



# SAMENWERKINGS- PROGRAMMA WATER, BODEM EN KLIMAAT

JOINT FACT FINDING WEEK  
URBAN RESILIENCE  
PARAMARIBO, SURINAME  
30 OKTOBER T/M 3 NOVEMBER 2023









# SAMENVATTING

Van 30 oktober t/m 3 november 2023 is in Suriname de 'Joint Fact Finding Week Urban Resilience' gehouden. De week is onderdeel van het 'Samenwerkingsprogramma Water, Bodem en Klimaat', een meerjarige samenwerking tussen Surinaamse en Nederlandse overheidsinstellingen en kennisinstututen op het gebied van water, bodem en klimaat.

De betrokken partners in het programma zijn het Ministerie van Openbare Werken en de Anton de Kom Universiteit van Suriname en Deltares en Rijkswaterstaat vanuit Nederland. Naast de primaire partners zullen er in de loop van de uitvoering van het programma verschillende andere instituten vanuit Suriname en Nederland aansluiten.

De week stond in het teken van het gezamenlijk opbouwen van de kennisbasis. Er werd er intensief samengewerkt aan onderzoek, er waren er diverse veldbezoeken en er werd veldwerk en metingen uitgevoerd.

*Dit project wordt gefinancierd door het Makandra Programma,  
opgezet door het Nederlandse Ministerie van Buitenlandse Zaken*



Ministerie van Buitenlandse Zaken

REPUBLIEK SURINAME



**Deltares**



Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat





# INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING .....	3
INHOUDSOPGAVE.....	5
INLEIDING .....	7
Samenwerkingsprogramma Water, Bodem en Klimaat .....	7
Werken aan de Kennisbasis.....	7
Joint Fact Finding Week Urban Resilience.....	7
JFF WEEK URBAN RESILIENCE .....	9
Dag 1 – 30 oktober 2023 .....	9
Dag 2 – 31 oktober 2023 .....	10
Dag 3 – 1 november 2023.....	10
Dag 4 – 2 november 2023.....	12
Dag 5 – 3 november 2023.....	16
Participanten .....	17
URBAN RESILIENCE .....	19
FACT SHEETS.....	19
PROJECT IDEEËN .....	49
WAT VOLGT .....	61









# INLEIDING

## **SAMENWERKINGSPROGRAMMA WATER, BODEM EN KLIMAAT**

Het Samenwerkingsprogramma Water, Bodem en Klimaat is een meerjarige samenwerking tussen Surinaamse en Nederlandse overheidsinstellingen en kennisinstututen op het gebied van water, bodem en klimaat. Het programma wordt gefinancierd uit het Makandra Fonds, opgezet door het Nederlandse Ministerie van Buitenlandse Zaken.

De betrokken partners in het programma zijn het Ministerie van Openbare Werken en de Anton de Kom Universiteit van Suriname en Rijkswaterstaat en Deltares vanuit Nederland. Naast de primaire partners zullen er in de loop van de uitvoering van het programma verschillende andere instituten vanuit Suriname en Nederland aansluiten.

## **WERKEN AAN DE KENNISBASIS**

Het programma focust zich op het ontwikkelen van de kennisbasis rondom water- en bodem gerelateerde thema's zoals overstromingsrisicobeheer, groenblauwe oplossingen en de impact hiervan, stedelijke planning en de integratie met water-opgaven, beheer en onderhoud van harde infrastructuur. Het samen opzetten van de kennisbasis is een belangrijke eerste stap in het ontwikkelen van impactvolle vervolprojecten en het opstellen van evidence-based beleidsplannen voor water, bodem en klimaat. De geografische scope van het programma richt zich op de stedelijke omgeving en de bijbehorende kustzone. Externe ontwikkelingen zoals klimaatverandering, populatiegroei en urbanisatie zullen expliciet worden meegenomen in de projecten.

## **JOINT FACT FINDING WEEK URBAN RESILIENCE**

Van 30 oktober t/m 3 november 2023 is de 'Joint Fact Finding Week Urban Resilience' (JFF Week) in Paramaribo gehouden. Dit is de eerste activiteit binnen het Samenwerkingsprogramma Water, Bodem en Klimaat. De week stond in het teken van het samen opbouwen van de kennisbasis. Er werd intensief samengewerkt aan onderzoek en er waren diverse veldbezoeken. Ook werd er veldwerk uitgevoerd en werden op verschillende locaties metingen gedaan.

In dit rapport staat een beschrijving van alle activiteiten in de Joint Fact Finding Week. Ook worden bevindingen gedeeld in fact sheets en ideeën voor vervolgstappen omschreven.



In de opzet van dit programma en tijdens de week is veel inzet getoond door alle betrokken partijen, waarvoor onze dank. Nog een extra woord van dank is voor de mensen van de Nederlandse Ambassade in Paramaribo, voor hun voortdurende support in dit traject.



*Kick-off Joint Fact Finding Week Urban Resilience*



# JFF WEEK URBAN RESILIENCE

## DAG 1 – 30 OKTOBER 2023

Op maandag 30 oktober was de formele kick-off van het programma Water, Bodem en Klimaat. De ochtend werd geopend door Nishchal Sardjoe (Deltares). Daarna volgden woorden van welkom van de Minister van Openbare Werken, Dr. Riad Nurmohamed en de plaatsvervangend Ambassadeur van het Koninkrijk der Nederlanden, Mr. Michiel Bierkens. De keynote speech werd verzorgd door Mr. Satish Mohan, Directeur Civiel Technische Werken van het Ministerie van Openbare Werken. Tijdens de kick-off werd een samenwerkingsovereenkomst getekend door Dr. Henriëtte Otter (Deltares) en Minister Riad Nurmohamed (Ministerie van Openbare Werken).



*Impressies Kick-Off van het Programma*



## DAG 2 – 31 OKTOBER 2023

De tweede dag werd in verschillende groepen gewerkt aan fact finding die nodig is om de kennisbasis op te bouwen. De kennisvragen die in de sessie van de eerste dag waren opgekomen werden verder onderzocht en vastgelegd in fact sheets per onderwerp. Ook werd gestart met het veldwerk voor het meten van waterkwaliteit en werden er voorbereidingen getroffen voor de overige veldbezoeken.



*Brainstormsessie*

## DAG 3 – 1 NOVEMBER 2023

Dag 3 was bestemd voor de field trip. Er zijn verschillende lokaties aangedaan om het water- en bodemsysteem goed te leren kennen. We hebben diverse plekken bezocht:

- De eerste plek die aangedaan werd was de mangrove-aanplant dat de Anton de Kom Universiteit samen met het Ministerie van Openbare Werken beheert. De plek werd samen met staf en personeel van de Nederlandse Ambassade in Paramaribo aangedaan. Nishchal Sardjoe heeft hier het Samenwerkingsprogramma en de eventuele focusgebieden rondom het kustthema geïntroduceerd.
- Daarna zijn de participanten van de Joint Fact Finding week doorgedaan naar de woonwijk “De Schuilplaats”. Daar is door de beheerder van de wijk verteld hoe de bewoners van de wijk zorg dragen voor hun eigen waterhuishouding.
- Vervolgens zijn de sluizen van het Saramacca-kanaal, aan de zijde van de Suriname rivier aangedaan.

- Het bezoek vervolgde zich door het pomphuisje en de omliggende infrastructuur aan de Jodenbreestraat in de binnenstad de bezichtigen.
- Het laatste onderdeel van het veldbezoek was een korte stop te Leonsberg. Tijdens de dag werden op diverse plekke waterkwaliteitsmetingen uitgevoerd.



*Bezoek aan Weg Naar Zee*





*Waterkwaliteitsmetingen*

## **DAG 4 – 2 NOVEMBER 2023**

Op dag 4 werd er verder gewerkt aan de fact sheets en werd gestart met het opstellen van de rapportage. Ook werd het bodem en grondwater veldwerk gestart. Er werd een boring gedaan en een peilbuis neergezet bij de Anton de Kom Universiteit, om het grondwaterniveau te bepalen. Andere boringen werden gedaan op locaties in Paramaribo Noord.

Ook werd een aantal infiltratieproeven gedaan op het terrein van de Anton de Kom Universiteit. De resultaten van deze proeven zijn te vinden in de fact sheet.

Daarna waren er nog veldbezoeken naar diverse Nature Based Solutions in Paramaribo, onder andere te Lake Village en de Cultuurtuin. Ook deze resultaten zijn terug te vinden in de fact sheet (en [climatescan.nl](https://climatescan.nl)).



*Waterkwaliteitsmetingen (boven) en grondwatermetingen (onder)*





*Peilbuis plaatsen (grondwatermetingen) op het terrein van de ADEKUS*





*Lake Village (boven) en infiltratiemetingen (onder)*

## DAG 5 – 3 NOVEMBER 2023

Dag 5 is de laatste dag van de Joint Fact Finding Week Urban Resilience. We starten de dag met een terugmelding vanuit de drie thema's Bodem en Grondwater, Waterkwaliteit en Nature Based Solutions.

De fact sheets en belangrijkste lessen van de week worden aan elkaar gepresenteerd. Mr. Mohan is, als vertegenwoordiging van het Ministerie van Openbare Werken, aanwezig om feedback te geven op de bevindingen.

Ook worden ideeën voor vervolgvactiviteiten gepresenteerd en besproken. De fact sheets en ideeën voor vervolgstappen zijn opgenomen in dit meeting report.



*Terugkoppelingssessie*





Overzichtskaart

## PARTICIPANTEN

De volgende mensen hebben meegedaan met de Joint Fact Finding Week:

Nishchal Sardjoe	<i>Deltares</i>
Henriëtte Otter	<i>Deltares</i>
Floris Boogaard	<i>Deltares</i>
Roel Melman	<i>Deltares</i>
Suzanne van der Meulen	<i>Deltares</i>
Geert Prinsen	<i>Deltares</i>
Begoña Arellano	<i>Deltares</i>
Oclaya Verwey	<i>Anton de Kom Universiteit van Suriname</i>
Vanity Misidjang	<i>Anton de Kom Universiteit van Suriname</i>
Michelle Tjie A Njiem	<i>Anton de Kom Universiteit van Suriname</i>
Genevieve Zebeda	<i>Anton de Kom Universiteit van Suriname</i>
Ginny Bijnaar	<i>Anton de Kom Universiteit van Suriname</i>
Satish Mohan	<i>Ministerie van Openbare Werken</i>
Deepak Ramautar	<i>Ministerie van Openbare Werken</i>
Faizal Janmohamed	<i>Ministerie van Openbare Werken</i>
Shannon Owen	<i>Ministerie van Openbare Werken</i>
Roshni Ajodhia	<i>Ministerie van Openbare Werken</i>
Truus Warsodikromo	<i>Ministerie van Openbare Werken</i>
Richard Hassankhan	<i>Ministerie van Openbare Werken</i>







# URBAN RESILIENCE FACT SHEETS

In voorbereiding op de Joint Fact Finding Week Urban Resilience zijn voor verschillende onderwerpen concept fact sheets opgesteld. Tijdens de week werd samengewerkt aan het verder opbouwen van de kennisbasis en er waren diverse veldbezoeken. Ook werd er veldwerk uitgevoerd en werden op verschillende locaties metingen gedaan. Op basis van al de bevindingen in de JFF Week zijn de fact sheets verder aangevuld en uitgewerkt.

Vanuit het thema Urban Resilience zijn fact sheets opgesteld voor de volgende onderwerpen:

1. Waterkwaliteit
2. Gezondheid en Wateroverlast
3. Geologie
4. Stedelijke Waterbalans
5. Grondwater en bodemdaling
6. Urban Nature Based Solutions





---

# Waterkwaliteit

## *Monitoring van oppervlaktewaterkwaliteit*

---



### **Introductie van het onderwerp**

De waterkwaliteit is de beoordeling van de toestand van water in relatie tot de gewenste toestand en kent twee aspecten:

1. Ecologische kwaliteit. Dit wordt vaak gedefinieerd als de mate van verontreiniging, natuurlijkheid of ongereptheid van een waterlichaam (bv., Canadian Guidelines for Freshwater Aquatic Life [CCME](#); Europese Kader Richtlijn Water).
2. Functionele kwaliteit; dit is de geschiktheid voor menselijke gebruiksfuncties zoals drinkwaterwinning of recreatie (Van der Meulen et al., 2022). Voor sommige gebruiksfuncties zijn waterkwaliteitseisen vastgelegd in wetgeving (bv voor drinkwaterbereiding). Voor andere functies kunnen criteria worden gedefinieerd in een geschiktheidsindex of waterkwaliteitsindex voor specifieke gebruiksfuncties (NKWK-rapport 2023).

Waterkwaliteitsmonitoring kan verschillende doelen dienen (STOWA, 2022):

- Bepalen van de huidige kwaliteit  
Dit inzicht is nodig om problemen voor mens en natuur te identificeren, te bepalen of maatregelen nodig zijn ter verbetering van de kwaliteit, en het kan helpen om maatregelen te prioriteren. Soms is het niet mogelijk om de waterkwaliteit te verbeteren en zijn adaptatie-maatregelen nodig zoals gebruiksbepalingen.
- Bepalen van trends in de kwaliteit (CCME, 2017)  
Dit inzicht kan helpen om te beoordelen of maatregelen ter verbetering van waterkwaliteit effectief zijn. In samenhang met andere gegevens kan monitoring ook inzicht geven in oorzaken van de variatie in waterkwaliteit in ruimte en tijd.

### **Relevantie van dit onderwerp**

Een goede waterkwaliteit is van cruciaal belang voor het welzijn, gezondheid en de welvaart van mensen en voor de natuur. Voorbeelden waarin mensen in contact komen met oppervlaktewater zijn: irrigatie met en huishoudelijk gebruik van water uit het Saramacca kanaal (USAE, 2001), zwemmen en ander recreatief gebruik in de Surinamerivier, het Saramacca kanaal en Sluiskreek (MOW, 2000). In Paramaribo zijn alle woningen aangesloten op de drinkwatervoorziening van SWM (WLA, mondelinge communicatie); dit drinkwater wordt bereid uit grondwater (USAE, 2001).

WLA monitort de kwaliteit van oppervlaktewater<sup>1</sup>; deze meetdata worden momenteel niet benut. WLA zou in dit project graag willen werken aan een werkwijze voor analyse en rapportage van de meetgegevens. De volgende vragen/doelstellingen hebben hierbij prioriteit:

- Training in hoe de data geanalyseerd en gerapporteerd kunnen worden;
- Er zijn geen waterkwaliteitsnormen; hoe kan de waterkwaliteit dan beoordeeld worden? Wat betekent het voor milieu en samenleving?
- Hoe leg je aan inwoners uit wat het belang is van waterkwaliteit, hoe deel je de resultaten van de monitoring en hoe leg je uit wat het betekent? Er is weinig kennis bij het brede publiek over waterkwaliteit en er is soms weerstand tegen het feit dat er geld en tijd in monitoring wordt gestoken.

Het thema<sup>2</sup> *Waterkwaliteit* is gerelateerd aan de thema's *Grondwater en Bodemdaling* en *Nature Based Solutions*; ingrepen in het stedelijke water- en bodemsysteem om wateroverlast en droogte te beperken hebben invloed op waterkwaliteit. Er is ook een link met thema *Overstromingsrisicobeheer* omdat mensen tijdens wateroverlast meer worden blootgesteld aan water en de mogelijke verontreinigingen daarin. Ook na wateroverlast, doordat het water verontreinigingen heeft afgezet op gewassen en bodem. Daarnaast kan overstroming leiden tot verslechtering van waterkwaliteit doordat verontreinigingen van land worden meegenomen met het water.

Het thema sluit tevens aan op:

- Adviezen van MOW (2000) over versterken van de capaciteit bij de WLA om een monitoringsprogramma uit te voeren, vervolgonderzoek naar waterkwaliteit en voorlichting aan bewoners over hoe om te gaan met afvalwater.
- De actualisering van het Drainage Master Plan 2001. In het interceptie-rapport staat dat hierbij rekening gehouden zou moeten worden met waterkwaliteit (Prinsen, 2021).
- Het National Adaptation Plan (Government of Suriname, 2019): 'Strategic Objective 2: Develop and implement law, policy and regulation to ensure sustainable exploitation and use of drinking water resources and wastewater management'. Bijbehorende outputs zijn onder andere 'water quality standards' en 'water quality standards for each wastewater type'.

### Stand van zaken in Groot - Paramaribo

Welke issues spelen er met betrekking tot het onderwerp in Groot-Paramaribo?

De 'Masterplanstudie Ontwatering Groot-Paramaribo' door MOW in 2000 geeft een beeld van de kwaliteit van oppervlaktewater in 1999-2000 (MOW, 2000). Waterkwaliteitsproblemen zijn onder andere fecale verontreiniging (ziekteverwekkers en nutriënten) en verontreiniging met chemische stoffen zoals zware metalen.

Meer details over watergebruik en -kwaliteit staan in Bijlage 1.

In het kader van dit project zijn in de periode 28 oktober-1 november zijn watermonsters genomen en geanalyseerd op E. coli bacteriën, die een indicator zijn voor fecale verontreiniging. De resultaten staan in Bijlage 2.

Oorzaken waterkwaliteitsproblemen (MOW, 2000):

- Indringing water
- Septic tanks (lekkage, verminderde werking door basische toiletreinigingsmiddelen) en latrines, ook overstroming. (USAE, 2001: geen afvalwaterbehandeling, 70-80% septic tanks, rest pit latrines; grijs water direct naar afvoerkanalen; sludge uit septic tanks wordt via tankwagen naar rivier afgevoerd)
- Industriële vervuiling en diverse bedrijvigheid (AspectrapportWQ97\_versie3\_bijlagen bevat overzicht bedrijven)
- Bodem/waterbodemerontreiniging

Huidige monitoringsprogramma's:

<sup>1</sup> In het kader van een Global Climate Change Alliance project ([the Global Climate Change Alliance \(GCCA+\)-Phase 2 | United Nations Development Programme \(undp.org\)](#))

<sup>2</sup> Thema's van het samenwerkingsproject Water, Bodem en Klimaat



- WLA (Waterloopkundige Dienst-min. Openbare Werken) meet maandelijks in het veld in oppervlaktewater temperatuur, turbiditeit, conductiviteit, pH, zuurstof, saliniteit, total dissolved solids. Daarnaast wordt kleur waargenomen. Het hydrolab van WLA onderzocht in het verleden algen mbv microscopie. De beschikbare meetdata zijn beschikbaar.
- BOG (Bureau voor Openbare Gezondheid-min. Volksgezondheid) en universiteit prof. Mol microbiologie: virussen en bacteriën. BOG: nutriënten
- Data portal Suriname Water Resources Information System: <https://www.swris.sr/>

#### Kennis/informatie bronnen

- Normen voor beoordeling waterkwaliteit: in Suriname gelden alleen normen voor drinkwater van SWM (MOW, 2000). Suggesties voor internationale normen: Canadian Guidelines for Freshwater Aquatic Life (FAL) & for Recreation Water Use (RWU) (in MOW, 2000); US EPA, Europese WFD (ecologie), Suitability Indices voor recreatie, aquathermie en transport (Van der Meulen et al., 2022), NKWK 2023 (hierin zijn normen uit veel andere bronnen verzameld). Normen voor contact-recreatie zijn ook relevant voor contact met water door overstroming (MOW, 2000).
- Kaartmateriaal: [SLMS Geoportaal \(gonini.org\)](https://gonini.org) oa hydrografische kaart, WLA stations

#### Kennis/informatie hiaten

Overzicht meetprogramma's van verschillende overheidsdiensten, vooral BOG, LVV en ROM.  
Kaart van de meetpunten2.

#### Netwerk

- **WLA**: Shannon Owen ([shannonowen\\_5834@hotmail.com](mailto:shannonowen_5834@hotmail.com)), Kereshma Sheonarain ([k.sheonarain\\_wla@hotmail.com](mailto:k.sheonarain_wla@hotmail.com))
- Deltares: Suzanne van der Meulen ([suzanne.vandermeulen@deltares.nl](mailto:suzanne.vandermeulen@deltares.nl)), Anniek de Jong
- **BOG**: Stephanie Cheuk A Lam
- **Waterforum Suriname**: Professor Huisden ([max.huisden@uvs.edu](mailto:max.huisden@uvs.edu)), grondwater (interessant ivm lekkage septic tanks en riolering)
- ADEKUS: Professor Mol
- Ministerie van Natuurlijke Hulpbronnen (NH): Reina Ormskerk
- Ministerie van Landbouw, Veeteelt en Visserij (LVV): ?
- Ministerie van Ruimtelijke Ordening en Milieu (ROM): ? (ivm ecologische kwaliteit)
- ILACO: Roberto Wong Loi Sing (vragen data op bij WLA)
- NIMOS: De "Milieuraamwet" biedt NIMOS mandaat om regelgeving te handhaven en zal ook normen en richtlijnen kunnen instellen voor bijvoorbeeld afvalwater. (Prinsen et al., 2021)  
In NAP (Government of Suriname, 2019) staat 'will regulate pollution, waste management and environmental impact among other things'.

#### Referentielijst

CCME: [Resources | CCME](#) bevat instructies voor toepassing van de CCME WQI  
<https://ccme.ca/en/resources/water-aquatic-life> bevat normen (voor acute en lange termijn blootstelling) per stof  
CCME, 2017 Water quality index user's manual 2017 update  
Government of Suriname (2019). Suriname National Adaptation Plan.  
STOWA, 2022 advies monitoren ecologische waterkwaliteit  
NKWK 2023 nog niet gepubliceerd  
Milieustatistieken Suriname. 2014  
MOW, 2000. Masterplanstudie Ontwatering Groot-Paramaribo, Onderzoek Waterkwaliteit  
Prinsen, G., Sardjoe, N. Heijnert, K. et al., 2021. Saramacca Canal System Rehabilitation Project Lot 2. The Preparation of The Update of the Norms/Guidelines for the Drainage Management – Inception Report  
Van der Meulen, E.S., Van Oel, P.R., Rijnaarts, H.H.M., Sutton, N.B., Van de Ven, F.H.M., 2022. Suitability indices for assessing functional quality of urban surface water. City and Environment Interactions 13, 100079, <https://doi.org/10.1016/j.cacint.2022.100079>

---

## Bijlage 1 Aanvullende details

Hoe gebruiken mensen het oppervlaktewater in Paramaribo?

- Drainage: alle oppervlaktewater
- Afvalwater afvoer (industrieel/huishoudens): alle oppervlaktewater? Saramacca kanaal (USAE, 2001)
- Irrigatie: Saramacca kanaal (USAE, 2001) [sier/consumptieteelt?]
- Huishoudelijk water: Saramacca kanaal (USAE, 2001)
- Scheepvaart: Saramacca rivier(USAE, 2001), Saramacca kanaal (USAE, 2001)
- Industrieel watergebruik: vooral oppervlaktewater (USAE, 2001)
- Recreatief varen
- Zwemmen: Surinamerivier en het Saramacca kanaal (MOW, 2000).
- Recreatie ongedefinieerd/sportbeoefening in en op het water: Suriname rivier, Saramacca kanaal, Sluiskreek (MOW, 2000).
- Irrigatie: oppervlaktewater (USAE, 2001)
- Drinkwater: niet/nauwelijks? 96% uit grondwater; in 1998, 90.6 % van de bevolking in stedelijk gebied aangesloten op publieke drinkwatervoorziening (USAE, 2001)

(voor overzicht, zie USAE, 2001, hoofdstuk Current Uses of Water Resources)

### Masterplan waterkwaliteitsonderzoek

[onderstaande niet volledig, ook andere parameters, waterbodem, vis, rondom septic tanks]:

- O<sub>2</sub>-concentraties in loosleidingen (afwateringskanalen) laag, in Surinamerivier hoog, Saramaccakanaal wisselend
- Troebelheid hoog/doorzicht laag, vooral waar rivierwater naar binnen komt
- pH 5.32 - 8.38, ook seizoensvariatie, in stad hoge waarden
- Conductiviteit en chloride, seizoenseffect door verdunning, Oorzaak hoge EC: brak rivierwater, andere stoffen (indicatie: hoge ratio cond/chloride). 'Om hierin een beter inzicht te krijgen zou een inventarisatie van vervuilende bedrijven in ieder lozingsgebied nodig zijn'
- Nutriënten: nitraat en nitriet laag, ammonium en fosfor hoog (met enkele opvallende locaties agv vervuiling oa septic tanks)
- BOD lokaal heel hoog (bv bij open riool), algemeen laag ws agv hoge T>snelle afbraak org.stof
- COD: lokaal hoog, ook bij lage BOD>indicatie chemische vervuiling
- Chlorofyl-a: laag , lokaal hoog
- E. coli: hoog tot zeer hoog. Extreem hoog door 'inspoeling van human waste in de loosleidingen vanaf het land en door overlopende septic tanks en privaten'
- Olie, zware metalen: olie geen tot hoog, kwik variabel in tijd en locatie (benedenstrooms > bovenstrooms, lokaal hoger), verontreinigingen met Lood, Cadmium, Koper, Zink, Chroom.



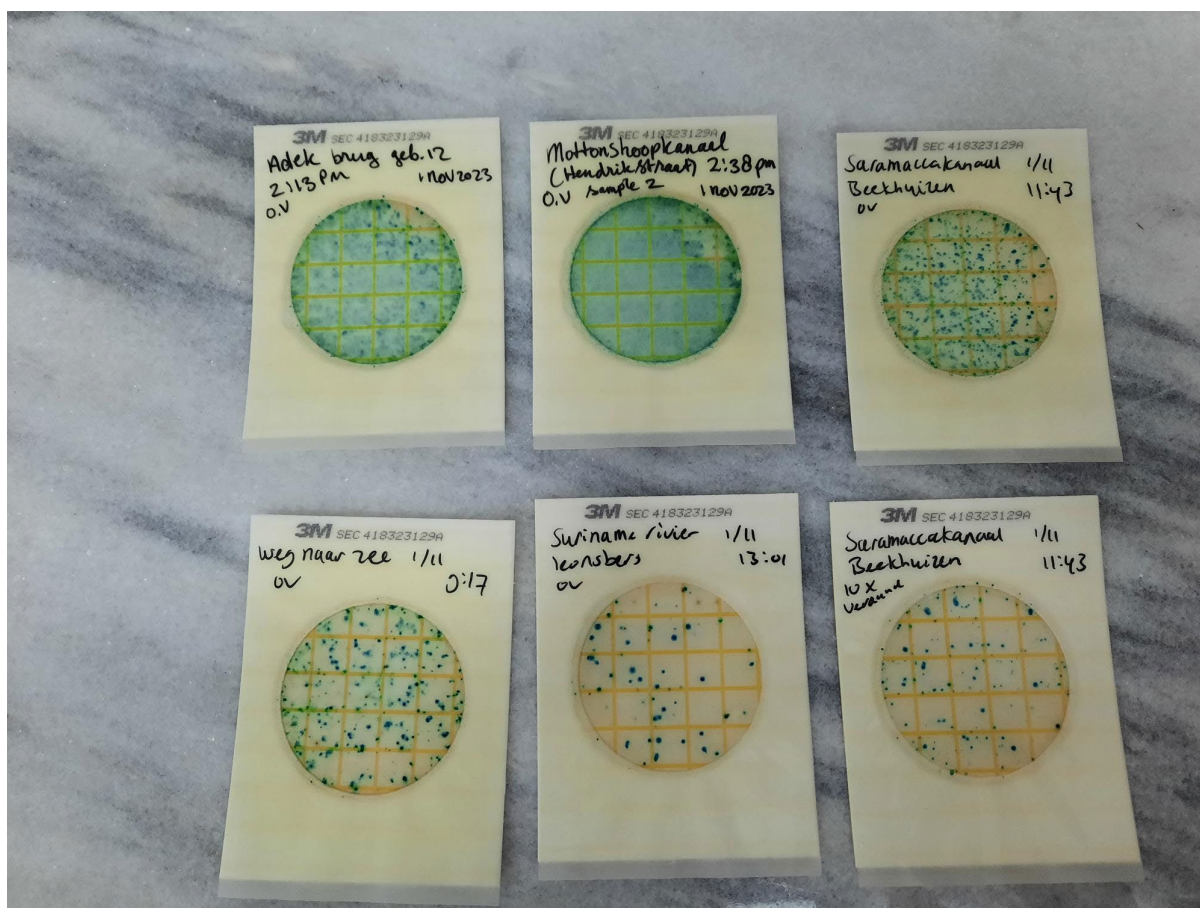
**Bijlage 2 Meetresultaten E. coli oktober-november 2023****Methode**

Op 28 oktober, 31 oktober en 1 november is middels een emmer aan een touw een sample genomen van het oppervlaktewater in diverse beken en kanalen in Paramaribo.

Vervolgens is met een pipet 1 ml van het sample voor analyse gebruikt. Enkele samples zijn 10x verdund met drinkwater (uit fles) omdat verwacht werd dat de concentratie hoger zou zijn dan het meetbereik van de methode.

Voor het bepalen van de *E. coli* concentratie is gebruik gemaakt van petrifilm 'select *E. coli* count plate' van 3M. Dit is een sticker met daarop groeisubstraat voor bacteriën. Wanneer de in het sample aanwezige *E. coli* bacteriën kolonies vormen zijn zij zichtbaar als groenblauwe stippen (zie Figuur 1). Deze worden geteld na 48 uur incubatietijd. De temperatuur van de ruimte waar incubatie plaatsvond was ongeveer 30 graden Celsius.

Wanneer de concentratie *E. coli* zeer hoog is, is het aantal kolonies op de petrifilm te hoog om te kunnen tellen. In dat geval is > genoteerd.



Figuur 1: Voorbeelden van samples met een concentratie *E. coli* bacteriën die zo hoog is dat deze niet/niet goed bepaald kan worden (samples boven) en samples met concentraties die wel bepaald kunnen worden. Rechts zijn een verdund (rechtsonder) en een onverdund sample (rechtsboven) te zien.

## Resultaten

Coördinaten obv	Code	Locatie	Datum	Tijd (U)	Weer (Z/B/R)	Verdunningsfactor E.Coli bacterien	Concentratie E.Coli bacterien (1 ml)	Concentratie E.Coli bacterien (100 ml)	Opmerkingen
5.898703, -55.2225728	GP1	Kanaal Weg naar Zee (Henry Fernandesweg) bij de sluis thv Brantimakaweg	1-nov-23	09:17 Z		1	241	24100	
5.832090, -55.157866	GP25	Kreek Princessestraat, westkant brug (Viotte kreek)	31-okt-23	12:30 Z		1	>	>	Kreek had heel weinig water
5.839765, -55.158681	GP11	Sloot voor L.VV, Letitia Vriesdelaan, zuidkant van brug	31-okt-23	12:10 Z		1	121	12100	
5.827519, -55.148728	GP12	Waka Pasi, brug Kleine Combeweg, zuidzijde	31-okt-23	10:19 Z		10 keer	>	>	Tegen 13:00uur stonk het water heel erg
5.838040, -55.124916	GP18	Kanaal Jan Steen straat, nabij pompgeraal Mathoera	31-okt-23	10:50 Z		1	>	>	
5.845511, -55.115305	GP19	Kanaal Awensaisstraat, nabij pompgeraal Geversvlift	31-okt-23	11:02 Z		1	>	>	
5.832937, -55.210233	GP21	Mottonsoopkanaal, kruising Hendrikstraat-Rosanaan, zuid van brug	1-nov-23	14:38	Lichte regen	1	>	>	
5.796545, -55.165278	GP26	Saramaccakanaal ten westen van sluis Beekhuizen, in het spuikanaal	1-nov-23	11:43 Z		10 keer	1580	158000	
5.857475, -55.174272	GP27	Boonskreek, thv International Maal Suriname (IMS)	31-okt-23	11:47 Z		10 keer	>	>	Dode vissen en stank
5.824702, -55.153030	GP28	Leonsberg, steiger	1-nov-23	13:01 Z		1	65	6500	
5.815072, -55.218755	GP29	ADEK nabij gebouw 12, noordkant brug	1-nov-23	14:13	Lichte regen	1	>	>	
5.826768, -55.145013	GP30	Surinamervier pier Torarica resort	28-okt-23	15:30 Z		1	196	19600	
5.856034, -55.110251	GP31	Kanaal Pakamistraat	31-okt-23	11:16 Z		1	77	7700	Max. 20 cm diep



---

# Gezondheid & Wateroverlast

*Gezond blijven door kennis van water, bodem en gezondheid*

---



*Foto: Overstromingen in Paramaribo (Beeld Iwan Brave)*

---

## **Introductie van het onderwerp**

Wateroverlast is in Suriname een jaarlijks terugkomend probleem dat door klimaatverandering in de toekomst vaker zal voorkomen en in intensiteit zal toenemen (Overheid van Suriname, 2019). Overstromingen hebben een impact op de gezondheid van de mens, voornamelijk in stedelijk gebied, door de sociale en economische ontwrichting en de druk op het gezondheidssysteem. Bij gezondheidseffecten van overstromingen wordt vaak alleen gedacht aan de directe effecten (e.g. mortaliteit, gewonden), terwijl er ook indirecte gezondheidseffecten zijn die op verschillende momenten in de tijd tot uiting komen (Alderman et al, 2012). Potentiële gezondheidseffecten worden hieronder beschreven. In de sectie 'Stand van zaken in Groot – Paramaribo' wordt beschreven wat bekend is over het optreden van deze effecten in Groot-Paramaribo.

*Directe gevolgen* van overstromingen voor de gezondheid treden binnen enkele uren na de overstroming op. Hiertoe behoren sterfgevallen door verdrinking en ongevallen zoals elektrocutie en verwonding (Alderman et al, 2012; Ivers en Ryan, 2006). Ook heeft het effect op de mentale gezondheid<sup>3</sup>, zoals angst en stress (Stanke et al 2012; Mallett and Etzael, 2018).

*Korte termijn gevolgen* (binnen enkele dagen) voor de gezondheid ontstaan doordat men in contact komt met vervuild en stilstaand overstromingswater en men water gerelateerde infecties oploopt. Zo is er een toename van de kans op buikpijn en diarree doordat men water of voedsel binnenkrijgt dat besmet is met ziekteverwekkers. Ook kunnen er luchtweginfecties optreden als gevolg van inhalatie van besmette druppels water en kunnen er huid- en ooginfecties voorkomen door contact met besmet overstromingswater (Ivers en Ryan, 2006). Het overstromingswater wordt besmet met ziekteverwekkers door overstromende riolen, latrines,

---

<sup>3</sup> Deltares (Eline Boelee en Ruben Dahm) begeleidt momenteel 3 studenten van de VU die een literatuur review uitvoeren op het gebied van de mental health impacts van overstromingen.

---

septic tanks of agrarische stallen. Er zijn grotere gevolgen voor de gezondheid als drinkwatervoorzieningen vervuild raken door deze bronnen.

*Middellange termijn gezondheidseffecten* (in de eerste fase van herstel, dagen of weken na de overstroming; in geval van ernstige overstroming wanneer mensen beginnen terug te keren naar hun huizen) zijn effecten op de mentale gezondheid, omdat de aanvankelijke opluchting dat men de overstroming heeft overleefd kan worden gevolgd door een tweede periode van stress waarin men wordt geconfronteerd met de materiële schade (Munro et al, 2017). Ook behoren hiertoe de verspreiding van infectieziekten door muggen, zoals dengue en malaria. Verder kunnen in opvangcentra infectieziekten de vrije hand krijgen doordat mensen dicht op elkaar leven.

*De lange termijn gezondheidseffecten* (maanden tot jaren na de overstroming) bevatten onder andere mentale problemen, effecten van blootstelling aan chemische stoffen, en luchtwegproblemen door schimmels die groeien op de vochtige muren in woningen/bedrijven. Voedselonzekerheid kan voorkomen doordat oogsten vervuild of verloren zijn gegaan of landbouwvoertuigen kapot zijn. Schade aan of ontwrichting van de gezondheidszorg, ICT-infrastructuur en transportsystemen zorgen voor extra druk op de gezondheidszorg en bedreigen de levering van goederen zoals water, voedsel, medicijnen en mankracht. De schade aan watervoorziening en sanitaire voorzieningen kan de last van door water overgebrachte ziekten (in)direct verhogen. Deze effecten zijn vaak moeilijk om vaststellen.

Uiteindelijk zullen de effecten op de gezondheid variëren tussen de getroffen bevolkingsgroepen en is afhankelijk van hun kwetsbaarheid, blootstelling en vermogen om risico's te verminderen en het hoofd te bieden aan de gebeurtenis. Daarnaast is ook het type overstroming (langzaam of snel begin, verwachte of onverwachte gebeurtenis, hevigheid, duur) en de gezondheidssituatie van de bevolking en hun toegang tot gezondheidsdiensten bepalend voor de uiteindelijke gezondheidseffecten (de Jong et al, 2022).

### **Relevantie van dit onderwerp**

Tijdens wateroverlast staan mensen bloot aan verschillende directe en indirecte gezondheidsgevolgen. Als gemeenschappen steeds moeten dealen met overstromingen en daarvan veel gevolgen ondervinden, dan hebben ze minder tijd en energie om zich e.g. te ontwikkelen, onderwijs volgen, werken, ontplooien (poverty trap). Inzicht in gezondheidsrisico's door wateroverlast kan gebruikt worden voor het plannen en ontwerpen van maatregelen om gezondheidsrisico's te verkleinen. Mogelijke maatregelen zijn bijvoorbeeld voorlichting en advies aan inwoners, technische maatregelen om wateroverlast en/of waterkwaliteit van het overstromingswater te verbeteren.

Het thema Gezondheid & Wateroverlast sluit tevens aan op:

- Het thema Nature Based Solutions en het thema Overstromingsrisicobeheer. Deltares kan onderzoeken welke maatregelen tegen wateroverlast die uitgevoerd kunnen/gaan worden in Suriname de meeste gezondheidswinst oplevert en hoe andere maatregelen aangepast kunnen worden zodat het ook voordelig is voor de gezondheid van inwoners.
- De masterplan studie in het kader van de Saramacca Canal System Rehabilitation Project lening van de Wereldbank. In het inceptierapport (Deltares et al, 2021) staat dat hierbij rekening gehouden moet worden met gezondheidsaspecten van wateroverlast.
- Het Masterplan Ontwatering Groot Paramaribo waarin wordt aangegeven dat bij keuzes voor verbetering van het ontwateringssysteem volksgezondheid de prioriteit heeft (MOW, 2001, pagina 13). In dit project is al onderzoek verricht naar de effecten van overstroming op de gezondheid en worden mogelijke oplossingen genoemd.

### **Stand van zaken in Groot - Paramaribo**

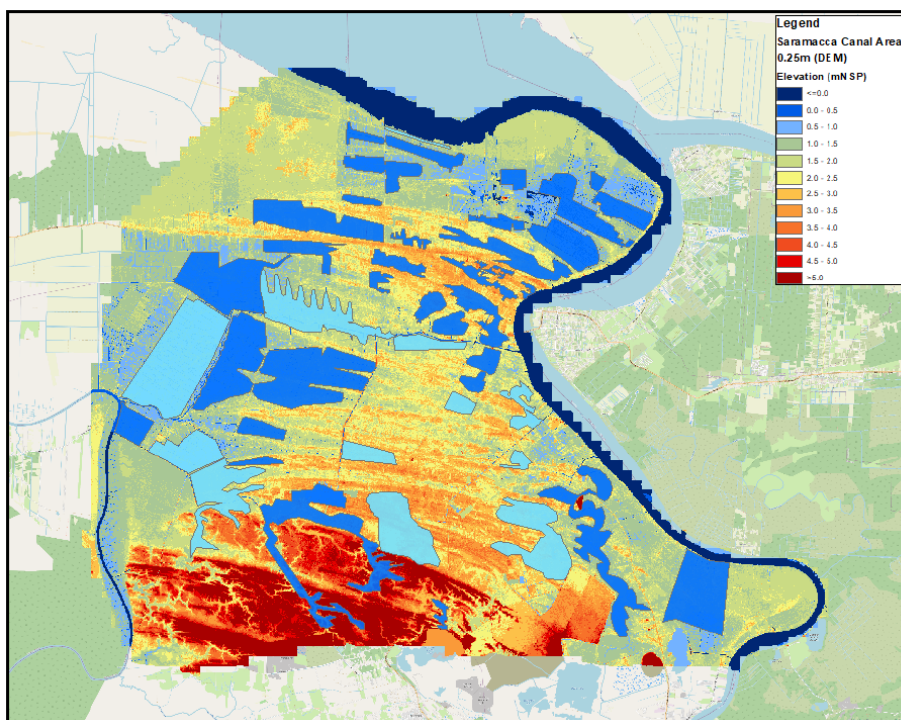
Overstromingen in Groot-Paramaribo betreffen meestal wateroverlast doordat regen niet snel genoeg afstroomt. Er staat dan uren tot weken water op straat en/of in gebouwen zoals woningen. Figuur 1 toon gebieden die regelmatig overstromen na regen. Soms treedt een rivier buiten de oevers, zoals in 2001 gebeurde bij de Saramacca Rivier (de Creola polder bij Uitkijk liep onder) en in 2022 langs de Surinamerivier benedenstrooms van Afobaka omdat het Brokopondo reservoir moest spillen), maar er is in principe geen sprake van een woeste overstroming waarbij mensen verdrinken.



Tabel 1 geeft een overzicht van de bekende aan overstroming gerelateerde gezondheidseffecten in de regio. De meest voorkomende fysieke gezondheidsproblemen zijn gerelateerd aan fecale verontreiniging van het overstromingswater en een toename van muggen die ziektes overbrengen.

Watergangen die overstroomd zijn verontreinigd met afvalwater uit woningen en andere gebouwen. Door fecale verontreiniging kunnen hoge concentraties ziekteverwekkende virussen en bacteriën aanwezig zijn in het overstromingswater. Een meetcampagne in oktober-november 2023 (zie factsheet Waterkwaliteit) en het Masterplan waterkwaliteitsonderzoek in 2000 (MOW, 2000) wijzen uit dat de watergangen hoge tot zeer hoge concentraties *E. coli* bacteriën bevatten. *E. coli* is een indicator voor fecale verontreiniging. Het beperkte aantal metingen biedt momenteel geen goed beeld van de risico's tijdens en na een overstroming als gevolg van fecale verontreiniging.

Het aantal broedplaatsen van muggen neemt drastisch toe tijdens en na een overstroming. Hierdoor neemt de muggenpopulatie toe en daarmee ook de kans dat men geprikt wordt door een geïnfecteerde mug en hierdoor ziek wordt. Dengue is de meest voorkomende door muggen overdraagbare ziekte in Suriname. Omdat er geen vaccin of medicijn is tegen dengue is preventie vooral gericht op het voorkomen van muggenbeten. De overheid in Suriname spuit met insecticide in buurten waar dengue gevallen worden gemeld, maar dit wordt niet veelvuldig ingezet omdat de mug resistent kan worden tegen het gif. Ook zijn er bewustwordingscampagnes zodat mensen stilstaand water in en om het huis verwijderen (de broedplaats voor de mug). Er is echter beperkt zicht op waar ziektegevallen zijn en de mug bestreden moet worden.



Figuur 1: Gebieden die regelmatig overstromen zijn aangegeven in blauw (Deltares et al., 2023).

Tabel 1. Overzicht van gezondheidsrisico's in Paramaribo en in Suriname.

Type gezondheidsrisico	Bekende informatie Paramaribo	Bekende informatie Suriname	Oorzaak
Sterfgevallen en verwonding	Onbekend	In 2006 overleden 3 kinderen langs de Marowijnrivier (Trouw, 2006). In 2022 waren geen doden (PAHO/WHO, 2022)	-
Mentale gezondheid	Onbekend	Onbekend, zorgen geuit over betrokken gemeenschappen en gezondheidswerkers tijdens overstroming in 2022 (PAHA/WHO, 2022)	
Water gerelateerde infecties	Geen data, wel zorgen.  In Paramaribo-Zuid zijn verhoogde risico's op buiktyfus, bacteriële en parasitaire diarree en schistosomiasis tijdens een overstroming (MOW, 2001)	Bij de overstroming in 2021 verwachtten het IFRC mogelijke infectie met buiktyfus, leptospirose (ziekte van Weil), bacteriële en parasitaire diarree, en hepatitis in de districten Commewijne, Marowijne en Nickerie (IFRC, 2021). Er werd een actieplan opgesteld om bewoners te helpen.  Voor leptospirose waren er in 2020 15 en in 2021 18 suspecte cases (Algemeen Bureau voor de Statistiek, 2022).  Wateroverlast kan leiden tot contaminatie van drinkwater en voedsel; hierdoor ontstaat een toename van o.a. cholera, chigella en salmonella (BOG arts Vern Nanhoe in Dagblad Suriname, 16 juni 2022)	<i>Overstroming watergangen:</i> Oppervlaktewater kan verontreinigd zijn met fecale verontreiniging doordat septic tanks en latrines overstromen (MOW, 2001). Ook kunnen agrarische stallen of weides overstromen waardoor ontlasting van dieren in het water komt. De slak, <i>Biomphalaria glabrata</i> , komt voor in de rijstvelden, moerassen, sloten en kanalen rond de kust (Hewitt en Willingham, 2019). Door overstroming neemt het leefgebied van de slak toe en is meer kans dat iemand in contact komt met de parasiet in het water en schistosomiasis ontwikkelt.  In Suriname is er geen afvalwaterbehandeling en wordt het verontreinigde water direct geloosd in afvoerkanalen. In totaal gebruikt 70-80% van de bevolking septic tanks, de rest gebruikt pit latrines. Het slib uit septic tanks wordt via tankwagens naar de rivier afgevoerd (USAE, 2001)  Geen data kwaliteit overstromingswater op straat.  'Wat heel vaak wordt gezien is, dat mensen hun kinderen laten spelen in het vieze water dat op straat is.' (BOG arts Vern Nanhoe in Dagblad Suriname, 16 juni 2022)
Luchtweginfecties	Onbekend	Onbekend	-
Huid- en ooginfecties	Onbekend	Onbekend	-
Vector-overgedragen ziekten	Dengue komt voor. Voorkomen van zika, chikungunya, en gele koorts onbekend.	Wateroverlast kan zorgen voor toename van muskieten en daardoor een toename van onder andere Dengue. Daarnaast kan het zorgen voor toename van de ziekte van Weil door overdracht via ratten (BOG arts Vern Nanhoe in Dagblad Suriname, 16 juni 2022)	Toename van broedplaatsen voor muggen bij wateroverlast, doordat er op meer plekken water blijft staan (bijv. in potten in tuinen, op afval op straat). Er is geen data van stilstaand water als gevolg van overstroming.



FACT SHEET

		<p>Dengue (serotype 1-4 aanwezig): In 2020 waren er 235 suspecte gevallen waarvan 58 positief getest. In 2021 waren er 9 suspecte gevallen en was niemand opgenomen in het ziekenhuis (Algemeen Bureau van de Statistiek, 2022). In 2023 (jan tot okt) waren er 330 bevestigde gevallen en 3 doden. Op dit moment is DENV-3 het meest voorkomende virus (IFRC, 2023).</p> <p>Het delen van data tussen Ministerie van Gezondheid en openbare gezondheidszorg is uitdagend. De spuitactiviteiten met insecticiden zijn vergroot, plus bewustwordings-campagne op sociale media en schoonmaakcampagnes in gemeenschappen (De ware tijd, 2023; IFRC, 2023).</p> <p>Malaria komt alleen voor in oosten van Suriname. In 2020 en 2021 waren er geen gevallen bekend (Algemeen Bureau van de Statistiek, 2022).</p> <p>Chikungunya gevallen nemen toe in de regio, situatie in Suriname onbekend (Key News, 2023).</p> <p>Zika gevallen nemen sinds 2017 drastisch af. Aantal bevestigde gevallen onbekend.</p> <p>Gele koorts bevestigde gevallen zijn onbekend. Voor NL wel aangeraden om vaccinatie te halen voor bezoek.</p>	
Chemische verontreiniging (water/sediment)	Oppervlaktewater is verontreinigd met o.a. zware metalen (MOW, 2001).	<p>Kwikverontreiniging is een veelvoorkomend waterkwaliteitsprobleem in rivierwater en het sediment als gevolg van goudwinning (IUCN, 2019; Ouboter, 2015).</p> <p>Geen informatie over bodemverontreiniging of opslag van afval dat bij overstroming verspreid kan worden.</p>	<p>Oorzaken waterkwaliteitsproblemen (MOW, 2000):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indringing water</li> <li>• Septic tanks (lekkage, verminderde werking door basische toiletreinigingsmiddelen) en latrines, ook overstroming. (USAE, 2001: geen afvalwaterbehandeling, 70-80% septic tanks, rest pit latrines; grijs water direct naar afvoerkanalen; sludge uit septic tanks wordt via tankwagens naar rivier afgevoerd)</li> <li>• Industriële vervuiling en diverse bedrijvigheid (AspectrapportWQ97_versie3_bijlagen bevat overzicht bedrijven)</li> <li>• Bodem/waterbodembodemverontreiniging</li> </ul>
Voedselonzekerheid	Onbekend	Tijdens overstromingen in 2017 (Waterkant, 2017) en 2022 zijn oogsten verloren gegaan.	Verlies of vervuiling van oogst door overstroming, lagere opbrengst van vee door ziekte en/of stress, schade aan landbouwvoertuigen

FACT SHEET

Schade aan infrastructuur	Onbekend	Bij de overstromingen in 2022 was 1 kliniek gesloten en was hier ook schade aan apparatuur en (medicijn)voorraden (Gonini kliniek (Pan American Health Organization, 2022).	-
Opvangcentra	Onbekend	Mogelijke toename van COVID-19 (PAHA/WHO, 2022).	Doordat veel mensen bij elkaar zitten is er grotere kans op verspreiding ziekten.



**Kennis/informatie bronnen**

Zie referentielijst

**Kennis/informatie hiaten**

Er mist informatie over

- Aantal ziektegevallen
- Hoe mensen omgaan met water tijdens/na een overstroming
- Hoe en hoe vaak mensen met overstromingswater in contact raken
- Waterkwaliteit overstromingswater
- Schade aan landbouw
- Schade aan infrastructuur
- Opvangcentra (van toepassing bij hevige overstroming?)
- Overstromingswater op straat (tot op het niveau van stilstaande plasjes ter grote van een theelepel in verband met vector-ziekten)
- Locaties van latrines, septische tanks etc
- Locaties van afvalverwerking
- Locaties van (chemische) industrie

**Netwerk**

- WLA (Waterloopkundige Dienst-min. Openbare Werken) meet maandelijks in het veld in oppervlaktewater temperatuur, turbiditeit, conductiviteit, pH, zuurstof, saliniteit, total dissolved solids. Daarnaast wordt kleur waargenomen. Het hydrolab van WLA onderzocht in het verleden algen mbv microscopie. De beschikbare meetdata zijn beschikbaar.
- BOG (Bureau voor Openbare Gezondheid-min. Volksgezondheid) en universiteit prof. Mol microbiologie: virussen en bacteriën. BOG: nutriënten
- Deltares: Suzanne van der Meulen ([suzanne.vandermeulen@deltares.nl](mailto:suzanne.vandermeulen@deltares.nl)), Anniek de Jong ([Anniek.dejong@deltares.nl](mailto:Anniek.dejong@deltares.nl)), Geert Prinsen ([geert.prinsen@deltares.nl](mailto:geert.prinsen@deltares.nl))
- Ministerie van Openbare Werken, overstromingsbeheer: Deepak Ramoutar ([ramautarw@hotmail.com](mailto:ramautarw@hotmail.com))
- Commissie Volksgezondheid
- Ziekenhuizen
- IFRC in Suriname (rode kruis)
- Andere NGOs/instanties die hulp bieden tijdens overstromingen/wateroverlast

**Referentielijst**

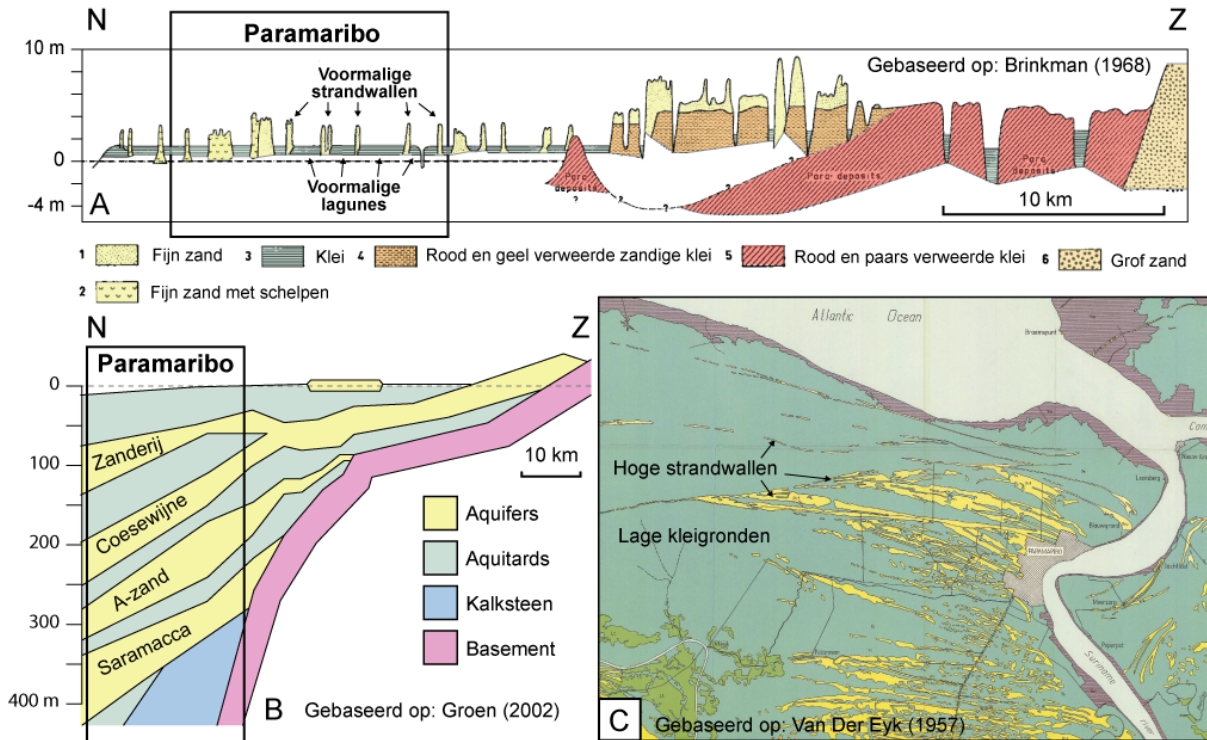
- Alderman, K., Turner, L. R., and Tong, S. (2012). Floods and human health: a systematic review. *Environment international*, 47:37-47. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2012.06.003>
- Algemeen bureau voor de statistiek (2022). 10e Milieustatistieken Publicatie 2017-2021. Suriname in cijfers no 362/2022-03
- Dagblad Suriname, 16 juni 2022. Gevolgen van wateroverlast voor de gezondheid. Gevolgen van wateroverlast voor de gezondheid – Dagblad Suriname ([dbsuriname.com](http://dbsuriname.com))
- de Jong, A.E.E., Sarač, M., Verweij, W., Bastić, J.R. and Geerling, G.W. (2022). Human health in the flood risk management planning under the European Union Floods Directive: Pilot study in the Sava River Basin. *South Eastern European Journal of Public Health*, 107–118. <https://doi.org/10.56801/seejph.vi.343>
- Deltares, Royal Haskoning DHV, Kavel10 en ILACO (2021). Saramacca Canal System Rehabilitation Project Lot 2, the preparation of the update of norms/guidelines for the drainage management, December 2021.
- Deltares, Royal Haskoning DHV, Kavel10 en ILACO (2023). Saramacca Canal System Rehabilitation Project Lot 2. The Preparation of The Update of the Norms/Guidelines for the Drainage Management – Urban Flood Hazard and Risk Assessment Report, September 2023, final draft
- De Ware Tijd (2023). Toename gevallen dengue type 3 in Suriname. <https://dwtonline.com/toename-gevallen-dengue-type-3-in-suriname/>
- Hewitt, R., & Willingham, A. L. (2019). Status of Schistosomiasis Elimination in the Caribbean Region. *Tropical medicine and infectious disease*, 4(1):24. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed4010024>
- IFRC (2021). DREF plan of action Suriname floods.
- IFRC (2023). Dengue outbreak 2023. <https://go.ifrc.org/emergencies/6637#details>
- Ivers, L. C., & Ryan, E. T. (2006). Infectious diseases of severe weather-related and flood-related natural disasters. *Current opinion in infectious diseases*, 19(5), 408–414. <https://doi.org/10.1097/01.qco.0000244044.85393.9e>
- IUCN, 2019. The political ecology of mercury within the small-scale gold sector. Shared Resources Joined Solutions (SRJS)
- Key News (2023). Suriname gewaarschuwd voor chikungunya. <https://keynews.sr/2023/05/07/suriname-gewaarschuwd-voor-chikungunya/>
- Mallett, L. H., PhD, & Etzel, R. A., MD, PhD (2018). Flooding: what is the impact on pregnancy and child

- 
- health?.Disasters, 42(3), 432–458. <https://doi.org/10.1111/disa.12256>
- MOW: Ministerie van Openbare Werken (2001). Masterplan Ontwatering Groot-Paramaribo.
- MOW, 2000. Masterplanstudie Ontwatering Groot-Paramaribo, Onderzoek Waterkwaliteit
- Munro, A., Kovats, R.S., Rubin, G.J., Waite, T.D., Bone, A., Armstrong, B. and English National Study of Flooding and Health Study Group (2017). Effect of evacuation and displacement on the association between flooding and mental health outcomes: a cross-sectional analysis of UK survey data. The Lancet. Planetary health, 1(4), e134–e141. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30047-5](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30047-5)
- Ouboter, P.E., 2015. Review of mercury pollution in Suriname. Academic Journal of Suriname 2015, 6, 531-543
- Overheid van Suriname (2019). Suriname national adaptation plan.
- PAHO/WHO (2022). Flooding in Suriname, situation report no. 3
- Pan American Health Organization (2022). Flooding in Suriname.
- Stanke, C., Murray, V., Amlôt, R., Nurse, J., & Williams, R. (2012). The effects of flooding on mental health: Outcomes and recommendations from a review of the literature. PLoS currents, 4, e4f9f1fa9c3cae. <https://doi.org/10.1371/4f9f1fa9c3cae>
- Trouw (2006). Doden in Suriname door overstromingen. <https://www.trouw.nl/home/doden-in-suriname-door-overstromingen~b4418695/>
- USAIE (2001). Water resources assessment of Suriname.
- Waterkant (2017). Dringend water en voedsel nodig in Oost Suriname. <https://www.waterkant.net/suriname/2017/02/20/dringend-water-en-voedsel-nodig-oost-suriname/>



# Geologie

## Impact van de ondergrond op Urban Resilience van Paramaribo Hoe de opbouw van de ondergrond sturend kan zijn voor bovengrondse activiteiten



### Introductie van het onderwerp

Paramaribo is een stad op zeeniveau in een kustvlakte en daardoor zeer gevoelig voor de gevolgen van klimaatverandering, bodemdaling en menselijke ingrepen in het natuurlijk systeem. De kustvlakte is een dynamisch systeem waarin langgestrekte zandige strandwallen (ritsen), mariene modderige mangrove moerassen en lagunaire kleien vormen. Dit vormt de natuurlijke bescherming tegen de zee. Vergelijkbare sedimenten en processen bepalen de opbouw van de ondergrond en hebben daardoor ook een grote impact op de leefomgeving. De ondergrond bepaalt geologische *hazards* zoals *stresses* gevormd door langzame antropogene impact (bijvoorbeeld verzilting van drinkwater aquifers) en onvoorziene *schokken* (zoals sinkholes en/of aardbevingen). Aan de andere kant kan de opbouw van de ondergrond ook een sturend principe vormen voor het stedelijk ontwerp en de stabiele basis voor alle boven- en ondergrondse infrastructuur. De ondergrond is daarmee meer dan alleen de plek waar bepaalde infrastructuur verstopt kan worden in een “urban service layer”. Het succesvol inrichten van de ondergrond vereist daarom een gedetailleerd 3D (of zelfs 4D) ondergrond-model en detailkennis van de dynamische processen die de ondergrond hebben gevormd en vormen.

### Relevantie van dit onderwerp

Onderwerpen die gelinkt zijn aan de ondergrond zijn onder andere:

Bodemdaling; Grondwaterkwaliteit en kwantiteit; Groen-grijze maatregelen; Stedelijke waterkwaliteit; Ruimtelijke planning; Kustbeheer; Beheer en onderhoud.

## Stand van zaken in Groot – Paramaribo

- Bodemdalingsverschillen treden op door verschillen in compactie tussen zandige strandwallen en klei- en moerasbodems.
- De opbouw van de ondergrond bepaalt overstromingsrisico's (hogere strandwallen versus lager liggende kleibodems). Oudere wegen en gebouwen liggen daarom vaak op zandige ondergrond. Bij het ontwerpen van drainagesystemen waarbij water en ondergrond sturende principes zijn, moeten deze verhoogde strandwallen worden meegenomen.
- Overonttrekking van grondwater voor drinkwater leidt tot verzilting van aquifers.
- Grondwaterverontreiniging: de drinkwaterwinning uit grondwater vindt plaats in stedelijk gebied. Afhankelijk van de beschermende werking van de ondergrond maakt dit de drinkwaterkwaliteit gevoelig voor verontreinigingen vanaf het oppervlak.
- Riviererosie in stedelijk gebied: De opbouw van de ondergrond bepaalt de erosiegevoeligheid in de buitenbochten van de Suriname rivier.
- Vaarroutes worden beïnvloed door verzilting van het estuarium wat komt door de afname van sedimenttransport in de afgedamde Suriname Rivier.
- Bij stedelijke ontwikkeling kan het begrijpen van dynamische kustprocessen met inzichten uit het geologische verleden helpen bij locatiekeuze.
- Sinkholes kunnen ontstaan als gevolg van lekkages in ondergrondse infrastructuur of als gevolg van lithologische veranderingen. Inzicht in de ondergrondopbouw kan helpen bij het inschatten van risico's op sinkholes.
- Geotechnische karakterisering: de stabiliteit van de ondergrond hangt af van de ondergrondopbouw. Begrip hiervan is van belang voor bouw en aanleg van infrastructuur.

## Kennis/informatie bronnen

### Kaarten:

- Met remote sensing kan zowel hoogte en begroeiing gebruikt worden als indicatie voor de geo(morfo)logie (bijvoorbeeld De Vries, 2023).
- Geologische kaart; Geomorfologische kaart; Bodemkaart. Deze karteringen dateren in veel gevallen uit de jaren '70.

### Dwarsdoorsnedes van de ondergrond:

- SWRIS: Een conceptueel dwarsprofiel dat gebruikt kan worden voor een schematische visualisatie van de ondergrond. Suriname Water Resources Information System levert gegevens en modellen voor verschillende aspecten met betrekking tot water in Suriname.
- Geijskes (1952) cross-sectie: kartering en dwarsprofielen van strandwallen in de kustvlakte van Paramaribo.

### Publicaties:

- Zie referenties

## Kennis/informatie hiaten

- Er is beperkt toegang tot ondergronddata zoals boringen, boorgatmetingen en CPTs. Dit beperkt de kennis van de bodem en de ondergrond. Mogelijk moet er lokaal meer ondergronddata verzameld worden voor coherente conceptuele modellen.
- Hoge resolutie geologische kartering aan het oppervlak en in de ondergrond van Paramaribo aan de hand van digitale hoogtemodellen en remote sensing, geïntegreerd met veldwaarnemingen, boringen en geofysische metingen.
- De stedelijke omgeving is een plek waar FAIR-principes voor het gebruik van de ondergrondgegevens een belangrijke rol kunnen spelen. Voor Paramaribo zou een equivalent van DINOloket een uitkomst zijn om ondergronddata beter te kunnen hergebruiken.

## Netwerk

- Anton de Kom Universiteit Van Suriname
- Geologisch Mijnbouwkundige Dienst Suriname (GMD)
- Suriname Water Resources Information System (SWRIS)
- Universiteit Utrecht (UU) – Prof. Steven de Jong
- Universiteit van Amsterdam (UvA) en Wageningen University (WUR) historische collecties



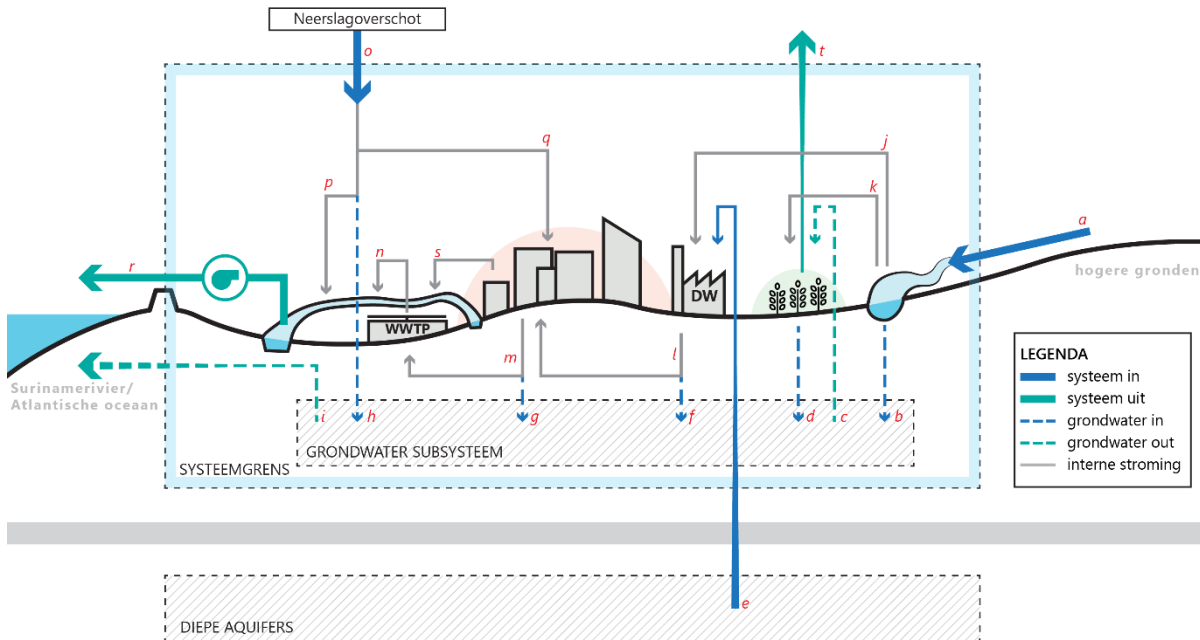
## Referentielijst

Referentie	Web	Beschrijving
<b>Acacia Water grondwater project</b>	<a href="#">link</a>	Beschrijving van studie over grondwatervoorraden voor Paramaribo tot 2040.
<b>Suriname Water Resources Information System (SWRIS) grondwateronttrekking</b>	<a href="#">link</a>	Data van grondwateronttrekkingen, aquifers
<b>Geologische kaart Suriname</b>	<a href="#">link</a>	Kaart met geologische units in Suriname
<b>Geomorfologische kaart Suriname</b>	<a href="#">link</a>	Kaart met geomorfologische units in Suriname
<b>Bodemkaart Noord Suriname</b>	<a href="#">link</a>	Kaart met bodemtypes in Noord Suriname
<b>Bodemkaart Suriname</b>	<a href="#">link</a>	Kaart met bodemtypes in Suriname
<b>Geologische kaart Coesewijne Formatie</b>	<a href="#">link</a>	
<b>Wageningen University bibliotheek</b>	<a href="#">link</a>	Grote collectie met geologische papers over Suriname
<b>Het Geheugen (Koninklijke Bibliotheek)</b>	<a href="#">link</a>	Museum- en bibliotheekcollecties met daarin grote collectie historische kaarten van Suriname
<b>MangoMud NWO project</b>	<a href="#">link</a>	Monitoring en modelering van kustlijndynamica in Suriname
<b>Digital Elevation Model (SRTM)</b>	<a href="#">link</a>	Hoogtemodel, download de <i>tile</i> van Paramaribo

- Brinkman, R., & Pons, L. J. (1968). A pedo-geomorphological classification and map of the Holocene sediments in the coastal plain of the three Guianas. *Soil Survey Papers*, 4, 1–42.
- De Boer, M. W. H. (1972). *Landforms and soils in eastern Surinam (South America)* [PhD]. Landbouwhogeschool.
- De Vries, J. (2023). *Mud and mangroves in Suriname: Multi-decadal analysis of a mud-dominated coast using earth observation* [PhD].
- de Vries, J., van Maanen, B., Ruessink, G., Verweij, P. A., & de Jong, S. M. (2022). Multi-decadal coastline dynamics in Suriname controlled by migrating subtidal mudbanks. *Earth Surface Processes and Landforms*, 47(10), 2500–2517. <https://doi.org/10.1002/esp.5390>
- Geijskes, D. C. (1952). On the structure and origin of the sandy ridges in the coastal zone of Suriname. *Tijdschrift van Het Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap*, LXIX(2), 226–237.
- Gersie, K., Augustinus, P. G. E. F., & Van Balen, R. T. (2016). Marine and anthropogenic controls on the estuary of the Suriname River over the past 50 years. *Geologie En Mijnbouw/Netherlands Journal of Geosciences*, 95(4), 419–428. <https://doi.org/10.1017/njg.2016.18>
- Gersie, K. S., Van Balen, R. T., & Kroonenberg, S. B. (2021). The Interplay between Tectonic Activity, Climate and Sea-Level Change in the Suriname River Valley, Tropical South America. *Quaternary*, 4(2), 11. <https://doi.org/10.3390/quat4020011>
- Groen, J. (2002). *The Effects of Transgressions and Regressions on Coastal and Offshore Groundwater* [PhD, Vrije Universiteit]. [www.geo.vu.nl/grolJ](http://www.geo.vu.nl/grolJ)
- Hutchinson, C. B. (1990). Analysis of ground-water flow in the A-Sand Aquifer at Paramaribo, Suriname, South America. *U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report*, 90–4036(65), 1.
- Kamerling, G. E. (1974). *Bodemfysisch en agrohydrologisch onderzoek in de jonge kustvlakte van Suriname* [PhD]. Landbouwhogeschool.
- Kroonenberg, S., & Noordam, D. (2018). Geology, Landforms and Soils. In B. De Dijn (Ed.), *Natural History and Ecology of Suriname* (pp. 22–39). LM Publishers.
- Van der Eyk, J. J. (1957). *Reconnaissance Soil Survey in Northern Surinam* [PhD]. Landbouwhogeschool.
- Van der Voorde, P. K. J. (1957). *De bodemgesteldheid van het ritsen-landschap en van de oude kustvlakte in Suriname* [PhD]. Landbouwhogeschool.
- Wong, T. E. (1986). Outline of the stratigraphy and the geological history of the Suriname coastal plain. *Geologie En Mijnbouw*, 65, 223–241. <https://www.researchgate.net/publication/257138978>
- Wong, T. E. (1992). Quaternary stratigraphy of Suriname. In M.-T. Prost (Ed.), *Evolution des littoraux de Guyane et de la zone caraïbe méridionale pendant le quaternaire* (pp. 559–578). ORSTROM. <https://www.researchgate.net/publication/32977110>
- Wong, T. E., de Kramer, R., de Boer, P. L., Langereis, C., & Sew-A-Tjon, J. (2009). The influence of sea-level changes on tropical coastal lowlands; the Pleistocene Coropina Formation, Suriname. *Sedimentary Geology*, 216(3–4), 125–137. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2009.02.003>

# Stedelijke Waterbalans

*Globale stromen in termen van meteorologie, oppervlaktewater en grondwater*



*Globale stedelijke waterbalans voor Paramaribo. Zie bijlage voor toelichting van factoren.*

## Introductie van het onderwerp

Als deltastad ligt Paramaribo in het centrum van diverse waterstromen. Er is dynamiek vanuit de zee, rivier en neerslag/verdamping. Daarnaast heeft Paramaribo een watervraag: er wordt geïrrigeerd en drinkwater geproduceerd. Ook is er sprake van uitwisseling met het grondwater via zowel infiltratie en exfiltratie. Tenslotte speelt waterkwaliteit een rol: hoe wordt afvalwater gezuiverd en is er risico op verzilting van het grondwater?

## Relevantie van dit onderwerp

Het beschouwen van een integrale waterbalans die de meteorologie koppelt aan grond- en oppervlaktewater is cruciaal. De waterbalans biedt inzicht in knippunten met betrekking tot waterbeschikbaarheid, grondwateruitputting en optimalisatie van waterstromen. Daarnaast is het mogelijk om op een snelle manier inzicht te krijgen in de rol van grote parameters voor toekomstige scenario's (veranderend klimaat, bevolkingsgroei/krimp, toenemend verhard oppervlak). Vervolgens kunnen de deelaspecten, onder andere met modellen, gedetailleerder onderzocht worden.

De waterbalans vormt een directe link met de thema's:

- Grondwater
- Stedelijke planning
- Nature Based Solutions
- Stedelijke waterkwaliteit

## Stand van zaken in Groot - Paramaribo

Meerdere onbekenden in de waterbalans van Paramaribo:

- Onttrekking uit diepe grondwater: is dit problematisch op lange termijn? Kan worden overgestapt op andere bronnen?
- Welke rol heeft verstedelijking op beschikbaarheid en kwaliteit van grondwater? Minder infiltratie, kleinere zoetwaterlens?
- Welke rol kan regenwaterhergebruik hebben op de waterbalans?
- Wat betekent zeespiegelstijging op de toekomstige afwatering van de stad? Wordt het een poldersysteem?



### Kennis/informatie bronnen

- SCSRP Lot 2 Inception Report-11dec2021
- Suriname Water Resources Assessment Report (USAID)

### Kennis/informatie hiaten

1. In kaart brengen van termen in de stedelijke waterbalans

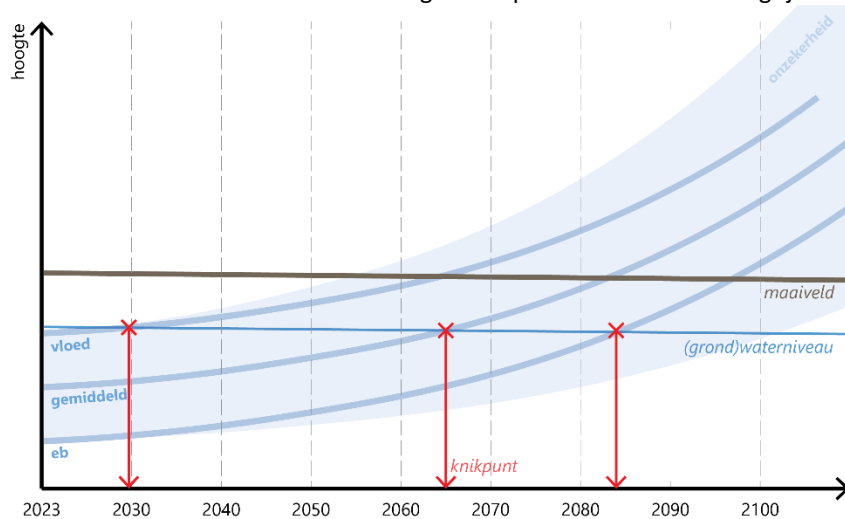
Zie figuur bovenaan. Voor het analyseren van de waterbalans moeten eerst de diverse termen gekwantificeerd worden.

2. Knikpunten met betrekking tot zeespiegelstijging en afvoer van stedelijk water.

Zie onderstaande DUMMY afbeelding. Inzicht in wanneer er niet meer onder zwaartekracht gedraineerd kan worden door de vele sluisjes (en er dus gepompt móet worden). Dit kan voor zowel vloed (en springtij) en eb worden bepaald. Bijvoorbeeld dat vanaf 2030 bij hoog tij geen water meer geloosd kan worden zonder pomp en dat rond 2080 zelfs bij eb de externe waterstanden te hoog zijn om onder vrij verval te lozen.

Deze analyse geeft inzicht in lange termijn stedelijke planning en mogelijkheden tot:

- Groeien: veilige plekken voor duurzame lange-termijn ontwikkeling.
- Adaptatie: stedelijke omgevingen veranderen met het oog op verschillende klimaatomstandigheden.
- Terugtrekken: relocatie van functies/plekken die (bijna) onmogelijk zijn te beschermen of aan te passen.
- Beschermen: maatregelen implementeren die belangrijke onderdelen tegen grote gevaren beschermen.



*Figuur met knikpunten. In 2030 kan er niet meer bij vloed worden gedraineerd onder zwaartekracht; in 2085 überhaupt niet meer en moet altijd gepompt worden.*

3. Potentie van regenwaterhergebruik bij bevolkingstoename

De bevolking neemt toe tot ruim 1,1 miljoen in 2056 (ERM, 2017, p. 169). Dit resulteert in een hogere drinkwatervraag. Het is van belang om te onderzoeken in hoeverre regenwaterhergebruik kan helpen de drinkwatervraag te verminderen.

### Referentielijst

CRCTool, <https://paramaribo.crctool.org/en/> (configureerd door Perrin Keesmaat.)

Thesis Perrin Keesmaat: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:ade6c65f-163a-4fe5-be81-11b0e3e9f0c4>

Urban Growth Study (ERM, 2017)

Tabel 1: Uitleg van modelcomponenten.

Code	Naam	Berekening	Toelichting	Bekend?
a	Bovenstroomse inflow	a	Schatting per tijdstap. Kan bijvoorbeeld wflow uitvoer zijn.	?
b	Rivierinfiltratie	$a * fact\_river\_infiltr$		?
c	Grondwateronttrekking voor irrigatie	$(crop\_demand + d) * fact\_irr\_gw$		?
d	Irrigatieverliezen	$h * fact\_irr\_loss$		?
e	Grondwateronttrekking voor drinkwater	$l * fact\_dw\_gw$		?
f	Verliezen van drinkwaterleidingen	$(dw\_dem - q) * fact\_dw\_loss$		?
g	Verliezen van rioolleidingen	$(dw\_dem - s) * fact\_sewer\_loss$		?
h	Grondwateraanvulling door neerslagoverschot	$o - p - q$		?
i	Grondwateruitwisseling met extern water	$b + d + f + g + h - c - e$	Gaat beide kanten op, ook afhankelijk van getijde (?)	?
j	Oppervlaktewateronttrekking voor drinkwater	$j * fact\_dw\_sw$		?
k	Oppervlaktewateronttrekking voor irrigatie	$(crop\_demand + d) * fact\_irr\_sw$		?
l	Geproduceerd drinkwater	$dw\_dem - q + f$		?
m	Afvalwater naar de RWZI	$dw\_dem * fact\_wwtp\_con$		?
n	Lozing van RWZI op oppervlaktewater	$m - g$		?
o	Neerslagoverschot	o	[volume] Neerslagoverschot = (neerslag – actuele verdamping) * totale oppervlakte	?
p	Oppervlakkige afstroming naar oppervlaktewater	$( (imperv\_area\_roof - RWH\_roof + imperv\_area\_roads) * fact\_imperv\_runoff + (perv\_area * fact\_perv\_runoff) ) * precipitation\_surplus$		?
q	Neerslagoverschot dat hergebruikt wordt voor drinkwatervoorziening	q		?
r	Lozing op externe wateren (onder vrij verval of pompen)	$a - b - j - k + l + p + s + n$		?
s	Ongezuiverd afvalwater geloosd op oppervlaktewater	$dw\_dem * fact\_wwtp\_discon$		?
t	Gewasverdamping	t	[volume] Totale gewasverdamping (potentiële verdamping) over de tijdstap	?

# Grondwater en bodemdaling

## Inzicht in de ondergrond van Paramaribo

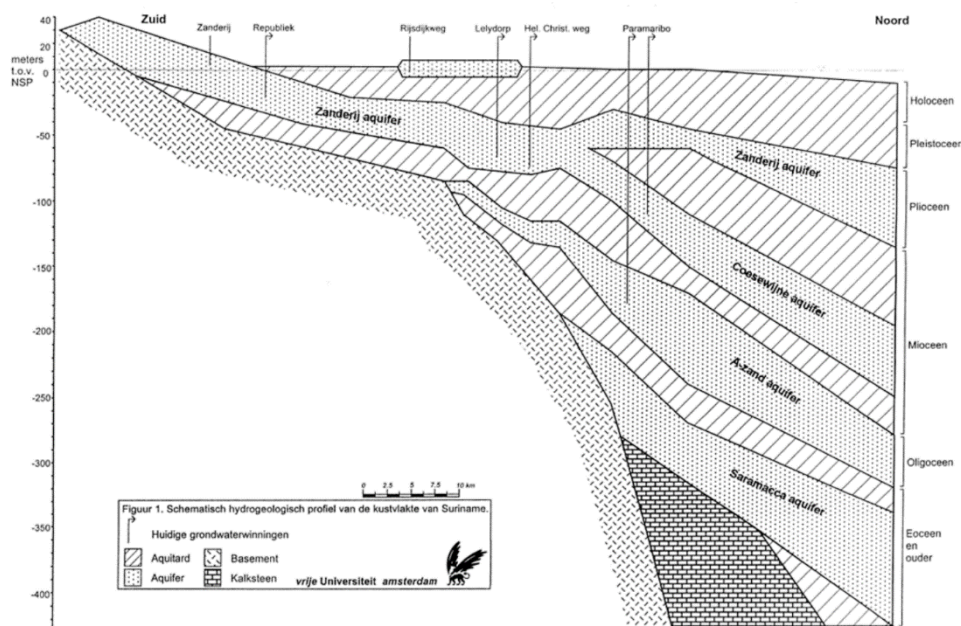
### Introductie

Paramaribo ligt in de kustvlakte van Suriname aan de westoever van de Surinamerivier, bovenop een omvangrijk pakket van sediment dat de basis vormt voor het huidige grondwatersysteem. Er kan onderscheid gemaakt worden tussen een diep grondwatersysteem met gesloten watervoerende pakketten en een ondiep freatisch grondwatersysteem in de Holocene deklaag. Gezien de omvangrijke dikte van de deklaag is er weinig interactie tussen beide systemen ter hoogte van Paramaribo. Paramaribo is afhankelijk van beide systemen: het diepe systeem voorziet in een deel van de drinkwaterproductie van Paramaribo, terwijl het ondiepe pakket dient als het fundament van de stad en een cruciale rol speelt in de stedelijke waterbalans

In 2016 is een omvangrijke review studie over het grondwatersysteem rondom Paramaribo uitgevoerd in opdracht van de Surinaamse Waterleiding Maatschappij (SWM) (RTI International, 2016). Op basis van deze studie wordt hier een korte samenvatting gegeven over het grondwatersysteem en status ervan.

Het *diepe grondwater systeem* wordt gevormd door *het coastal aquifer systeem* (Figuur 1) en is redelijk goed in beeld gebracht aangezien het de voornaamste bron van drinkwater vormt (>90%).

- Langs de noordelijke kust van Suriname is een dik pakket van sediment afgezet op *Guiana Precambrian-basement* in verschillende fases van transgressie en regressie sinds het ontstaan van de Atlantische Oceaan in het vroege Krijt. Binnen dit pakket bevatten de klastische Tertiaire formaties een aantal geconsolideerde zandlagen die watervoerend zijn. In Groot-Paramaribo wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende watervoerende lagen voor: Nickerie, Saramacca, Burnside (A sand), Croesewijn en Zanderij.
- Het grondwater met een laag zoutgehalte in de Tertiaire formaties is fossiel grondwater dat tijdens de laatste ijstijd toen het zeeniveau meer dan 100 m onder het huidige niveau lag is geïnfiltrerd. Infiltratie van oppervlaktewater van deze diepe watervoerende pakketten lijkt op dit moment zeer beperkt in verband de hoge weerstand van de slecht doorlatende lagen.
- In groot Paramaribo wordt momenteel vooral grondwater onttrokken uit de Burnside-aquifer, waardoor stijghoogtes tot 25m zijn gedaald en de zoutconcentratie is toegenomen. Bodemdaling als gevolg van overexploitatie in Paramaribo is waarschijnlijk beperkt tot enkele tientallen centimeters. Het huidige onttrekkingsdebiet uit Groot-Paramaribo is ongeveer 120.000 m<sup>3</sup>/dag.
- Gezien de beperkte uitwisseling met oppervlaktewater zijn de effecten van klimaatverandering op de zoetzoutverdeling en de productiecapaciteit beperkt. Naar alle waarschijnlijkheid is er in ieder geval tot 2040 voldoende grondwater aanwezig in de watervoerende lagen aan de kust van Suriname aan de vraag te voldoen.



Figuur 1: Schematisch hydrogeologisch profiel van de kustvlakte van Suriname (Groen, 2002).



*Ondiep grondwatersysteem* is minder goed in beeld. Het freatisch systeem bestaat in Paramaribo voornamelijk uit kleiige mariene afzettingen en zandige strandwalafzettingen welke zijn afgezet nadat de Holocene zeespiegelstijging vertraagde tussen 7000 en 6000 jaar geleden (bijlage 1).

- De Holocene strandwallen bevatten nu zoet grondwater, terwijl omliggende Holocene kleigronden in de kustvlakte nog brak zijn. Door de hoge doorlatendheid van de strandwallen en het tropische klimaat is de grondwateraanvulling hier ca. 350 tot 500 mm per jaar en is het zoutwater grotendeels verdrongen. Dit ondiepe grondwater vormde voor de oprichting van de Surinaamsche Waterleiding Maatschappij de belangrijkste bron van drinkwater.

### **Stand van zaken in Paramaribo**

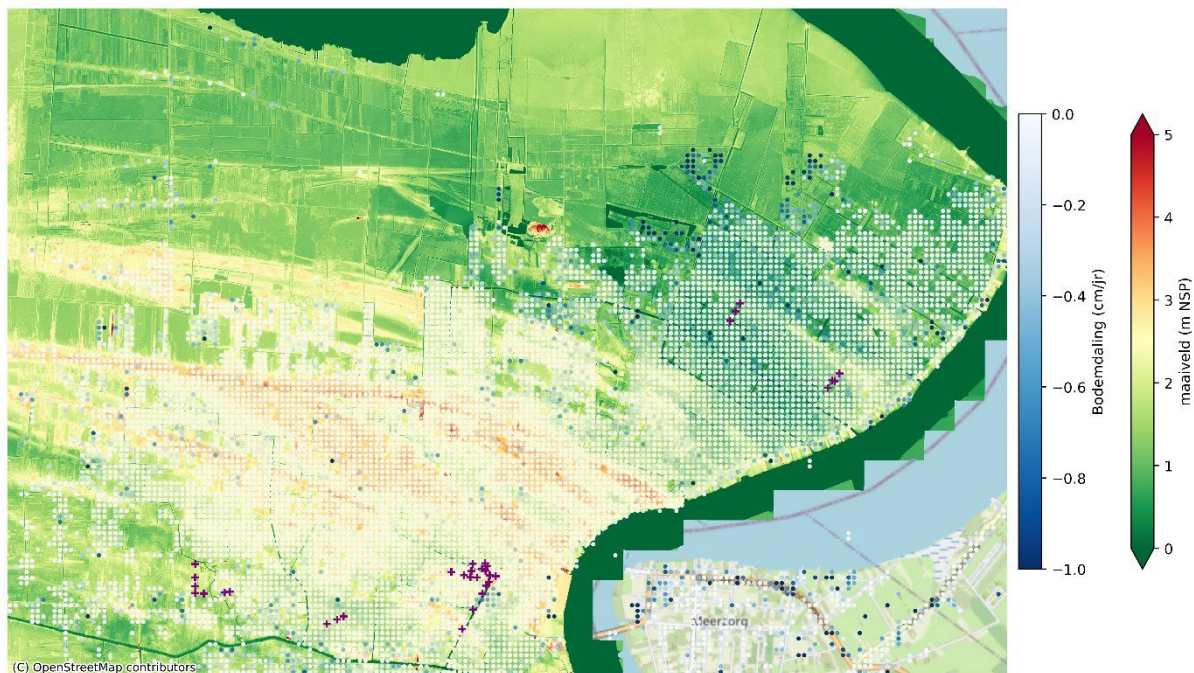
Een literatuurstudie en gesprekken met stakeholders uit Paramaribo geven inzicht in de volgende problematiek:

#### Ondiep grondwatersysteem:

- Paramaribo wordt geteisterd door aanhoudende overstromingen in het regenseizoen. Op veel plekken werkt de riolering niet naar behoren, maar ook de potentie van de ondergrond voor waterberging wordt niet goed benut. In het masterplan voor het Saramacca kanaal wordt de bergingscapaciteit van de ondergrond niet beschouwd. Hoewel door de aanwezigheid van een dikke kleilaag en hoge grondwaterstanden de infiltratiecapaciteit van de ondergrond waarschijnlijk beperkt is, ontbreekt de kennis over het systeem om berging in de ondergrond in zijn geheel uit te sluiten.
- Gebrekkige kennis over het bodem en watersysteem bij aannemers en ingenieurs leidt tot foutieve aanleg van fundering van gebouwen en infrastructuur.
- Drainage en bebouwing op slappe kleibodems kan leiden tot ondiepe bodemdaling. Hier is weinig over bekend, maar het maaiveldhoogtemodel van Paramaribo laat zien dat kleigronden enkele meters lager liggen dan de stevigere zandritten. Dit duidt mogelijk op compactie en zetting van de ongerijpte mariene kleien na sinds afzetting en ingebruikname door inwoners van Paramaribo.

#### Diep grondwatersysteem:

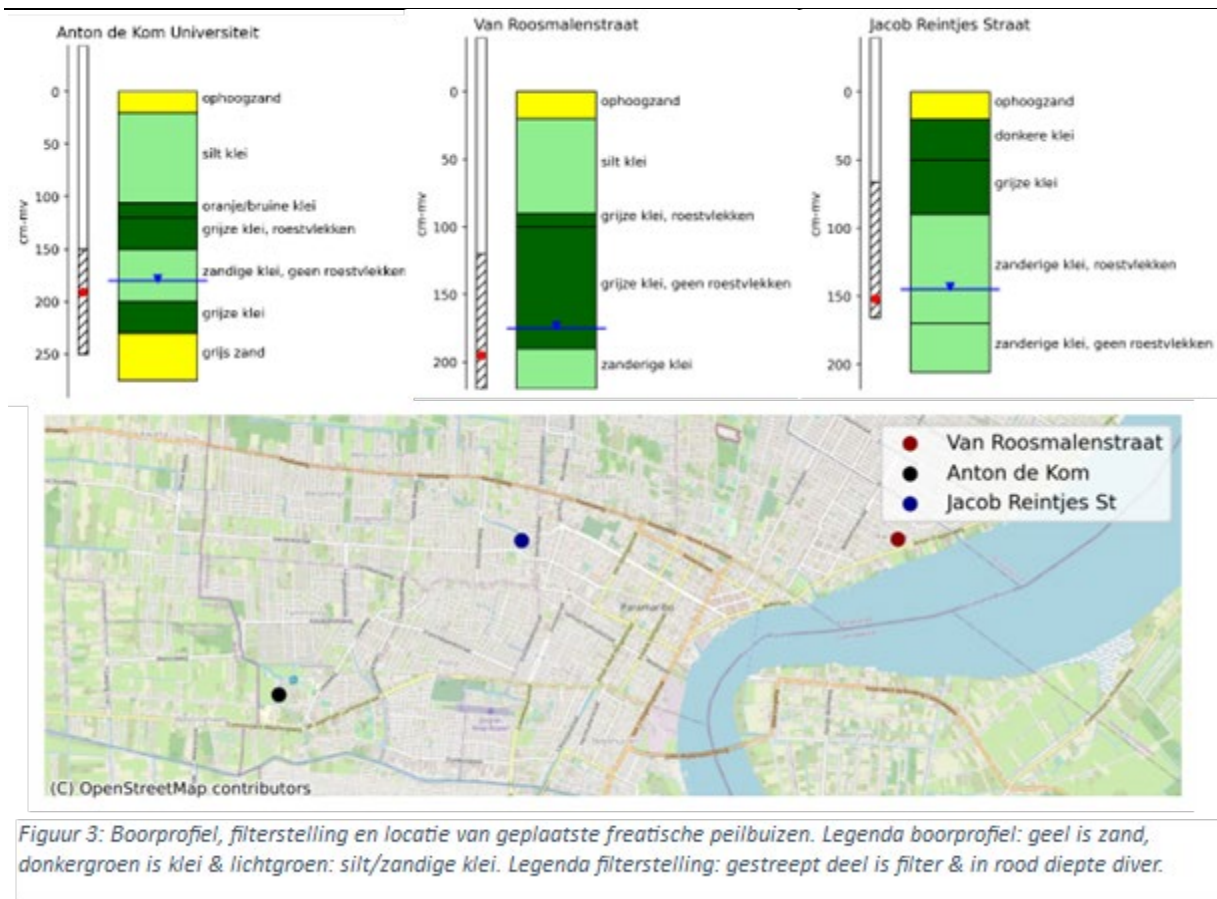
- De diepe bodemdaling en verzilting als gevolg van de onttrekkingen rondom Paramaribo zijn slechts beperkt onderzocht, maar ze kunnen potentieel ongewenste bijeffecten van de exploitatie vormen.
- Op dit moment wordt verreweg het merendeel van het drinkwater geproduceerd uit grondwater. Hoewel er momenteel geen sprake is van uitputting, is het vanwege de overvloed aan water tijdens het regenseizoen verstandig om te onderzoeken of er alternatieve bronnen beschikbaar zijn. Op die manier wordt het grondwater gereserveerd voor droge periodes en is het risico van uitputting van het diepe grondwatersysteem op de lange termijn kleiner.
- Er zijn zorgen over de effecten van de diepe grondwateronttrekking op bodemdaling. De resultaten van een eerder uitgevoerde InSAR-studie in opdracht van de Wereldbank (EO4SD Disaster Risk Reduction, 2020) is in dat licht nog eens bekeken. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Figuur 2. Aangezien een lokaal referentiepunt ontbreekt zijn de snelheden gecorrigeerd t.o.v. de mediane verticale snelheid van het gehele gebied. Het effect hiervan op de absolute dalingssnelheden is onduidelijk. In paars zijn de onttrekkingslocaties van SWM weergegeven. Bodemdalingssnelheden zijn vooral hoog in Noord-Paramaribo. Er lijkt geen sprake te zijn van een sterke correlatie met de onttrekkingslocaties. Wel lijkt er enige relatie te zijn met de maaiveldhoogte: het gebied in het noorden ligt namelijk nu ook al laag en daalt verder met 0.5 tot 1.0 cm per jaar. De hoogteligging reflecteert hoogstwaarschijnlijk de kleiige en bodemdalinggevoelige lithologie van dit gebied. Drainage en bebouwing van dit gebied kan bijdragen aan bodemdaling. Dit uiterst noordelijk gebied is verder ook gevoelig voor kusterosie als gevolg van de voorspelde zeespiegel stijging. Deze bevindingen suggereren dat de gemeten bodemdaling waarschijnlijk wordt veroorzaakt door ondiepe factoren, maar dit is op basis van deze resultaten niet met zekerheid vast te stellen. Om meer zekerheid te verkrijgen, is aanvullend onderzoek vereist, zoals het gebruik van extensometers en metingen op NSP-punten.



Figuur 2: Bodemdalingssnelheid (cm/jr) in Paramaribo tussen 11-02-2017 en 22-12-2019 (EO4SD Disaster Risk Reduction, 2020) geplot op een DEM (Deltares, in progress). Bodemdalingssnelheden zijn gecorrigeerd t.o.v. mediaan daling voor het gehele gebied aangezien lokaal referentiepunt ontbreekt. In paars zijn de grondwateronttrekkingslocaties van SWM weergegeven.

### Nieuwe informatie fact-finding week

Tijdens de fact-finding week zijn er drie ondiepe peilbuizen geïnstalleerd om meer inzicht te krijgen in de freatische grondwaterdynamiek. De locaties van de peilbuizen zijn strategisch gekozen: verspreid over de stad, rekening houdend met verschillen in overstromingsproblematiek en de afstand tot het oppervlaktewatersysteem. Bovendien bevinden de peilbuizen zich op afgesloten en beheerd terrein. De boringen tonen afwisselende lagen van zeer vette klei en meer zandige kleiige afzettingen, met hier en daar dunne zandlagen. De grondwaterstand varieerde tussen 150 en 180 cm onder het maaiveld, en dit werd gemeten tijdens een van de droogste perioden in Suriname. In sommige gevallen bevond de grondwaterstand zich lager dan de GLG-indicaties (roestvlekken) (Figuur 3).



Figuur 3: Boorprofiel, filterstelling en locatie van geplaatste freatische peilbuizen. Legenda boorprofiel: geel is zand, donkergroen is klei & lichtgroen: silt/zandige klei. Legenda filterstelling: gestreept deel is filter & in rood diepte diver.

#### Kennis/informatie bronnen

- [MI-GLIS – Accuraat | Efficiënt | Integer – Management Instituut voor Grondregistratie en Land Informatie Systeem \(miglissr\)](https://miglissr.nl/)
- [Climate Change Knowledge Database Suriname | Monitoring, Reporting and Verification Tool \(dondrusr\)](https://dondrusr.nl/)
- [Groundwater – Suriname Water Resources Information System \(swrisr\)](https://swrisr.nl/)

#### Netwerk

##### Ondiep grondwater

- Ministerie Openbare Werken – afdeling ontwatering
- Ministerie van Ruimtelijke Ordening
- Mi-Glis
- Anton de Kom universiteit
- Civiel technische ingenieurs bureaus

##### Diep grondwater

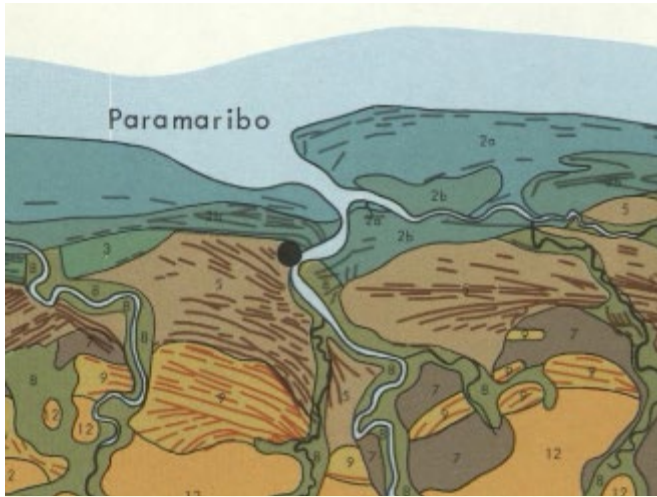
- Ministerie van Natuurlijke Hulpbronnen
- SWM
- Anton de Kom universiteit

#### Referentielijst

- RTI International. (2016). *Hydrogeological Assessment of the Coastal Aquifers in Suriname- Final Report*.
- Groen, K. (2002). *The Effects of Transgressions and Regressions on Coastal and Offshore Groundwater*, Vrije Universiteit, Nederland.
- EO4SD Disaster Risk Reduction (2020). *Paramaribo (Suriname): Terrain Deformation in urban areas. City Resilience Program: Terrain Deformation in urban areas (WB-CRP-01). Product Sheet*



Bijlage 1: Bodemkaart omgeving Paramaribo.

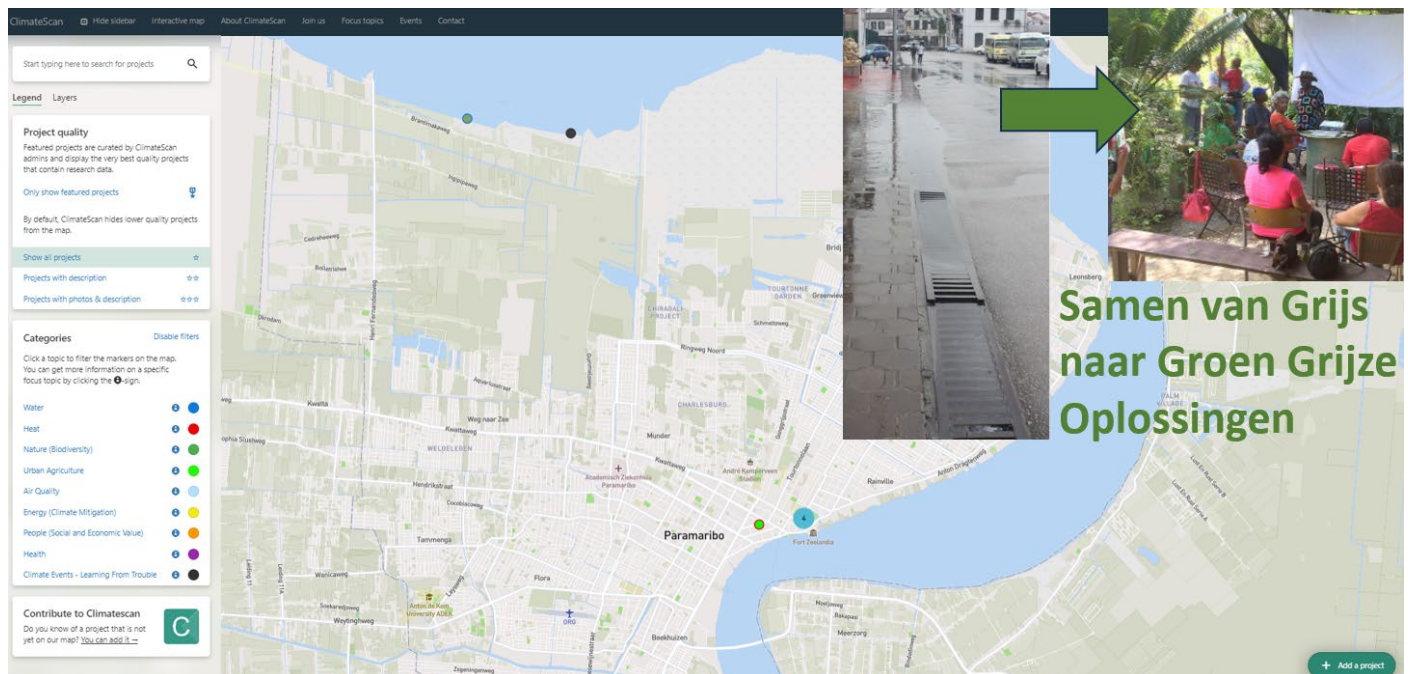


LEGEND

Symbol	Main kind of sediment	Phase	Deposits	Series
1	Peat growing above sea level	uncorrelated probably Wanica through Comowine		
2a	Saline to brackish marine clay without or with vague mottles, or with brown mottles	Comowine		
2b	ditto with brown mottles			
3	Marine clay with high base saturation and olive or yellowish brown mottles	Moleson		
3a	ditto in thin layers on older sediments			
4	Sandy ridges with or without shells, seldom podzolized	Comowine and Moleson	Coronie	Demerara (Holocene)
5	Marine clay with medium to low base saturation and yellow mottles	Wanica		
6	Sandy ridges without shells, partly podzolized			
7	Soft brackish water clay with much pyrite and organic matter, covered with peat of varying depth, mostly unmottled		Mara	
8	Estuarine and riverain clays and loams		uncorrelated	
9	Firm red and yellow mottled clay to loamy fine sand, (unknown area included in Para) sometimes to coarse sand; sands mainly podzolized			
10	Sandy and loamy, mostly indistinct ridges, mainly podzolized		Lelydorp	Coropina (Pleistocene)
11	Sandy to clayey river terraces			
12	Firm red mottled clay with silty top		Para	
13a	Older sediments (White Sands)			Berbice (Tertiary) Crystalline basement
13b	Residual			
14	Estuary levees			
15	Erosion scarp and silty ridge			

# Urban Nature Based Solutions

*Samen van grijs naar groene-grijze oplossingen*



## Introductie van het onderwerp

In Suriname zijn diverse multidisciplinaire uitdagingen die zijn beschreven in diverse documenten (Best et al. 2021; Djosetro and Behagel 2020; de Jong et al. 2021; Martoredjo, Helmi, and Maryono 2023; Sieber et al. 2021) en blijken uit interviews. De uitdagingen worden in de toekomst groter door klimaatverandering en toename bevolking met toename verharding en hoger gebruik van grondstoffen (bouwmaterialen als hout en grondwater). De uitdagingen zijn onder andere: wateroverlast (hogere zeespiegel en intensievere neerslag), droogte (zoutwaterintrusie), hittestress en waterkwaliteitsproblemen.

## Relevantie van dit onderwerp

Waarom is dit onderwerp relevant om opgepakt te worden in het Kennisprogramma Water, Bodem en Klimaat? Zijn er links met andere thema's die binnen het programma opgepakt zullen worden?

Interdisciplinaire Green Grey Measures (combinatie van grijze, bij voorkeur circulaire, en nature-based solutions, waarbij zoveel mogelijk natuurlijke processen worden ingezet) mitigeren de effecten van klimaatverandering en creëren een gezondere leefomgeving voor mens en dier. Gezien Green-Grey measures, mits goed ontworpen, aangelegd en beheerd, een positieve interdisciplinaire bijdrage geven aan de eerder genoemde uitdagingen is de planning hiervan zeer relevant.

## Stand van zaken in Groot - Paramaribo

Welke issues spelen er met betrekking tot het onderwerp in Groot-Paramaribo? Deepak

De uitdagingen zijn :

- wateroverlast (hogere zeespiegel en intensievere neerslag),
- droogte (zoutwaterintrusie),
- hittestress
- Waterkwaliteitsproblemen.
- bio diversiteit afname

## Kennis/informatie hiaten

Welke informatie mist er, met name over de lokale situatie?

- Een overzicht van prioriteitsgebieden (hoge schade door uitdagingen)
- Een overzicht van geïmplementeerde oplossingen
- Evaluatie van oplossingen (voor opschaling)

- Plan voor opschalen: interdisciplinaire strategie
- Guidelines voor ontwerp, aanleg en beheer van oplossingen

### Netwerk

- Ministerie van Openbare Werken
- Water Forum Suriname
- Anton de Kom Universiteit van Suriname
- Lokale aannemers
- Ministerie van Ruimtelijke Ordening en Planning

### Referentielijst

- Best, Lisa, Kimberley Fung-Loy, Nafiesa Ila Hibaks, Sara O. I. Ramirez-Gomez, and Erika N. Speelman. 2021. "Toward Inclusive Landscape Governance in Contested Landscapes: Exploring the Contribution of Participatory Tools in the Upper Suriname River Basin." *Environmental Management* 68(5):683–700. doi: 10.1007/s00267-021-01504-8.
- Djosetro, Marijem, and Jelle Hendrik Behagel. 2020. "Building Local Support for a Coastal Protected Area: Collaborative Governance in the Bigi Pan Multiple Use Management Area of Suriname." *Marine Policy* 112:103746. doi: 10.1016/j.marpol.2019.103746.
- de Jong, Steven M., Yuchen Shen, Job de Vries, Ginny Bijnaar, Barend van Maanen, Pieter Augustinus, and Pita Verweij. 2021. "Mapping Mangrove Dynamics and Colonization Patterns at the Suriname Coast Using Historic Satellite Data and the LandTrendr Algorithm." *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 97:102293. doi: 10.1016/j.jag.2020.102293.
- Martoredjo, Irvin, Muhammad Helmi, and Maryono Maryono. 2023. "Assessment of Flood Mitigation Strategy Based on Integrated Approach of Remote Sensing and Coastal Vulnerability Geospatial Modeling at the Coastal Plain of Suriname." *Journal of Bioresources and Environmental Sciences* 2(3):119–33. doi: 10.14710/jbes.2023.19293.
- Sieber, Ina Maren, C. Sylvie Campagne, Clément Villien, and Benjamin Burkhard. 2021. "Mapping and Assessing Ecosystems and Their Services: A Comparative Approach to Ecosystem Service Supply in Suriname and French Guiana." *Ecosystems and People* 17(1):148–64. doi: 10.1080/26395916.2021.1896580.
- Nature-Based Solutions in tropical urban flood mitigation, A case study in Paramaribo, Suriname MSc Graduation project, Perrin Keesmaat
- UN country data: [Country \(or area\) | SDG 6 Data Suriname | Data \(worldbank.org\)](#)
- Het rapport over impact Climate change op Suriname/Guyana (ook Wflow modellering), 11202941-000-ZWS-0007, 23 March 2020
- Inceptierapport** 11204756 (SCSRP Lot 2 Inception Report-11dec2021)  
 Suriname Final National Adaptation Plan\_2020  
 WB/GFDRR/JBA flood risk assessment studie 2016-2017 van JBA/WB  
 Suriname FRM report 2017 FINAL  
 Suriname-Coastal-Resilience-Assessment  
 Hoofdrapport Masterplan Ontwatering Groot-Paramaribo DHV/WL 2001;  
[Health risks from floodwaters | Environment Protection Authority Victoria \(epa.vic.gov.au\)](#)  
[River management, flooding, drought, and health | Deltares](#)  
[Alderman 2012 floods health](#)  
[Gevolgen van wateroverlast voor de gezondheid – Dagblad Suriname \(dbsuriname.com\):](#)  
 ziekte van weil, dengue, vervuiling drinkwater en voedsel>cholera, chigella, salmonella, e.a.  
[Water and health From environmental pressures to integrated responses \(sciencedirectassets.com\)](#) Boelee et al  
[Update on environmental aspects of the floods in Suriname - Suriname | ReliefWeb: SWM, de \(drink-\) waterautoriteit, werkt aan een geavanceerd waterlaboratorium – Dagblad Suriname \(dbsuriname.com\)](#) Mol et al 2014. Suriname schoon genoeg?  
 Overzicht ontwikkeling Suriname. Milieu-impact waterkracht, afvalbeheer, milieubeheer kleinbedrijf, bauxiet- en goudwinning, bosbeheer en landbouw  
[De Watergroep opent waterproductiecentrum in Suriname | De Watergroep](#)  
[Oppervlaktewater Surinamerivier beste voor Commewijne – Dagblad Suriname \(dbsuriname.com\)](#). studentonderzoek wg  
 Suriname rivier







# PROJECT IDEEËN

Op basis van de fact sheets en de bevindingen die zijn gedaan gedurende de week, zijn er ideeën ontstaan voor vervolgactiviteiten. Deze ideeën zijn op de laatste dag van de JFFW aan elkaar gepresenteerd en besproken. De project ideeën zijn nu nog in concept vorm. In de periode na de JFFW zullen de ideeën verder in detail worden uitgewerkt. Daarna zal een synthese worden gemaakt en zullen de ideeën worden samengebracht in een concreet projectvoorstel dat in 2024 kan worden uitgevoerd.

Vanuit het thema Urban Resilience zijn project ideeën opgesteld voor de volgende onderwerpen:

1. Urban Nature Based Solutions: Verkenning van Nature-Based Solutions voor Groot-Paramaribo
2. Grondwater en bodemdaling: Ontwerp freatisch grondwater monitoringsnetwerk
3. Waterkwaliteit: Benutting waterkwaliteitsdata WLA
4. Gezondheid en Wateroverlast: Gezondheidsrisico's na wateroverlast

# Urban Nature Based Solutions

<b>Datum</b>	3/11/2023
<b>Versie Nummer</b>	1
<b>Status</b>	<span style="background-color: #f08080; padding: 2px;">Concept</span> <input checked="" type="checkbox"/> <span style="background-color: #cccccc; padding: 2px; margin: 0 5px;"></span> <span style="background-color: #f08080; padding: 2px;">Finaal</span> <input type="checkbox"/>
<b>Auteurs</b>	Floris Boogaard, Begonia Arellano, Deepak Ramautar, Roshni Ajodhia, Nishchal Sardjoe

<b>Project Naam</b>	Verkenning van Nature-Based Solutions voor Groot-Paramaribo
<b>Project Beschrijving:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aanleiding</li> <li>• Doel(en)</li> <li>• Onderzoeksvraag</li> <li>• Activiteiten</li> </ul> (maximaal 500 woorden)	<b>Aanleiding:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• klimaatontwikkeling en urbanisatie zijn oorzaken voor wateroverlast, droogte en hittestress in Paramaribo.</li> <li>• Potentiele adaptatiemaatregelen kunnen in de “nature-based solutions” sfeer gezocht worden, waarbij er ook gedacht kan worden aan combinaties van groen-grijs.</li> </ul> <b>Doel:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoek naar mogelijkheden en effectiviteit van NBS in Groot-Paramaribo</li> </ul> <b>Onderzoeksvragen:</b> <p>Er wordt geput uit eerder uitgevoerde studies waarbij er al aandacht besteedt wordt aan de problemen rondom wateroverlast en hittestress Dit resulteert in de volgende onderzoeksvraag:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welke kansrijke NBS kunnen geïmplementeerd worden onder de voorwaarde van onderhoudsarm en kosten effectief?</li> </ul>
<b>Voor wie is het project?</b>	Het project heeft als belangrijkste beneficiary het Ministerie van Openbare Werken, het Ministerie van Ruimtelijke Ordening en Milieu en de Anton de Kom Universiteit van Suriname.
<b>Impact van het project op:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennisontwikkeling</li> <li>• Verdere samenwerking</li> <li>• Milieu</li> <li>• Gemeenschap</li> </ul>	<b>Kennisontwikkeling:</b> door het onderzoeken van de effectiviteit van NBS op bepaalde landgebruikstypen wordt er kennis ontwikkeld, opgeslagen en gedeeld met de betrokken organisaties. Denk bijvoorbeeld aan B&O strategieën voor de afdelingen die hier bij MOW voor verantwoordelijk zijn, maar ook aan het opbouwen van een database van gebruik van NBS in een tropische omgeving. <p><b>Samenwerking:</b> een actieve samenwerking met partijen uit NL en de bovengenoemde partijen uit Suriname zal uit dit project voortvloeien. Hier kan worden gedacht aan bijvoorbeeld de WUR, maar ook partijen uit het platform EcoShape, Stichting Tropenbos, TU Twente, etc.</p> <p><b>Milieu:</b> Nature-Based solutions zijn gebaseerd op milieu technische eigenschappen om de uitdagingen in Paramaribo aan te pakken: zuiverend vermogen, infiltratie etc</p>



	<p><b>Gemeenschap:</b> De gemeenschap is zoveel mogelijk betrokken bij de plannen bij het bepalen van de criteria voor NBS. Ook zijn <i>citizen science</i> tools toegepast zoals <a href="http://climatescan.nl">climatescan.nl</a> waaraan iedereen kan deelnemen en de resultaten van het onderzoek kunnen inzien.</p>
Project Uitkomsten	<p>Het project zal inzicht verschaffen in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Samenbrengen/Versterken van de probleemanalyse die al door verschillende partijen/instanties is uitgevoerd.</li> <li>• Inzichten of NBS voor verschillende landgebruik typen of functies een oplossing kunnen bieden.</li> <li>• Een overzicht van lokale maar ook meer nationale NBS maatregelen die er al in Groot-Paramaribo zijn.</li> <li>• Een overzicht van de NBS die in Groot-Paramaribo op verschillende plekken geïmplementeerd kunnen worden, al dan niet in combinatie met grijze infrastructuur. Waar mogelijk zullen kleinschalige pilots gericht op meten en monitoren ingevoerd worden.</li> <li>• Een overzicht van de enabling conditions voor het implementeren van NBS in de Surinaamse context..</li> <li>• Resterende kennis-lacunes en concrete voorstellen voor project-opschaling.</li> </ul> <p>Voor gedetailleerdere informatie verwijzen we naar Bijlage 1.</p>
Duur van het Project (in maanden)	6 Maanden
Potentie voor opschaling	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Op basis van de resultaten van deze studie kan concreet een Water as Leverage voorstel ingediend worden.</li> <li>• Verder zijn er ook diverse trainingen/onderzoeksprojecten mogelijk via SIA, NWO en Erasmus aanvragen.</li> </ul>
Welke activiteiten worden voorzien?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studiebezoeken naar Suriname.</li> <li>• Stages van Surinaamse en Nederlandse Studenten.</li> <li>• Een ClimateCafe.</li> <li>• Gezamenlijke publicaties.</li> <li>• Trainingen met als potentiële onderwerpen (implementatie van NBS, ontwerp van NBS, gebruik van de CRC Toolbox).</li> </ul>

## Bijlage 1

- Wat zijn de problemen?

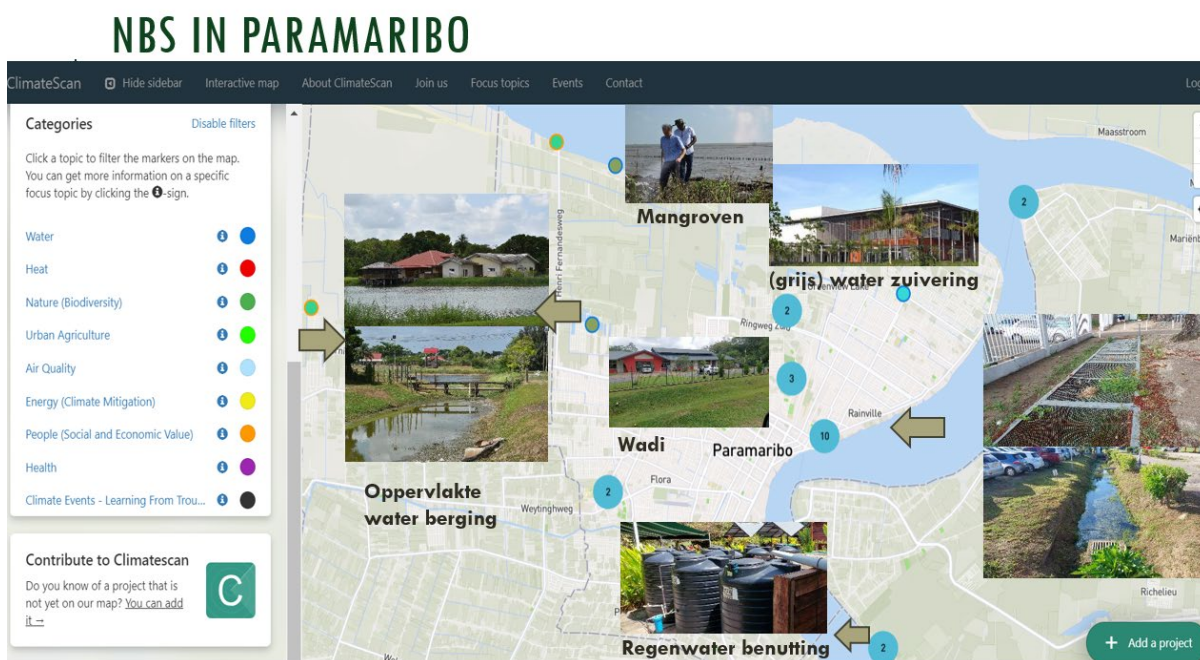
In Suriname zijn diverse multidisciplinaire uitdagingen die zijn beschreven in diverse documenten (Best et al. 2021; Djosetro and Behagel 2020; de Jong et al. 2021; Martoredjo, Helmi, and Maryono 2023; Sieber et al. 2021) en blijken uit interviews. De uitdagingen worden in de toekomst groter door klimaatverandering en toename bevolking met toename verharding en hoger gebruik van grondstoffen (bouwmaterialen als hout en grondwater). De uitdagingen zijn onder andere: wateroverlast (hogere zeespiegel en intensievere neerslag), droogte (zoutwaterintrusie), hittestress en waterkwaliteitsproblemen.

- Zijn Nature-based solutions een oplossing voor deze uitdagingen?

Ja, NBS (afhankelijk van welke worden gekozen) zijn een oplossing voor wateroverlast, droogte, hitte, waterkwaliteit en verhoging van bio diversiteit.

- Welke NBS zijn er al in Paramaribo?

Ja, diverse NBS zijn geïdentificeerd in Paramaribo. Enkele zouden geoptimaliseerd kunnen worden na overleg met stakeholders. Meer dan 20 NBS locaties zijn vastgelegd op [climatescan.nl](https://climatescan.nl) met korte omschrijving en fotos en video. Meer projecten en informatie kunnen worden toegevoegd door iedereen die dat wil.



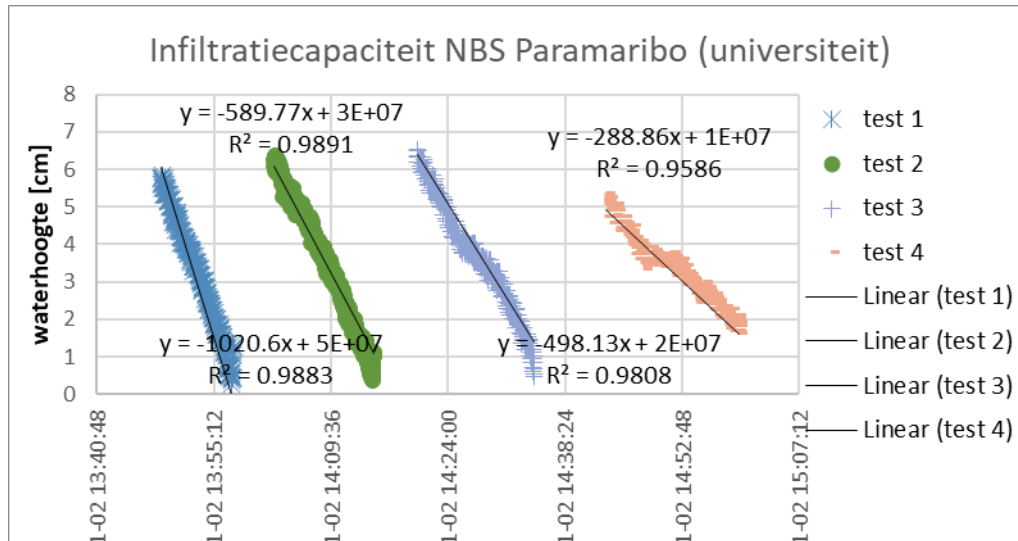
- Welke factoren zijn van belang bij het implementeren van NBS?

Samen met het consortium is een top 5 gemaakt van belangrijkste voorwaarden voor implementatie van NBS:

- Prioriteit van gebied: risico voor oa wateroverlast
- Populatie (gebruikers)
- Ruimte (is schaars)
- Ondergrond (klei tot zand)
- Gezondheidsrisicos (gelinked aan groep waterkwaliteit)

Een belangrijke beperkende factor kan infiltratie van regenwater in de bodem zijn (veel van de ondergrond is klei met hoge grondwaterstanden). Om alvast te bepalen of infiltratie voldoende kan zijn op de geplande locatie van het living lab zijn oriënterende metingen gedaan. Hieruit blijkt dat de initiële doorlatendheid meer dan voldoende is zonder aanvullende maatregelen zoals drainage. Echter, verzadiging van de bodem zal de infiltratiesnelheid al gauw meer dan halveren (zie figuur en tabel) tot 'enkele meters per dag'. Dit is vergelijkbaar met soortgelijke testen onder soortgelijke omstandigheden als Holland

(laag Nederland)<sup>4</sup> en New Orleans<sup>5</sup> (klei en hoge grondwaterstanden) dus zeker mogelijk om infiltratievoorzieningen te implementeren in Paramaribo.



	m/d
test 1	9.6
test 2	6.3
test 3	5.1
test 4	4.6

- Welke kansrijke NBS kunnen geïmplementeerd worden onder de voorwaarde van onderhoudsarm en kosten effectief? Alle NBS die al gemapped zijn in Paramaribo kunnen worden opgeschaald:

- Regenwaterbenutting
- Wadi
- Regenwatertuin
- Oppervlaktewater berging

En nieuwe NBS die weinig kosten en onderhoud vragen zijn geïdentificeerd voor testen (fieldlab universiteit) en

En verdere opschalen:

- Doorlatende verharding
- Berging in openbare ruimte (oa waterpleinen)
- Kolkloze wegen
- (kunstmatige) bomen
- ...

- Welke onderzoeksvragen blijven over na deze QuickScan voor verdere uitwerking in de komende jaren? Verdere onderzoeksvragen over nadere implementatie van NBS in Paramaribo worden bij voorkeur in nauwe samenwerking (Makandra) opgepakt in een fieldlab setting waarbij publieke en private partijen samen de effectiviteit van innovaties voor Paramaribo onderzoeken.

<sup>4</sup> <https://klimaatadaptatienederland.nl/actueel/actueel/interviews/raingarden-interview-floris-boogaard/>

<sup>5</sup> Boogaard, F.; Rooze, D.; Stuurman, R. The Long-Term Hydraulic Efficiency of Green Infrastructure under Sea Level: Performance of Raingardens, Swales and Permeable Pavement in New Orleans. *Land* **2023**, *12*, 171. <https://doi.org/10.3390/land12010171> <https://www.mdpi.com/2073-445X/12/1/171>



# Grondwater en Bodemdaling

<b>Datum</b>	3 November 2023
<b>Versie Nummer</b>	Versie 1
<b>Status</b>	<span style="background-color: #f08080; padding: 2px;">Concept</span> <input checked="" type="checkbox"/> <span style="background-color: #a9a9a9; padding: 2px; margin-left: 10px;">In Progress</span> <span style="background-color: #f08080; padding: 2px; margin-left: 10px;">Finaal</span> <input type="checkbox"/>
<b>Auteurs</b>	Oclaya Verwey, Roel Melman

<b>Project Naam</b>	<b>Ontwerp freatisch grondwatermonitoringsnetwerk</b>
<b>Project Beschrijving:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aanleiding</li> <li>Doel(en)</li> <li>Onderzoeksvraag</li> <li>Activiteiten</li> </ul> (maximaal 500 woorden)	<p><b>Aanleiding:</b> Kennis over ondiep grondwatersysteem in Paramaribo ontbreekt. Het ondiepe grondwatersysteem wordt niet meegenomen in oplossingen voor de overstromingsproblematiek en daarnaast leidt gebrek aan kennis tot foutieve aanleg van funderingen van huizen en draagt mogelijk bij aan bodemdaling in het noorden van Paramaribo. Meer kennis kan bijdragen aan het succesvol uitrollen van onderhoudsarme Urban Nature Based Solutions voor het aanpakken van de overstromingsproblematiek en geïnformeerde keuzes bij het aanleggen van funderingen en drainagewerken.</p> <p><b>Doel:</b> Ontwerp een ondiep grondwatermonitoringsnetwerk voor een beter begrip van het freatische bodem- en grondwatersysteem, om zo toekomstige wateroverlast, ondiepe bodemdaling en funderingsproblemen gericht te kunnen adresseren.</p> <p><b>Onderzoeksvragen:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Welke factoren beïnvloeden de freatische grondwaterstand in Paramaribo?</li> <li>2. Wat is de ruimtelijke spreiding van deze factoren?</li> <li>3. Op welke locaties moeten we meten om een voldoende dekkend beeld te krijgen van de freatische grondwaterdynamiek?</li> <li>3. Op welke manier kan deze informatie het beste bijdragen aan verhelpen problemen met betrekking tot bodem en water in Paramaribo?</li> </ol> <p><b>Activiteiten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uitvoeren en verwerken grondwatermetingen reeds geplaatste ondiepe peilbuizen tot en met februari.</li> <li>- Literatuurstudie naar bodem en ondiepe geologie Paramaribo</li> <li>- Training voor het uitvoeren van ondiepe ondergrondkartering</li> <li>- Ondiepe ondergrondkartering uitvoeren in samenwerking met Surinaamse partners.</li> <li>- Kennissessie organiseren met belanghebbenden om hun kennisvragen en behoeften te inventariseren.</li> <li>- Ondiep grondwatermeetnet definitief ontwerpen en beginnen met de uitvoering.</li> </ul>
<b>Voor wie is het project?</b>	Ministerie van Openbare Werken, Ingenieursbureaus, Anton de Kom universiteit.
<b>Impact van het project op:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kennisontwikkeling</li> <li>Verdere samenwerking</li> <li>Milieu</li> <li>Gemeenschap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennisontwikkeling: Er is op dit moment zeer beperkte kennis over het ondiepe grondwater- en bodemsysteem. Terwijl het lokaal een belangrijke rol kan spelen in de waterbalans en stabiliteit van de ondergrond.</li> <li>- Milieu: meer inzicht in kansrijke NBS-locaties à minder overstromingen à kleiner risico op verspreiden verontreinigingen via overstromingen.</li> <li>- Gemeenschap: beter aanleg fundering, minder schade en daarop volgende reparatiekosten</li> </ul>
<b>Project Uitkomsten</b>	Kaart met voorgestelde grondwatermeetlocaties Uitgewerkte meetnetwerk en programma Project voorstel voor in kaart brengen bodemsysteem Paramaribo ( samen met MI-GLIS)

Duur van het Project (in maanden)	9 maanden
Potentie voor opschaling	<p>Met de uitkomsten van dit project kan via het Ministerie van Openbare werken een financierings voorstel ingediend worden bij de IDB, voor het onderzoeksnetwerk. De relatie met huidige projecten voor overstromingsrisico's en het Saramacca kanaal kunnen daarbij helpen.</p> <p>Het MI-Glis is ook voornemens een project uit te voeren voor het inzichtelijk maken van de bodemgesteldheid, dat is ook een mogelijkheid voor financiering van dit project.</p> <p>Ook via de universiteit kan naar mogelijkheden voor het indienen van een financieringsvoorstel uitgekeken worden voor het onderzoeksgedeelte van deze proposal.</p>
Welke activiteiten worden voorzien?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Werksessie met stakeholders om op te halen waar behoefte aan is en hoe de informatie in de toekomst het beste gedeeld kan worden.</li> <li>2. Tot februari 2024 meten en uitwerken data reeds geplaatsten peilbuizen: training interpretatie data en verkenning. In relatie tot neerslag data, deze data kan verkregen worden van het ministerie van Openbare werken.</li> <li>3. Informatie bodemkarteringen en drainagenetwerk verzamelen (oude kaarten, etc).</li> <li>4. Ondiepe bodemkartering uitvoeren in de stad aan de hand van een aantal gekozen profielen. Met een team van onderzoekers uit Suriname en Nederland in een week ca. 50 boringen uitvoeren.</li> <li>5. Op basis van de verzamelde informatie een definitief ontwerp opstellen voor het ondiepe grondwatermeetnet, inclusief een operationeel meetplan en onderhoudsstrategie.</li> </ol>

# Waterkwaliteit

<b>Datum</b>	3 november 2023			
<b>Versie Nummer</b>	1			
<b>Status</b>	Concept	<input checked="" type="checkbox"/>	Finaal	<input type="checkbox"/>
<b>Auteurs</b>	Shannon Owen, Kereshma Sheonarain, Vanity Goncalves, Suzanne van der Meulen			

<b>Project Naam</b>	Benutting waterkwaliteitsdata WLA (Waterloopkundige Afdeling)
<b>Project Beschrijving:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aanleiding</li> <li>Doel(en)</li> <li>Onderzoeksvraag</li> <li>Activiteiten</li> </ul> (maximaal 500 woorden)	<p>Een goede waterkwaliteit is van cruciaal belang voor het welzijn, de gezondheid en de welvaart van mensen, en voor de natuur. Mensen komen met oppervlaktewater in contact door bijvoorbeeld irrigatie met en huishoudelijk gebruik van water uit het Saramacca kanaal (USA, 2001), zwemmen en ander recreatief gebruik in de Surinamerivier, het Saramacca kanaal en Sluiskreek (MOW, 2000), of in geval van overstroming. WLA monitort de kwaliteit van oppervlaktewater; deze meetdata worden echter momenteel niet benut.</p> <p>Het doel van dit project is om te komen tot een werkwijze voor de beoordeling en rapportage van de meetgegevens. Subdoelstellingen zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Training in hoe de data beoordeeld en gerapporteerd kunnen worden;</li> <li>• Ontwikkeling van een beoordelingskader. Er zijn geen waterkwaliteitsnormen; hoe kan de waterkwaliteit dan beoordeeld worden?</li> <li>• Nagaan hoe de uitgewerkte data gedeeld zal worden.</li> <li>• Vaststellen wie wat kan met de uitgewerkte data doen.</li> </ul> <p>De werkzaamheden bestaan uit vier stappen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Identificeren benuttingskansen dataset; aan de hand hiervan worden de doelstellingen van de monitoring en het beoordelingskader bepaald.</li> <li>2) Opstellen beoordelingskader</li> <li>3) WLA data beoordelen en rapporteren</li> <li>4) Aanbevelingen en conclusies rapporteren</li> </ol>
<b>Voor wie is het project?</b>	Ministerie van Openbare Werken, Waterloopkundige Afdeling (WLA)
<b>Impact van het project op:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kennisontwikkeling</li> <li>Verdere samenwerking</li> <li>Milieu</li> <li>Gemeenschap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dit project draagt bij aan de kennis bij WLA over waterkwaliteitsbeoordeling.</li> <li>• Door de betrokkenheid van andere ministeries, ADEKUS en een private afnemer van de data versterkt dit project samenwerking tussen partijen die belang hebben bij of bijdragen aan goede waterkwaliteitsinformatie.</li> <li>• De te ontwikkelen doelgerichte beoordeling en rapportage van de waterkwaliteitsgegevens bieden een kennisbasis die nodig is voor het verkennen van maatregelen die de kwaliteit van oppervlaktewater en overstromingswater verbeteren.</li> <li>• Door de data van WLA beter te benutten en te verkennen hoe deze gedeeld kunnen worden kan ook het bewustzijn bij burgers over de waterkwaliteit en wat dit voor betekent vergroot worden. Tevens vergroot dit de maatschappelijke meerwaarde van de monitoring. Momenteel is er soms weerstand van bewoners tegen het feit dat er geld en tijd in monitoring wordt gestoken.</li> <li>• Het beoordelingskader kan als eerste stap dienen op weg naar lokale beleidsdoelstellingen ten aanzien van waterkwaliteit. Dit is een van de doelstellingen in het <i>National Adaptation Plan</i> (Government of Suriname, 2019): 'Strategic Objective 2: Develop and implement law, policy and regulation to ensure sustainable exploitation and use of drinking water resources and wastewater management'. Bijbehorende outputs zijn onder andere 'water quality standards' en 'water quality standards for each wastewater type'.</li> </ul>
<b>Project Uitkomsten</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Een eerste beoordelingskader voor de waterkwaliteitsdata van WLA. Dit beoordelingskader kan in de toekomst eventueel aangepast worden op basis van nieuwe beleid of wetenschappelijke inzichten.</li> <li>2) Beoordeling en rapportage van de WLA-dataset voor een nader te bepalen periode.</li> </ol>



PROJECT IDEE

	3) Aanbevelingen voor presentatie en benuttingskansen van de waterkwaliteitsdata van WLA door diverse stakeholders. De gebruikers kunnen publieke diensten, private ondernemingen of burgers zijn. Deze drie uitkomsten worden in een of meerdere rapporten opgeleverd.
Duur van het Project (in maanden)	7 maanden
Potentie voor opschaling	n.v.t.
Welke activiteiten worden voorzien?	Bureaustudie, interviews met stakeholders, werksessies, data-analyse, datapresentatie, rapportage. Zie onderstaande figuur voor meer details.

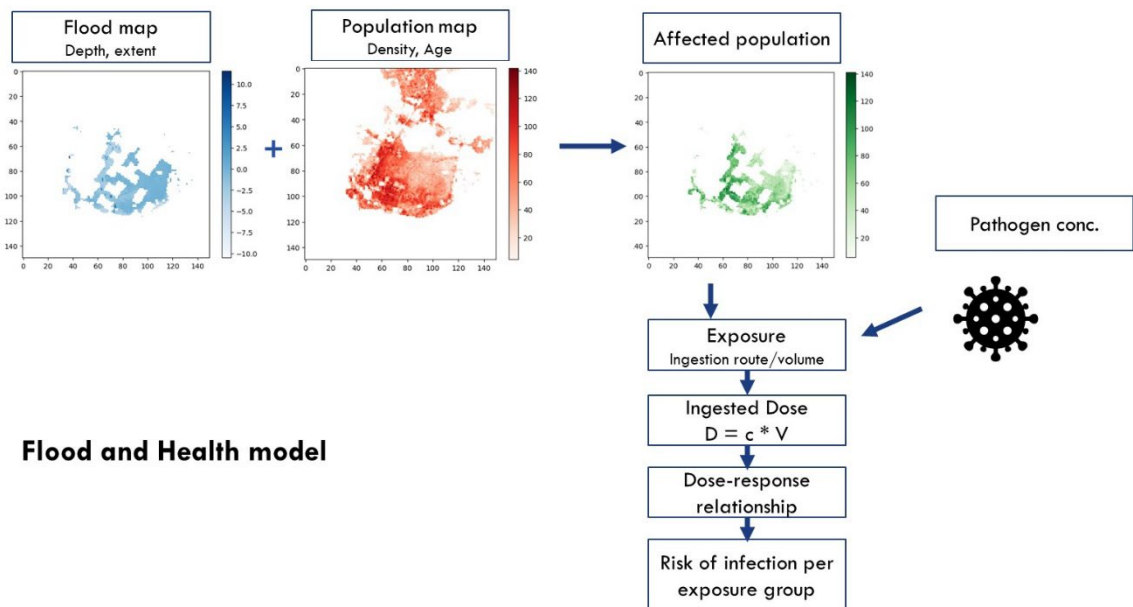
	Doel	Activiteit
NOV '23	Inzicht in monitoring en huidige rapportage	Bestuderen dataset, rapportage
DEC '23	Identificeren potentie benutting dataset	Interviews huidige gebruikers en experts (NH, particulier, Waterforum, BOG, LVV, ROM, ADEKUS)
		Werkessie: Vaststellen doelstellingen beoordeling waterkwaliteit
		Vastleggen in werknotitie
JAN '24	Beoordelingskader opstellen	Verzamelen beoordelingskaders internationaal en wetenschap
		Werkessie: Selectie geschikte beoordelingscriteria/normen
FEB '24	WLA data beoordelen en rapporteren	Data-analyse
MRT '24		Werkessie: resultaten data-analyse; voorbereiden methode presentatie/rapportage
APR '24		Data-presentatie uitvoeren (bv grafieken, kaart)
MEI '24	Afronden/conclusies en aanbevelingen	Concept conclusies en aanbevelingen
		Werkessie
		Rapportage

# Gezondheid & Wateroverlast

<b>Datum</b>	4 november 2023
<b>Versie Nummer</b>	1
<b>Status</b>	<span style="background-color: #f08080; padding: 2px;">Concept</span> <input checked="" type="checkbox"/> <span style="background-color: #a9a9a9; padding: 2px; margin-left: 10px;">In progress</span> <span style="background-color: #f08080; padding: 2px; margin-left: 10px;">Finaal</span> <input type="checkbox"/>
<b>Auteurs</b>	Suzanne van der Meulen, Shannon Owen, Anniek de Jong, Geert Prinsen, Kereshma Sheonarain, Vanity Goncalves

<b>Project Naam</b>	Gezondheidsrisico's na wateroverlast
<b>Project Beschrijving:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aanleiding</li> <li>• Doel(en)</li> <li>• Onderzoeksvraag</li> <li>• Activiteiten</li> </ul> (maximaal 500 woorden)	<p>Regenval leidt in Groot-Paramaribo regelmatig tot wateroverlast doordat regen niet snel genoeg afstroomt. Er staat op sommige plekken uren tot weken water op straat en/of in gebouwen zoals woningen. Soms treedt een rivier buiten de oevers, zoals in 2001 gebeurde bij de Saramacca Rivier (de Creola polder) en in 2022 langs de Surinamerivier benedenstrooms van Afobaka (omdat het Brokopondo reservoir moest spillover). Watergangen die overstroomd zijn verontreinigd met afvalwater uit woningen en andere gebouwen. Door fecale (ontlasting) verontreiniging kunnen hoge concentraties ziekteverwekkende virussen en bacteriën aanwezig zijn in het overstromingswater. Deze kunnen onder andere leiden tot maag-darmklachten en huidziekten. Een meetcampagne in oktober-november 2023 (zie factsheet Waterkwaliteit) en het Masterplan waterkwaliteitsonderzoek in 2000 (MOW, 2000) wijzen uit dat de watergangen hoge tot zeer hoge concentraties <i>E. coli</i> bacteriën bevatten. <i>E. coli</i> is een indicator voor fecale verontreiniging. Mensen komen in contact met dit water wanneer zij door het water lopen of erin spelen.</p> <p>Het doel van dit project is om inzicht te krijgen in de ruimtelijke variatie in gezondheidsrisico's als gevolg van contact met overstromingswater dat verontreinigd is met afvalwater (en de daarin voorkomende ziekteverwekkers).</p> <p>De onderzoeksvragen die hiervoor beantwoord moeten worden zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Waar en in welke mate worden mensen blootgesteld aan overstromingswater?</li> <li>• Wat is de kwaliteit van het overstromingswater?</li> <li>• Hoe groot is de kans dat mensen ziek worden door contact met het overstromingswater?</li> </ul> <p>Voor het bepalen van de waterkwaliteit wordt met <i>petrifims</i> de concentratie <i>E. coli</i> bacteriën bepaald. Het door Deltares ontwikkelde <i>Flood and Health model</i> (<a href="https://floods-and-health-tool.readthedocs.io/en/main/overview.html">https://floods-and-health-tool.readthedocs.io/en/main/overview.html</a>) wordt gebruikt om blootstelling en infectierisico te berekenen.</p>
<b>Voor wie is het project?</b>	Ministerie van Openbare Werken, (Bureau voor Openbare Gezondheid, inwoners van Groot Paramaribo, studenten van ADEKUS)
<b>Impact van het project op:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennisontwikkeling</li> <li>• Verdere samenwerking</li> <li>• Milieu</li> <li>• Gemeenschap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toepassing van het <i>Flood and Health model</i> draagt bij aan kennis over de toepasbaarheid van het model in verschillende contexten.</li> <li>• Dit project draagt bij aan samenwerking tussen diverse overheidsdiensten (diverse onderdelen van OW, BOG) en inwoners.</li> <li>• Inzicht in ruimtelijke verschillen in gezondheidsrisico's door overstroming kan worden gebruikt om maatregelen te prioriteren en te ontwerpen. Maatregelen kunnen gericht zijn op beperken of voorkomen van wateroverlast, om de kwaliteit van het overstromingswater te verbeteren, en/of om burgers te adviseren over hoe zij zo min mogelijk gezondheidsrisico's lopen tijdens en na wateroverlast.</li> </ul>

Project Uitkomsten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Een ruimtelijk beeld van verschillen in gezondheidsrisico's door wateroverlast (met betrekking tot fecale verontreiniging).</li> <li>Aanbevelingen voor het verminderen van deze risico's.</li> </ul>
Duur van het Project	12 maanden (november 2023-november 2024)
Potentie voor opschaling	Het gebruikte model kan worden uitgebreid met een module om de broedplaatsen van muggen tijdens/na een overstroming te identificeren om zo risicogebieden voor Dengue in kaart te brengen. Ook is lokaal onderzoek naar de mentale gevolgen van overstroming mogelijk. Deltares begeleidt 3 studenten van de VU bij een literatuuronderzoek naar mentale gevolgen van overstromingen. Vanuit die VU-groep zou in 2024 (Feb-Aug) een afstudeerder lokaal onderzoek kunnen doen in Suriname (samenwerking Deltares-Vu-AdK (Kimberley)).
Welke activiteiten worden voorzien?	<p>Hieronder wordt het voorlopige activiteitenplan beschreven. In de periode december 2023-februari 2024 wordt dit projectplan aangescherpt in samenwerking met BOG en de ontwikkelaars van het <i>Flood and Health model</i>.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Selectie van enkele onderzoeksgebieden waar regelmatig overstroming plaatsvindt. Karteren landgebruik, riolering en drainagesysteem. Hierbij gebruik maken van de resultaten van component 2 (Masterplan) van het Saramacca Canal System Rehabilitation Project. (medio februari-maart 2024)</li> <li>Gesprekken met buurtbewoners om er achter te komen hoe zij met wateroverlast omgaan en in contact komen met het water, meer details over overstromingsduur en -locatie in onderzoeksgebieden. (medio februari-maart tijdens bezoek aan Paramaribo)</li> <li>Bepalen blootstelling op basis van inundatieduur- en diepte, bevolkingsdichtheid en eventueel aanwezigheid kwetsbare groepen. (medio maart-april 2024)</li> <li>Voor en tijdens overstroming samples van het overstromingswater nemen en analyseren op de concentratie <i>E. coli</i> bacteriën. (tijdens grote regentijd eind april/mei-half augustus 2024)</li> <li>Ruimtelijke analyse infectierisico. (medio juli-september 2024)</li> <li>Opvragen van het aantal gevallen van diarree opvragen bij gezondheidsinstanties, om indien mogelijk ter validatie te gebruiken voor het aantal infecties in het model. (2024)</li> <li>Rapportage inclusief aanbevelingen. (september-november 2024)</li> </ol>



Referenties: MOW, 2000. Masterplanstudie Ontwatering Groot-Paramaribo, Onderzoek Waterkwaliteit







# WAT VOLGT

Op basis van de informatie die is verzameld en gestructureerd voor, tijdens en na de JFFW, worden de volgende vervolgstappen voorzien:

1. De project ideeën over de besproken thema's worden bij elkaar gebracht en waar mogelijk en nodig, synergiën met elkaar gelegd, met het doel te komen tot een overkoepelend project dat zich richt op de integrale opgave van het vergroten van de stedelijke veerkracht van Paramaribo. Dit project wordt verder uitgebreid met gedetailleerde activiteiten en een planning.
2. Het overkoepelend project zal begin volgend jaar (2024) starten, waarbij er vanuit zowel Suriname als Nederland meerdere mensen aan zullen werken. Het is belangrijk dat dit project vanuit een systeemperspectief wordt opgezet en integraliteit uitstraalt. Een volgend projectbezoek is voorzien voor Februari/Maart 2024 en dan zal samen worden verder gewerkt aan de integrale opgave.
3. In de komende periode worden ook de andere twee thema's van het Samenwerkingsprogramma, namelijk Kustzonebeheer en Beheer & Onderhoud verder uitgewerkt. Een concrete activiteit is het opzetten van een JFFW voor deze twee onderwerpen, voorzien voor Februari/Maart 2024.





Bron: Raul Neijhorst