

Innovatieve waterkwaliteitsmonitoring in Indonesië

Aquatiscche drones & apps

Deze maand doken Nederlandse onderwater drones op in de Indonesische nationale pers. Onder grote belangstelling las men dat een consortium van Indonesische en Nederlandse organisaties (Tauw, INDYMO, TU Delft, WLN, Hanzehogeschool) is begonnen met een grootschalig internationaal onderzoek naar oplossingen voor de slechte waterkwaliteit in steden zoals Soerabaya in Indonesië. Hierbij werden innovatieve meetmethoden ingezet zoals aquatische drones.



Vervuilde wateren in Indonesië, waarbij de onderwater drones zijn ingezet.

De eerste resultaten wijzen uit welke vervuilde bronnen aangepakt moeten worden (huishoudelijk afvalwater en industrie). Tijdens de interactie bij de innovatieve metingen is commitment opgehaald en tevens bepaald welke stakeholders betrokken moeten worden bij de bewustwording en nieuwe regelgeving om een duurzame gezonde leefomgeving te creëren. Hierbij worden de belangrijkste lessen uit Nederland van de laatste decennia toegepast die ook zuurstofloze rivieren en grachten vol vuilnis heeft ervaren. De 'lessons learned' omtrent bewust-

wording, regelgeving en innovatieve meettechnieken zijn van groot belang bij internationale kennisuitwisseling van de Nederlandse topsector water, een van de belangrijkste exportproducten van Nederland.

In Nederland worden onderwater drones steeds vaker ingezet voor aquatische monitoring van ecologie en waterkwaliteit. Het eerste grootschalige nationale onderzoek met aquatische drones werd in 2013 uitgevoerd in het kader van het programma 'kennis voor klimaat' naar de waterkwaliteit onder

drijvende woningen door Tauw, DeltaSync en Deltares. Na dit onderzoek hebben 2 betrokken lectoren in 2015 het bedrijf INovatieve DYnamische MOonitoring (INDYMO) opgericht om de toepassing van aquatische drones in waterbeheer verder te onderzoeken in nauwe samenwerking met diverse overheden en kennisinstituten. INDYMO verbindt onderzoek, ondernemerschap en onderwijs en heeft vestigingen in Delft en Leeuwarden, die nauw samenwerken met onder andere TU Delft, Rijksuniversiteit Groningen, hogescholen Rotterdam en Groningen en VHL.

Onderzoekdoeleinden aquatische drones	Uitgevoerd door oa
monitoring waterkwaliteit (zoals: zuurstofgehalte, nutriënten, chlorofyl en hoofdparameters als geleidbaarheid, ph en temperatuur)	diverse waterschappen en gemeenten als Groningen, Amsterdam en Leeuwarden
Inspecties van kunstwerken (inschatting schade of gewenst onderhoud van civieltechnische constructies zoals sluisen en kademuuren)	waterschap Rijn en IJssel en Hoogheemraadschap Delfland
Monitoring 'aquatische ecologie zoals de quagga-mossel	oa Watermet, Rijkswaterstaat
Evaluatie van waterkwaliteit in duurzame woonwijken en natuurvriendelijke oevers	Wetteskrip Fryslan ism VHL en gemeente Leeuwarden, hogeschool Rotterdam en Groningen
monitoring effectiviteit van maatregelen uit kaderrichtlijn water als vispassages of luchtbeschermen	oa Hoogheemraadschap Rijnland, waterschap de Dommel
Effect drijvende constructies op waterkwaliteit	Hoogheemraadschap Delfland, gemeenten Utrecht, Groningen, Amsterdam
opsoren en handhaving lozings (zoals vuilwaterlozings en riool overstorten)	Hoogheemraadschap Delfland
Onderzoek natuurgebieden en zoutwaterintrusie	Rijkswaterstaat, waterschap Hunze en Aas
Onderzoek naar seizoen afhankelijke zuiveringsvoorzieningen zoals helofytenvelden	Waterschap Drentse Overijsselse Delta
Ontstaan en bestrijding van blauwalg	oa waterschap Zuiderzeeland, waterschap Hunze en Aas
Overige doeleinden als monitoring natuurvriendelijke oevers en vispassages, monitoring van erosie en sedimentatie, bagger en slibophoping in watergangen	Diversen waterschappen en gemeenten

Tabel 1. Onderzoekdoeleinden waarbij onderwaterdrones worden toegepast (en uitvoerende organisaties).

Voor onderzoekdoeleinden zijn verschillende aquatische drones gemaakt die worden uitgerust met onderwater camera's en diverse sensoren die verschillende parameters continue meten (o.a. zuurstofgehalte, nutriënten, geleidbaarheid, temperatuur, doorzicht, ph, diepte, chlorofyl)

De drones worden met name ingezet voor monitoring van de waterkwaliteit

maar ook steeds meer voor andere specifieke doeleinden, zoals weergegeven in tabel 1.

Zoals uit tabel 1 valt op te maken zijn de mogelijkheden van onderzoek met aquatische drones op veel plekken in Nederland al door INDYMO onderzocht. Om deze reden is internationale kennisuitwisseling gestart in diverse continenten zoals Azië en Afrika waar wa-



De 'vloot' onderwaterdrones toegepast voor diverse onderzoekdoeleinden.

terkwaliteit een groot probleem is door het wegvallen van voedselbronnen (visserij, lagere opbrengst landbouw) en te betreuren slachtoffers door slechte hygiënische omstandigheden.

Waterkwaliteit Internationaal: Indonesië

De waterkwaliteit in veel Aziatische landen zoals Indonesië staat erg onder druk vanwege slecht afvalmanagement gepaard met hoge bevolkingsgroei en het ontbreken van inzameling en zuivering van afvalwater (huishoudens en industrie). Decennia terug was dit ook de situatie in Europa met zuurstofloze rivieren en Nederlandse grachten die gebruikt werden om huishoudelijk afval in te dumpen. Het heeft ons tientallen jaren gekost maar met aanpassing regelgeving, aanleg voorzieningen als riolering en bewustwording hebben we onze oppervlaktewaterkwaliteit aanzienlijk verbeterd. Deze 'lessons learned' zijn van groot belang bij internationale kennisuitwisseling van de Nederlandse topsector water, een van de belangrijkste exportproducten van Nederland. Een eerste stap hierin is het onderzoeken van de huidige 'referentie' situatie en het bepalen van de ambitie en strategie met de diverse stakeholders. Hierbij is participatie van diverse

multifunctionele internationale organisaties van groot belang.

Participatie en organisatie 'Nederlands Indië'

Bij het opzetten van een internationaal kennisuitwisselingsproject is het van belang om zowel publieke en private partijen aan tafel te hebben in de vorm van quadruple helix (ngo's, overheid, ondernemers, onderzoek en onderwijs). In het consortium zijn diverse partijen betrokken als: INDYMO, Tauw, TUDelft, WLN en Hanzehogeschool Groningen die gekoppeld zijn aan Indonesische organisaties ECOTON (NGO), Jasa Tirta1 (vgl waterschap), BBWS (overheid) en universiteit ITS. Het fysiek bij elkaar brengen van deze organisaties is van groot belang en is gerealiseerd in een baseline studie met innovatieve dynamische meetmethoden de referentiesituatie en ambities bepalen. Het enkele dagen bij elkaar brengen van partijen bleek kinderlijk eenvoudig met de onderwater drone 'die moet ik zien, mag ik hem ook besturen?'

Meetmethoden

Om de referentiesituatie te bepalen (huidige waterkwaliteit en emissies) zijn verschillende meetmethoden toegepast op verschillende locaties in de regio's van Soerabaya en Malang die samen met Indonesische partners zijn gekozen. De Indonesische partners meten zelf ook aan de waterkwaliteit maar het betreft vaak steekmonsters of



Uitleg waterkwaliteitsmetingen in stuwdam.

statische metingen met sensoren (op 1 plek). Een belangrijk leerdoel van het gezamenlijk onderzoek is te laten zien dat een steekmonster niet representatief is voor een waterlichaam gezien de waterkwaliteitsparameters in ruimte (x, y en diepte) en tijd (dag/nacht en seizoen) sterk kunnen variëren.

De indonesische partners hebben nieuwe monitoringsmethoden geleerd om beter inzicht te krijgen in de kwaliteit van hun leefomgeving (water, ecologie, waterbodem) en factoren die daar invloed op hebben. Aangezien bij het opzetten van dit project participatie en governance en participatie centraal staat zijn door INDYMO met name meetmethoden met hoge interactie geselecteerd (tabel 2).

Meetmethode	Omschrijving
Aquatische drones met sensoren en camera's	Camera's worden gebruikt als 'ecoscan' voor herkenning van aquatische ecologie (flora en fauna). De sensoren op de drone geven een 3D beeld van diverse parameters (zoals O ₂ , Ec, T, N)
Inspectie kunstwerken met HD camera's	HD camera's en hoge intensiteit duiklichten zijn bevestigd op de drone voor inspectie van een dam en een duiker tussen 2 stuwmuren
Teststrips en apps	Teststrips worden uitgelezen met mobiele telefoon (N, P, EC, ph en andere parameters)
Sensoren bevestigd op vissersboten (dynamisch)	Sensoren op boten mappen de waterkwaliteit van grote rivieren (parameters oa: O ₂ , Ec, T, N)
Bio monitoring	Samples van soort en kwantiteit micro-organismen die een indicatie geven van de waterkwaliteit
Onsite analysing	Diverse meetinstrumenten om hoofdparameters in het veld te bepalen (ph, ec, O ₂ , temperatuur ed)
Sensoren bij uitlaten (statisch)	Sensoren zijn bevestigd bij oa industrie lozingspunten voor indicatie van waterkwaliteit en kwantiteit. Geeft inzicht in tijdstippen van bv discontinue (illegale) lozingen
Diepte profielen sensoren (dynamisch)	In de diepe wateren zoals het stuwmeer Sengeruh (ca 40 m diep) zijn diepte profielen van diverse parameters gemaakt om de variatie in concentraties te illustreren
Diversen geplande innovatieve monitoringmethoden.	Waterkwaliteit analyse met satellietbeelden, batch monitoring met adsorbents, social media, Digital Elevation Models etc

Tabel 2. Meetmethoden baseline studie.

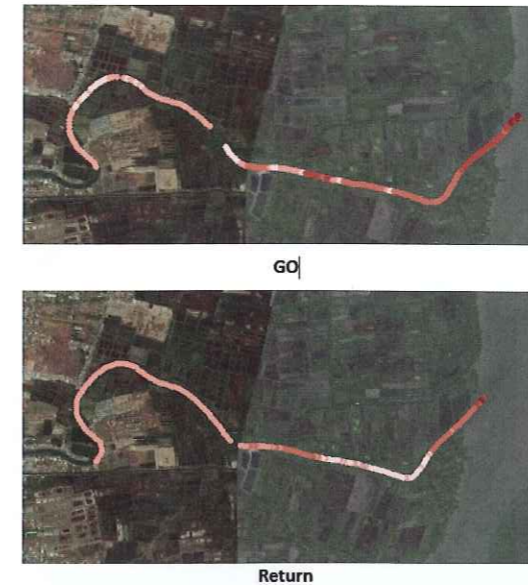
Situatie

De schattingen van de vrachten ongezuisd afvalwater in de Javaanse regio's Soerabaya en Malang lopen erg uiteen, net als de exacte bevolkingsaantallen. De stad Soerabaya heeft een oppervlakte van 459,5 km² en een geschat inwonertal van ruim drie miljoen. Er zijn geen rioolwaterzuiveringen aanwezig. Drinkwaterbedrijven halen hun water uit het oppervlaktewater, soms direct benedenstrooms van industrieën. De grootschalige industrie bestaat met name uit suikerbiet en papierindustrie, daarnaast zijn er kleine bedrijfjes (oa slachterijen) die hun water direct op de rivier lozen.

Resultaten

Om commitment en participatie te vergroten zijn de resultaten van de metingen in dezelfde week gepresenteerd en besproken en in de nationale media gepubliceerd. Er zal nog een uitgebreide rapportage volgen met vergelijking van meetresultaten uit meerdere jaren.

De meeste meetresultaten waren in het veld direct beschikbaar en werden gelijk besproken met alle partners. Zo nam men aan dat drijvende visvijvers (fisheries) door het 'overmatig' gebruik van visvoer verantwoordelijk waren voor hoge nutriënt gehalten en lage zuurstofgehalten, uit metingen bleek dat de kwaliteit echter niet veel afweek dan die op andere locaties (zowel aan de oppervlakte tot aan de waterkwaliteit op diepten van 35 m gemeten met de drone). Wel zijn er duidelijke indicaties dat de waterbodem vervuild is door accumulatie van verontreinigingen. Geadviseerd is om naast meten aan waterkwaliteit ook



Figuur 3. Resultaten metingen rivier

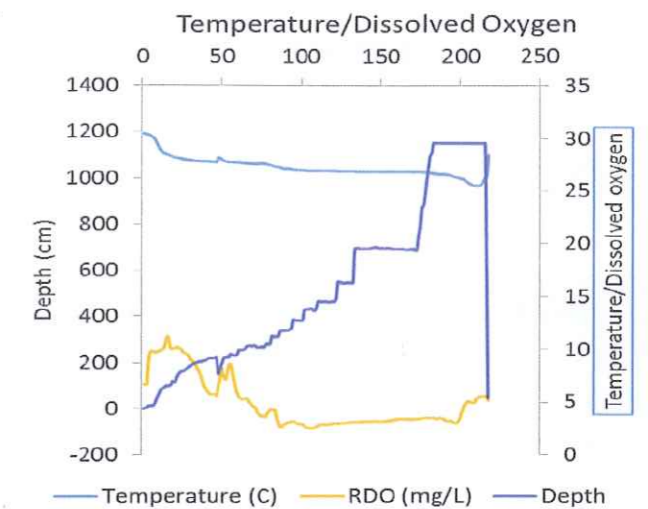
metingen aan slibbodem te verrichten. Ook is inzicht in het gedrag van verontreinigingen van belang voor het ontwerpen van eventuele zuiverende voorzieningen.

Er zijn metingen gedaan tot op ca 35 meter diepte waar lagere temperatuur en zuurstofgehalte worden gemeten en stratificatie zichtbaar wordt (fig. 3). De metingen gedaan met sensoren op vissersboten gaven locaties aan waar de waterkwaliteit slechter was dan op andere locaties (fig. 4). Deze locaties worden in verband gebracht met de diverse lozingspunten van huishoudelijk afvalwater en lozingen vanuit industrie (in de rivier worden hoge BZV en CZV gehalten gemeten).

De industrieel gerelateerde metingen



Riolering, februari 2017 (jaargang 23)



Figuur 4. Diepte profiel

worden (nog) niet gepubliceerd maar eerst binnen het project met de branche en individuele bedrijven in constructieve open dialoog besproken. Het gezamenlijk tot een duurzame kosteneffectieve oplossing komen is een van de belangrijkste opgaven van het consortium in de komende jaren.

Niet alle metingen waren succesvol. Een geplande inspectie van een duiker op 8 meter diepte met doorsnee 7 meter die 2 stuwmuren verbind was erg moeilijk gezien het doorzicht van het water erg beperkt was. Ook is de stroomsnelheid van sommige rivieren te groot om de drone goed te navigeren.

Toekomst

Het consortium gaat op basis van deze

eerste nieuwe inzichten met een inmiddels enthousiast sterk uitgebreid consortium het onderzoek verder detailleren en uitvoeren. Hierbij wordt een link gelegd met diverse Nederlands-Indië projecten met onder andere Nederlandse waterschappen die een belangrijke bijdrage kunnen leveren in het delen van hun ervaringen in techniek en governance. Ook zullen de 'best management practices' omtrent waterkwaliteitsmetingen, afvalmanagement, bewustwording en governance uit andere projecten in landen als India, de Filipijnen en China worden toegepast. Het consortium hoopt dat de mensen in Indonesië binnen enkele jaren verbetering zien in de waterkwaliteit en gemotiveerd blijven om in de toekomst een duurzaam leefmilieu voor mens en dier te behouden. ■

Referenties

Videobeelden zijn beschikbaar op www.climatescan.nl en <https://www.youtube.com/watch?v=sag8JKuZ9gU>

Boogaard F., Heikoop R., Palsma M., de Boer wE., Effective international knowledge exchange to rehabilitate rivers in urban delta's: case study Metropolitan Manila, ICSEWR, Melaka. Malaysia December 2016.

Schampers W., Boogaard F., 3D Scan geeft dynamisch inzicht waterkwaliteit vijvers Groningen, vakblad riolering oktober 2016.

de Lima R. L. P., Boogaard F. C., de Graaf. R. E. Innovative dynamic water quality and ecology monitoring to assess about floating urbanization environmental impacts and opportunities, International waterweek 2015, Amsterdam.

Kroes M., Boogaard F., de Graaf R., Bemonsteren met drones, nr 35 maart, Visionair 2015.