig gebruikt/belast zal worden, en waarschijnlijk ook een kleinere vuillast zal ontvangen.
- De waterhoogte die je opbouwt in de wadi is mede afhankelijk van de dimensionering (verhouding oppervlakte wadi/afgekoppeld oppervlak).
- Boven een bepaalde flux mag je in de praktijk gewoon naar een bypass gaan, maar dit zit niet in ons ontwerp. Wij willen in principe alles filteren, maar dat zal wel vertragend werken op onze maximale afvoersnelheid. In de rechter put met de Steenwol lamellenfilter zit een bypass ingebouwd, voor nood-noodgevallen.
- Bij een groter gebied is de first flush meer uitgespreid in de tijd. En first flush is niet altijd het meest vuile water. Dus pas op met uitgaan van een first flush en de aannames die daarmee gepaard gaan.
- Ontwerpvrage: wat is first, second en third flush.

Het ondergrondse ontwerp:

- Kolk is onvoldoende om de infiltratieput niet te laten verstopen. Daarom een zand/grind filter ertussen. Verwijdering van opgeloste verontreinigingen erna.
- Afweging: weerstand versus capaciteit. Daarom extra filterstap toevoegen die niet weerstand vergroot maar wel ook opgeloste deeltjes verwijdert. Idee is nu om te gaan voor een horizontaal doorstroomd blok aangepaste steenwol als drager van adsorberend materiaal. Voordeel is dat bij een hogere flux het doorstroomde filtervolume toeneemt en daarmee ook de capaciteit. Bij extreme buien kan het water over het filter stromen of via een bypass afgevoerd worden.
- Nu is uitgegaan van een droogvallend filter, voor bijv. actief kool is dat niet gewenst. Mogelijk dus een rand inbouwen om het filter deels verzadigd te houden
- Ons ontwerp heeft nu twee filtratiestappen en daarmee ook twee compartimenten, maar zou ook in 1 stap kunnen.

Stoffenlijst

[Slides >>](#)

Nieuwe zeer zorgwekkende stoffen

PAK, zware metalen en nutriënten zijn gangbare stoffen om de mate van verontreiniging in afstromend hemelwater mee te bepalen. Maar de laatste jaren wordt duidelijk dat er een veel groter aantal stofgroepen relevant kan zijn. Doordat deze weinig of niet gemeten worden zijn ze ook beperkt opgenomen in de Stowa database. Wat zijn die zeer zorgwerkende stoffen en hoe vaak wordt de norm overschreden? Die vraag probeert KWR in het SFVI project te beantwoorden.

Database update met normen

In Parijs en Berlijn (2021 en 2022) zijn uitgebreide studies geweest die Gijsbert heeft gebruikt als nieuwe database om tot een geüpdatete stoffenlijst te komen. Grenswaarden heeft Gijsbert gehaald uit het BKL infiltratiebesluit, de KRW normen voor grondwaterlichamen en de signaleringswaarden voor antropogene stoffen. Voor alle PFAS is m.u.v. PFOS en PFOA nu nog 0.1 ug/l aangehouden. Idem voor bisphenol A. Voor bisphenol A en andere PFAS zitten er wel een aangescherpte normen aan te komen.

Mogelijke gidsstoffen

Nu de stoffenlijst is geüpdatet en de grenswaarden zijn bepaald, heeft KWR een eerste selectie gemaakt van mogelijke gidsstoffen voor het labexperiment dat er aan zit te komen in dit project:

- Zware metalen: zink en koper
- Nutriënten: fosfaat
- Ftalaten: dibutyl ftalaat en dioctyl ftalaat
- Thiazolen: benzothiazool
- PAKs: fluorantheen en fenantreen
- Pesticides: carbendazim, diuron en mecoprop

De selectiecriteria zijn: hoge concentratie in hemelwater en onderscheidend qua molecuulstructuur en toxicologische relevantie. Het is nog de vraag hoe duur de analyses zijn. Er zitten waarschijnlijk wel dure analyses tussen. Suggestie uit het consortium: maak zowel een goedkope analyse lijst als een duurdere lijst. Dit pakken Roberta en Gijsbert op als actiepunt (actiepunt 1).

Sorptie van gidsstoffen

Gijsbert heeft het OPERA model gebruikt om de sorptie van de geselecteerde stoffen aan de bodem te voorspellen. De geselecteerde stoffen betreffen zowel goed als minder sorberende stoffen. Hiermee is een representatieve range verkregen voor stoffen in afstromend hemelwater. De lijst zal (zover mogelijk) nog worden aangevuld met halfwaardetijden

Filtermaterialen

Vervolgens kan bepaald worden waar de geïdentificeerde verontreiniging dan aan zou kunnen adsorberen. Het te innoveren filtermateriaal in de [HWZI](#) pre-filterput moet aan de volgende randvoorwaarden voldoen:

- Hoge doorlatendheid
- Passief belastbaar (geen terugspoeling)
- Eenvoudig te onderhouden
- Verwijdering organische micro's, metalen en fosfaat
- Regeneerbaar (ofwel in de straat, ofwel na verwijdering uit de voorziening)

Bekende adsorbens zoals gemodificeerde zeolieten, actief kool, harsen en ijzer(hydr)oxiden hebben beperkte werkzaamheid als het filterbed inzakt en de doorlatendheid sterk afneemt. Een innovatie zou kunnen zijn om steenwol als drager te gaan gebruiken. Mogelijke voordelen zijn:

- Filtratie en sorptie tegelijkertijd
- Toepasbaar in filterplaten
- Geen inzakking van het bed
- Makkelijk te plaatsen en verwijderen

Nadeel is het beperktere contact tussen adsorbens en te behandelen water

Steenwol als drager

Bij ROCKWOOL zijn er al testen gedaan o.a. met het inmengen van kleurstof, omdat dat goed visueel te beoordelen is. Na wat spelen met parameters ging dat best goed, met behoud van sterkte. In principe kan alles tot een bepaalde concentratie ingemengd worden, is hun conclusie. In het SFVI project gaan we voornamelijk ijzerhydroxide en actief kool in de steenwol filterplaten inmengen. Voor het onderhoud en regeneratie van de ijzerhydroxide platen zijn twee opties: de plaat eruit halen en op locatie regenereren of je kan de ijzerhydroxide reactiveren in het veld door een base en of EDTA toe te voegen. Uiteraard ontstaat hierbij een geconcentreerde afvalwaterstroom die afgevoerd en verwerkt moet worden. Steenwol met actief kool regenereren kan wellicht ook door zuurstofloos verhitten van de platen. Dit kan echter niet in het veld, maar wellicht wel met restwarmte in de fabriek. Nader onderzoek is nodig naar de geschikte temperaturen en mogelijkheden.

Na hoe lang weer activeren? In Duitsland is de regel: na 4 jaar. Dat houdt ROCKWOOL ook aan, omdat je in de praktijk niet overal kan meten.

Let op: niet al het filtermateriaal wordt alleen maar vuiler en vuiler, raakt vol en moet dan vervangen of gereactiveerd worden. Actieve kool kan ook weer vuil afgeven als er minder vuil water langskomt. IJzeroxide niet, daarvan valt de opnamecapaciteit goed te berekenen.

Selectie adsorbentia

Waar moet de ijzerhydroxide vandaan komen? In het TKI project [Polishing Pellets](#) van o.a. Waternet, Vitens, Aquaminerals en KWR, worden ijzerhydroxide pellets gemaakt gebruikt vanuit ijzerslib afkomstig van de drinkwaterzuivering. Helaas is op dit moment nog te weinig product beschikbaar om naar ROCKWOOL op te sturen. In het Polishing pellets project wordt een commercieel product (*Ferrosorp plus*) als referentie gebruikt. Dit product wordt veel gebruikt in waterzuivering en er is veel over bekend, waardoor het een geschikt materiaal zou kunnen zijn. *Ferrosorp plus* is naar Neomy (ROCKWOOL) gestuurd om te testen. Voor de actieve kool is gekozen voor *Filtrisorb 400*. Dit wordt veel gebruikt in de (drink)waterzuivering.

Contacttijden

Zijn de contacttijden van de stoffen met een steenwolplaat met ijzeroxide/actieve kool voldoende? Gijsbert heeft daar versimpeld aan gerekend. De voorlopige conclusie is dat de contacttijden realistisch blijken te zijn, tenzij er echt extreme buien langskomen.

Kolomproef

[Slides >>](#)

Bij KWR is een kolomproef in voorbereiding in hun laboratorium, die half maart gestart kan worden. Gedacht wordt aan een bedhoogte van 50 cm in een kolom van 50 mm diameter. Met een pompsnelheid van 1-3 m/uur is de contacttijd 10-30 minuten. Het plan is om het nieuwe steenwol-ijzeroxide/actieve kool filtermedium te testen en te vergelijken met een wadibodem. Dit kan bijvoorbeeld in twee regimes:

- Variant A: 72 u continue infiltreren (1m/u), monstername op t=0, 1, 3d
- Variant B: 24 u filtreren, 24 u stilstand, 24 u draaien (1m/u), monstername op t=0, 1, 2, 3d

Variant B is voor het gebruik van actieve kool minder gunstig, omdat je eigenlijk geen droogval wil voor dat filtermateriaal.

In Duitsland werken ze met drie debieten en een beperkte hoeveelheid water. Dat kan eventueel ook als leidraad gebruikt worden door die doorlooptijd te vertalen naar ons oppervlak in de kolom. Neomy stuurt Gijsbert de methode uit Duitsland door.

Hoe er precies getest gaat worden staat nog open voor discussie en is deels afhankelijk van wat de analysekosten zullen zijn. Daar heeft KWR op dit moment nog onvoldoende inzicht in. Om kosten te drukken zullen monsters in de vriezer worden bewaard totdat er voldoende balans is tussen analysekosten en timing van de tussenresultaten.

Overwogen wordt om ook zoutwater mee te nemen in de analyse. Voor in de winter. Verontreiniging kan met een bak zout meespoelen. Speelt bij actieve kool minder, maar bij ijzeroxide wel.

Welk instromend water wordt gebruikt, moet ook nog worden bepaald. Het is mogelijk om afstromend water van het dak van het KWR gebouw in Nieuwegein te gebruiken. Het kan ook kunstmatig gemaakt worden. We moeten ons wel realiseren dat pH een hele belangrijke invloed op adsorptie heeft. Regenwater zelf heeft een pH van 5.5, maar afstromend hemelwater heeft vaak een veel hogere pH wat gunstiger voor de werking van de filter. Hiervoor wordt een query uitgevoerd op de stowa database.

Werkgroepen

[Slides >>](#)

Er stonden initieel drie werkgroepen gepland voor de consortiumbijeenkomst:

Groep 1: Doorrekenen van wadi

Groep 2: Bodemverbetering in de wadi concretiseren (bodempassage+)

Groep 3: Veldproef verder uitdenken

Vanwege een aantal last-minute afmeldingen is besloten om er twee werkgroepen van te maken. Het hydraulisch doorrekenen van het wadi ontwerp zal op een ander moment worden opgepakt door: Floris Boogaard, Maikel Votel, Sidney Stax en Torben Tijms kan intern ook info ophalen. Dat doen we dan bij Waternet. Viola kan met Lotte een datum en locatie regelen. Tip: Rioned handreikingen zijn een goed naslagwerk en beginpunt.

Bodemverbetering concretiseren

Onze discussie begon met de constatering dat de aanwezigen geen experts zijn op wadibodems. Al filosoferend zijn een aantal zaken besproken:

- Doorlatendheid en waterretentie van de toplaag vs reactiviteit van de toplaag
- De begroeiing van de wadi en het effect hiervan op doorlatendheid, maar ook op de opname van stoffen
- De reactiviteit van materialen in de bufferlaag dieper in de opbouw van de wadi.

Een wadibodem (ca. de bovenste 25 cm) moet zo doorlatend mogelijk zijn en tegelijkertijd voldoende voeding en water beschikbaar maken voor de beplanting. Daarnaast wil je liefst zoveel mogelijk verontreiniging afvangen in de toplaag omdat dit relatief eenvoudig verwijderd kan worden. Vraag was wat dan deze verwijderingsfrequentie minimaal zou moeten zijn. Uiteraard hangt dit af van de lokale belasting, maar ook van de verkeerssituatie beplanting etc. Moeilijk om daar een getal aan te hangen. Bij grootschalige ingrepen zoals het afschrapen van een grote wadi wil je dit niet te vaak moeten doen dus eerder >5-10 jr dan korter. Bij een kleinere voorzuivering waar je goed bij kan, mag de frequentie eventueel hoger zijn. Om de bodemcondities te verbeteren is rockwool genoemd, maar dit geeft vooral betere vochthuishouding. Een ander materiaal wat is genoemd zijn humus en vulvinezuren uit de drinkwaterbehandeling ([link](#)). Deze organische stof geeft betere vruchtbaarheid en structuur aan de bodem. Vraag is wel of deze humuszuren niet weer snel uitspoelen. Ook is een vraag of de humuszuren ook in staat zijn om stoffen uit het infiltrerende water te binden. Actie: Roberta: is hier info over?

Er zijn echter ook diverse wadibodemmixen op de markt, in onze groep was er geen ervaring over wat beter of minder goed functioneert. Actie: vragen aan Sidney/Floris of hier informatie over bekend is.

Opgemerkt wordt dat de begroeiing een belangrijke rol speelt. Ervaring leert dat de beplanting de hydraulische capaciteit zowel positief als negatief kan beïnvloeden. Ook zal de beplanting in meer of mindere mate verontreinigingen opnemen. Vraag is hoe hier nu in de praktijk mee om wordt gegaan. Actie: Lotte doet navraag bij de afdeling groen. Wordt maaisel gewoon gecomposteerd of gaat het naar een vuilverbrander/afvalverwerker?

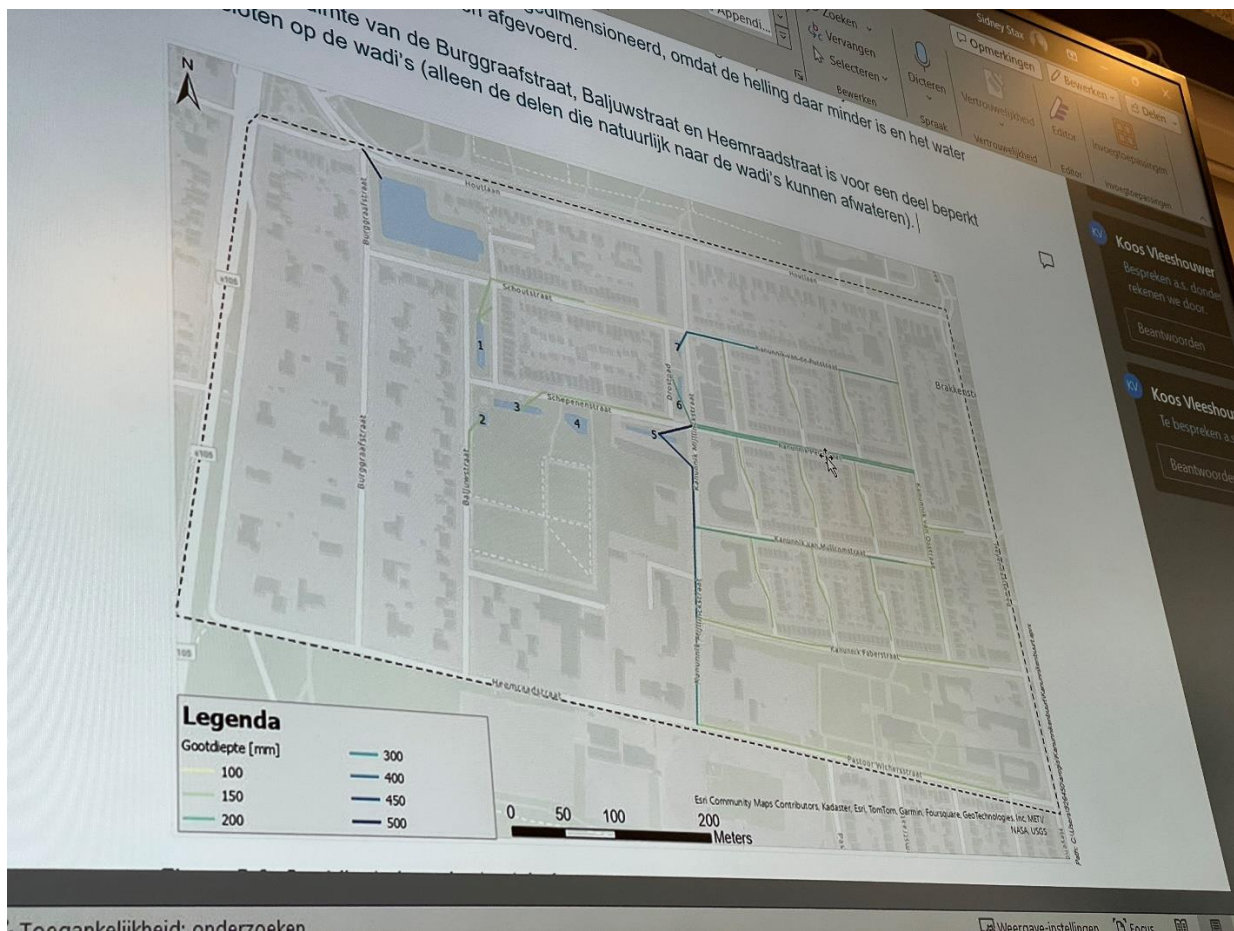
Betreft de bodemverbeterende stoffen/ toepassing van materialen in de bufferlaag zijn een flink aantal materialen besproken. Van schelpen en geëxpandeerde kleikorrels in de bufferlaag tot compost en biochar etc gemengd in de toplaag. Er is een Tauw rapport over ervaringen met diverse sorberende materialen in de bufferlaag. Actie: opzoeken Tauw rapport. Michael geeft aan met AI een tabel te maken uit zijn literatuurdatabse om richting te geven aan mogelijk geschikte materialen. Hij zal deze tabel toesturen Actie Maikel. Belangrijk ook om in de gaten te houden of en zo ja wat uit materialen kan uitspoelen.

Conclusie is dat het slim is om eerst bij Floris literatuur op te vragen en van daaruit verder te werken.

Aantekeningen van Gijsbert nodig.

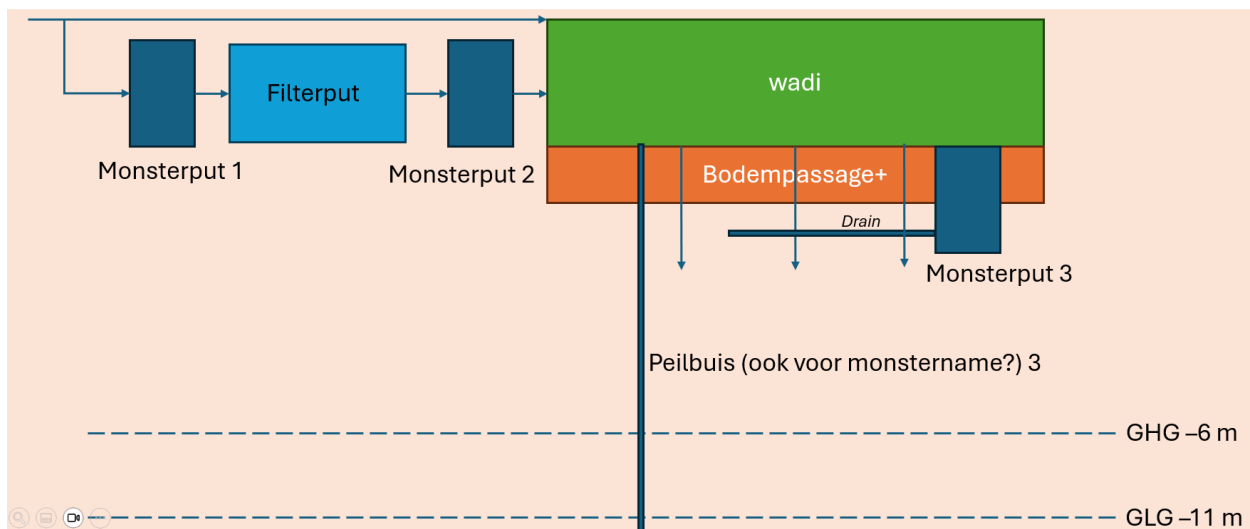
Veldproef verder uitdenken

In de gemeente Nijmegen wordt eind 2025/begin 2026 in de Kannunnikenbuurt een WADI systeem aangelegd, van 1 grote of 5 kleinere WADI's, en het straatwater afgekoppeld van het nu gemengde rioolstelsel. Water van straten wordt of via bovengrondse goten of een gescheiden stelsel afgevoerd naar de wadi's. Het water komt van verschillende straten op 1 punt bij elkaar, wat een mooie kans geeft om daar metingen te verrichten alvorens het te infiltreren via de wadi('s). Het grondwater zit op circa 10 meter diep. Het gebied leent zich dus goed voor waterinfiltratie in de zandige bodem van de glaciële stuwwal bij Nijmegen. Het plan is hydrologisch al doorgerekend en als VO uitgewerkt (maar ook nog niet verder dan dat). Door de langere doorlooptijd van het ontwerp en de uitrol van het plan (nogal ingrijpend ook in de buurt) is het belangrijk nu al mee te denken in mogelijke onderzoekstechnische toevoegingen en meerwaarde in het project, in het kader van TKI Straatwater.





Het gebied ligt in een Vitens grondwaterbeschermingsgebied/drinkwaterwingebied en waterkwaliteit van het grondwater is belangrijk. Voor de infiltratie van het water is een vergunning van Vitens nodig. De provincie zegt dat infiltreren via een conventionele wadibodem voldoende is, onder de voorwaarde van monitoring (wat dat dan precies is en hoe dan, dat is nog niet helemaal duidelijk).



Eerste mogelijke opzet van de meetpunten bij punt '5' in de Kannunikenbuurt

De huidige ontwerp vragen die er spelen:

- Liever 1 grote wadi? Of meerdere kleinere?
- Combinatie met veilig spelen? Wandelen?
- Combinatie met extra natuurinclusiviteit?
- Kunnen we extra materialen toevoegen aan de wadi-bodem om de filterende werking te verbeteren (actief kool, organisch materiaal, vezels, of ijzerhydroxidekorrels?) en in welke wadi en op welke plek doe je dat dan? Hoe ontwerpen we daar een meet/monitoringsprogramma voor?
- Hoe meet je de inkomende waterkwaliteit (iig met een bereikbare put, eventueel met of zonder bypass). Meten is een eis van de provincie. En een zeer sterke wens/eis van Vitens.
- Bij alle ontwerpen moet rekening gehouden worden met een groot debiet op het verzamelpunt!
- Bij het ontwerp is het overwegenswaardig op strategische plekken putten in te bouwen om ook in latere fases mogelijk metingen te kunnen verrichten, al was het maar als no-regret maatregel.
- Hoe meet je de kwaliteit van het uitgaande water (drain onder de filterende laag in de wadi of via een grondwaterpeilbuis, of beide?)
- Hoe werkt de filter op biologische bacteriële verontreinigingen is een enorm aandachtspunt voor wadi's in Nijmegen.
- Beheerbaarheid blijft een groot aandachtspunt, ook al in de ontwerp fase!
- En bij bovengronds afstromen naar de wadi/punt 5: hoe ontwerpen we de nodige en goede vuilvang/bezinking alvorens water de wadi in te laten?

Amsterdam heeft nog geen concrete plannen voor ogen, maar noemt de Lekstraat wadi een optie voor dit project omdat daar sprake is van rijbaanversmalling.

Een tweede optie is verder onderzoek naar hemelwater overlopen/uitlaten die uitkomen op zwemwater, zoals in de binnenhaven op het Marineterrein. Dat si echt een aandachtspunt/probleem.

Nader overleg over hoe wat waar is nodig. Joris plant een meeting met de gemeente Amsterdam/Waternet om een eerste verkenning te maken van de mogelijke projectlocatie voor het veldonderzoek. Door de lange doorlooptijd bij het ontwerpen van de installaties is nu starten belangrijk!

Serious filter game

[Slides >>](#)

Met een serie saphlessen als kolom en een keur aan filtermaterialen, werden de consortiumpartners in twee teams aan het werk gezet om een filter opstelling te bouwen. Het vervuilde water bestond uit kraanwater, rivierklei, bladcompost, kleurstof en plantaardige olie. Het resultaat werd beoordeeld op hoeveelheid gefilterd water in 120 seconden, schoonheid van het percolaat en materiaalkosten van de gekozen filtermaterialen. De groep met het meest minimalistische model bleek het meest succesvol te zijn geweest (meeste water doorgevoerd en minste kosten gemaakt) en heeft het spel gewonnen. Typisch was dat beide filter voordat de 120 seconden voorbij waren al verstopt waren. Roberta merkte terecht op: 'dat als je niks zou filteren, je automatisch het spel toch zou winnen, omdat je het snelst water doorvoert, en 0 kosten maakt, ongeacht de waterkwaliteit'. En ergens staat die conclusie niet heel ver van de huidige situatie in de praktijk, die wij in dit project proberen te keren en verbeteren.



De twee gebouwde filteropstellingen van de Serous Filter game

De geleerde lessen van de Serious Filter Game waren:

- Wat je ook bovenin stopt, het werkt toch niet echt goed. Het eerste materiaal slibt het eerst dicht. Gebruik daarom voor deeltjes filtreren zo goedkoop mogelijk materiaal.
- Prewetten van filtermaterialen is belangrijk, zeker bij actief kool. Niet vergeten dus.
- Verstopping voorkomen door grove deeltjes eerder in de filterstraat eruit halen is cruciaal.
- Actieve kool moet niet uitspoelen, dus zand eronder oid, of gebruik gespoelde actieve filterkool
- Rockwool in nafiltratie gaat goed. Best heel erg doorlatend.
- Less is more.
- Prut moet je voorkomen. Gebruik hiervoor een bezinker, of de bekende kolken en dergelijke.
- Rockwool doet het niet slechter dan grof zand/filtergrind
- Olie komt er meer doorheen dan verwacht.
- IJzergranulaat gaf veel kleur af. Niets uitspoelends nemen. Schone materialen gebruiken.
- In het echte leven bij de gemeenten weegt de invloed van prijs zwaarder dan de kwaliteit van het gefilterde water. Waarschijnlijk omdat op prijs van de systemen wel gescoord en afgewogen wordt, en bij de kwaliteit van het water nog niet alles helder is vastgelegd in eisen/wet/regelgeving.

De volgende consortiumbijeenkomst zal bij KWR plaatsvinden. Vanwege het aantal zieken, zal per mail een datum worden gevonden.

Actiepunten

1. Neomy stuurt Duitsland methode door voor labtest aan Gijsbert
2. Roberta en Gijsbert maken 2 stoffenlijsten: een goedkope en een dure versie
3. Viola en Lotte plannen een bijeenkomst in voor groep 1 over het hydraulisch doorrekenen van het SFVI ontwerp in Amsterdam
4. Joris plant een meeting met gemeente Nijmegen over het verder bestuderen van het ontwerp in de Kannunikenbuurt.
5. Roberta kijkt of humuszuren ook bijdragen aan verwijdering stoffen
6. Vraag aan Sidney/Floris: Welke info is er over wadibodemmixen, zijn daar studies van?
7. Is er info over 1) de invloed van planten(soorten) op de hydraulische capaciteit en op de opname van verontreinigingen (en wat doe je dan met maaisel?) Lotte vraagt na bij afdeling groen
8. ??? : Opzoeken TAUW rapport over materialen
9. Maikel: AI search op zijn literatuurdatabase op mogelijke materialen
10. Joris plant een meeting met de gemeente Amsterdam/Waternet om een eerste verkenning te maken van de mogelijke projectlocatie voor het veldonderzoek.
11. Josje: volgende consortiumoverleg. 18 juni is klimaatadaptatiemiddag Gelderland, wat geen handige datum is.