



Nederland waterland

Nederland en water zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Allereerst door onze ligging: Nederland is gesitueerd in de grootste delta van Europa. Daarnaast ligt een derde van het land onder zeeniveau. De strijd tegen het water staat dan ook centraal in de geschiedenis van ons land. Zonder de verdediging van onze dijken, duinen en waterkeringen loopt immers minstens de helft van Nederland bij vloed onder water.

Daar staat tegenover dat het water Nederland ook veel voorspoed heeft geschonken. Denk aan de vruchtbare landbouwgrond en de handel overzee. Doordat Nederland in één van de meest dichtbevolkte gebieden ter wereld ligt, zijn we gewend heel zorgvuldig om te gaan met de kwaliteit van ons water en ons watermanagement. Nederland is dus met recht een waterland te noemen.

Dat is dan ook de reden dat we zeer begaan zijn met de waterproblematiek in de wereld. De beschikbaarheid van voldoende en schoon water staat wereldwijd onder druk. Denk bijvoorbeeld aan de hongersnood door de extreme droogte in Afrika of de miljoenen zieken door de slechte waterkwaliteit in het door de Tsunami getroffen gebied in Azië. Verder neemt ook het aantal grote overstromingen toe, zoals recent in Engeland. De verwachting is dat in de komende jaren dit soort problemen (veroorzaakt door een teveel of tekort aan water) alleen maar zullen toenemen en zullen uitgroeien tot het grootste mondiale probleem van onze tijd.

Leven en overleven in een drukbevolkte delta, die ook nog eens grotendeels onder de zeespiegel ligt, vraagt om creativiteit en inventiviteit. Van oudsher hebben de Nederlanders deze klus opgepakt door innovatieve oplossingen te zoeken, zoals de Hollandsche Waterlinie, de Deltawerken en de Afsluitdijk. Maar het feit dat Nederland een qua oppervlak klein maar drukbevolkt land is, vraagt ook innovatieve oplossingen voor de drinkwatervoorziening (duininfiltratie en membraantechnologie) en de afvalwatervoorziening (anaerobe en aerobe korreltechnologie).

De Nederlandse watersector wordt gezien als een samenspel van drie deelsectoren, namelijk deltatechnologie, maritieme techniek en watertechnologie. Dit artikel focust op de deelsectoren deltatechnologie en watertechnologie. Het cluster maritieme techniek wordt in een later stadium uitgewerkt door het Innovatie Attaché Netwerk.

Topsectorenbeleid

Nederland behoort tot de top 20 van wereldeconomieën. Deze positie heeft Nederland mede te danken aan het slim combineren van kennis, innovatie en ondernemerschap. Hierdoor kan Nederland een significante bijdrage leveren aan de hedendaagse maatschappelijke en economische uitdagingen in eigen land en daarbuiten. Om wereldwijd tot de top te blijven behoren, richt de Nederlandse overheid zich specifiek op negen zogenaamde topsectoren. Het slim samenwerken in de gouden driehoek (bedrijfsleven, kennisinstellingen en overheid) vormt de basis om in deze topsectoren snel en efficiënt van kennis via kunde naar kassa te komen. Eén van de negen topsectoren van de Nederlandse economie is de topsector Water. Meer informatie over het topsectorenbeleid is te vinden op www.topsectoren.nl.



Topsector Water

De lijnen binnen de topsector Water worden uitgezet door het Topteam Water. In dit Topteam zijn alle geledingen uit de gouden driehoek vertegenwoordigd en is daarnaast ook een speciale vertegenwoordiger namens MKB-ondernemers. Het topteam heeft een zeer ambitieuze doelstelling neergezet, namelijk het verdubbelen van de toegevoegde waarde van de sector over de periode 2010 tot 2020. Meer informatie over de topsector water is te vinden op www.topsectorwater.nl.

Onder het Topteam acteert per inhoudelijk cluster een kernteam. Daarnaast zijn er twee speciale kernteams, één gericht op Promotie en Export en één gericht op Human Capital. De inhoudelijke kernteams hebben de overkoepelende doelstelling van de topsector water vertaald naar hun eigen cluster. De inhoudelijke focus en het (financieel) commitment van alle partijen is per cluster vastgelegd in een innovatiecontract, dat de topsector heeft afgesloten met de overheid. Dit innovatiecontract omvat niet alleen het inhoudelijke en financiële commitment van bedrijven en de overheid, maar ook van NWO/STW en de TO2-instituten zoals TNO, Deltares, en DLO.

Kennis als basis

De specifieke uitdagingen voor Nederland ten aanzien van watermanagement en waterkwaliteit maken dat standaard oplossingen vaak niet afdoende zijn. Nederlanders zijn daarom al sinds mensenheugenis op zoek naar creatieve en innovatieve oplossingen. Deze zoektocht heeft ertoe geleid dat Nederland op het gebied van zowel deltatechnologie als watertechnologie een sterke kennisbasis heeft opgebouwd.

Het Nederlandse kennislandschap bestaat niet alleen uit universiteiten, maar ook uit een aantal gerenommeerde onderzoeksinstituten. Deze vormen gezamenlijk de basis voor een veilige en hoogwaardige leefomgeving, maar ook de basis voor een sterke economische positie van Nederlandse ondernemers op de nationale en internationale water(export)markt.

De belangrijkste universiteiten, actief in de clusters deltatechnologie en watertechnologie, zijn de TU Delft, Wageningen UR, Universiteit Twente, Universiteit Utrecht en de Universiteit van Amsterdam. Daarnaast zijn meerdere hogescholen gespecialiseerd in onderwijs gericht op deze twee clusters.

Naast deze onderwijsinstellingen zijn enkele gerenommeerde onderzoeksinstituten actief op het gebied van delta- en watertechnologie. De belangrijkste welke volledig gericht zijn op de topsector water zijn Wetsus, Deltares en KWR Watercycle Research Institute. Deze drie instituten worden hieronder kort belicht. Tot slot zijn er nog enkele relevante instituten die zich deels richten op de topsector Water, zoals TNO (www.tno.nl), DLO (www.wageningenur.nl) en NIOZ (www.nioz.nl).



WETSUS, Centre of Excellence for sustainable water technology ([www. Wetsus.nl](http://www.Wetsus.nl))

Wetsus is een technologisch top instituut op het gebied van watertechnologie, gevestigd in Leeuwarden. Wetsus faciliteert en organiseert vraag gestuurd toegepast onderzoek, waarbij private en publieke partijen samen garant staan voor de vraagsturing. Onder de vlag van Wetsus wordt het onderzoek vervolgens toegepast door universiteiten. Wetsus heeft zelf onderzoeksfaciliteiten ter beschikking, waar de meeste onderzoeken worden uitgevoerd. Het multidisciplinaire karakter van deze onderzoeksfaciliteiten is één van de onderscheidende aspecten die Wetsus helpen te excelleren.

Deltares (www.deltares.nl)

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut op het gebied van water, ondergrond en infrastructuur. Deltares richt zich op innovaties, oplossingen en toepassingen voor mens, milieu en maatschappij. Daarbij ligt de focus voornamelijk op delta's, kustregio's en riviergebieden. Vanwege de complexiteit van de problemen in deze vaak dichtbevolkte gebieden werkt Deltares nauw samen met overheden, bedrijven en kennisinstellingen zowel in binnen- als buitenland.

KWR Watercycle Research Institute (www.kwrwater.nl)

KWR Watercycle Research Institute creëert kennis die nodig is om te voorzien in twee belangrijke behoeftes, namelijk gezond, veilig drinkwater en een schoon milieu. De nadruk ligt hierbij op vraag gestuurd toegepast onderzoek, waarbij de gezamenlijke drinkwaterbedrijven de belangrijkste partner zijn. De centrale onderzoeksthema's zijn gezond water, duurzaam water, efficiënt water en vooruitstrevend water.

Deze brede en gedegen kenniscentra vormt het fundament voor innovatie en ondernemerschap in de Nederlandse watersector. Kenmerk van deze sector is het samenspel van publieke en private partijen.

Zowel Rijkswaterstaat (onderdeel van het ministerie van Infrastructuur en Milieu) als de waterschappen en de drinkwaterbedrijven spelen vanuit het publieke domein een essentiële rol. Zij zijn binnen Nederland verantwoordelijk voor veiligheid, waterkwaliteit, betrouwbaar drinkwater en watermanagement. Vanuit deze taken geven zij in belangrijke mate richting aan de kennis- en innovatiebehoefte op het gebied van delta- en watertechnologie. Deze vraag gestuurde kennis- en innovatiebehoefte wordt beantwoord vanuit een samenwerking tussen de eerder genoemde kennispartijen en de private partijen in de sector. Het private deel van de watersector wordt tenslotte gevormd door technologie bedrijven en ingenieursbureaus.

Uitdagingen in Nederland

De actuele R&D-speerpunten in de Nederlandse watersector kun je beschrijven vanuit technologisch oogpunt. De belangrijke technologieën, waar Nederlandse onderzoeksorganisaties en bedrijven op



dit moment op inzetten, zijn onder andere sensortechnologie, building with nature, ecoshape, hoogwaardige waterzuiveringsoplossingen, blue energy.

In het tweede deel van dit artikel is niet gekozen om vanuit de technologie te denken, maar vanuit overkoepelende maatschappelijke uitdagingen waar Nederland (en andere landen) voor staan. Enkele van de belangrijkste uitdagingen worden uitgediept. Voor elk van deze uitdagingen zal blijken dat het komen tot innovatieve en duurzame oplossingen een samenspel van meerdere hiervoor genoemde technologieën nodig is. De uitdagingen die uitgelicht worden zijn:

- Grondstoffenfabriek: afvalwater als onderdeel van circulaire economie
- FloodContro-IJkdijk
- Geneesmiddelen en prioritaire stoffen in de watercyclus
- Klimaatbestendige steden, werken aan een dynamische leefbare stad

Grondstoffenfabriek: afvalwater als onderdeel van circulaire economie

Ons afvalwater is goud waard! Het zit namelijk vol schaarse en waardevolle grondstoffen. Naast de grondstof (organische stof) voor het opwekken van energie, bevat het afvalwater bijvoorbeeld ook fosfaat, stikstof, kalium en bouwstenen voor bio-plastics. Energie wordt al op grote schaal teruggewonnen, maar andere grondstoffen worden op dit moment nog geloosd met het gezuiverde afvalwater. De Nederlandse waterschappen willen dit niet langer en hebben zich verenigd in de Grondstoffenfabriek. Door de afvalwaterketen te verduurzamen kunnen zij hun ambities op gebied van milieu en klimaat realiseren. Deze verduurzaming heeft ook financiële waarde: het kan leiden tot kostenbesparingen. En het helpt bij de maatschappelijke positionering van de waterschappen: innovatief, duurzaam en midden in de maatschappij. Kortom, reden genoeg om deze kans te grijpen. We kunnen het niet langer verantwoorden om die waardevolle grondstoffen te lozen op het oppervlaktewater. Alle 23 waterschappen zijn betrokken bij de Grondstoffenfabriek.

Speerpunten

In 2012 hebben de waterschappen en gemeenten hun ambities ten aanzien van het sluiten van ketens en kringlopen vastgelegd in de 'Routekaart afvalwaterketen 2030'. Belangrijke gedachte hierin is dat het zuiveren van afvalwater niet meer gericht is op vernietigen, maar op het behoud van (grond-)stoffen en energie zodat deze kunnen worden teruggewonnen en hergebruikt.

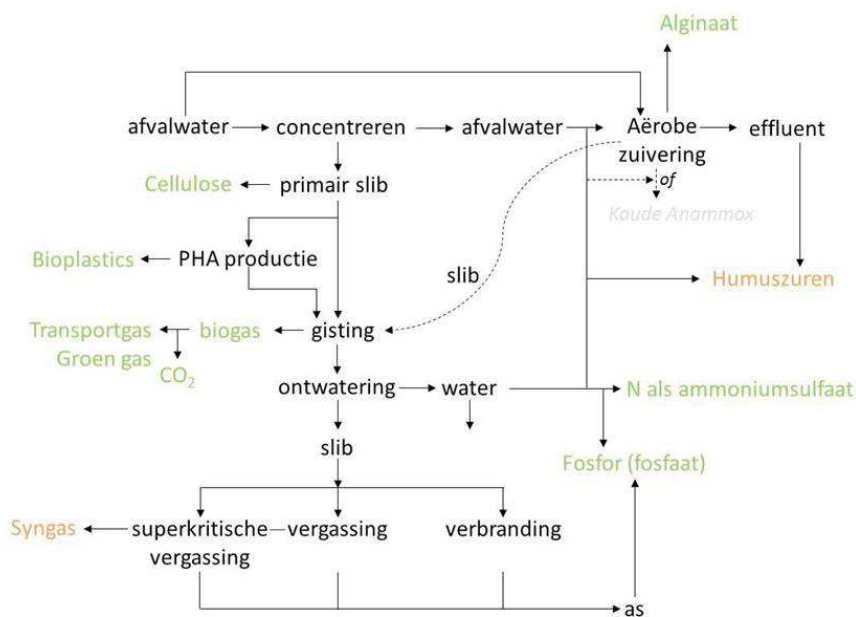
Vanuit deze gedachte is, vanuit een business case benadering, de haalbaarheid inzichtelijk gemaakt van mogelijk winbare en herbruikbare stoffen in stedelijk afvalwater. Dit heeft geleid tot de selectie van een aantal potentiële terugwinbare stoffen. Dit zijn:

- Alginaat



- Cellulose
- Fosfaat en Stikstof
- CZV als brandstof of als bouwsteen (PHA) voor bioplastics
- CO₂

Deze analyse leidt tot een concept voor de (communale) afvalwaterzuivering als grondstoffenfabriek.



Figuur 1: Schematisch overzicht van mogelijke routes om de geselecteerde grondstoffen terug te winnen (grondstoffen in groen: geselecteerd; in oranje: potentieel interessante grondstoffen waar nog verder onderzoek voor nodig is); Koude Anammox is een techniek in ontwikkeling (grijs en cursief) (uit STOWA 2013-31).

Alginaat

Eén van de recente Nederlandse innovaties op het gebied van afvalwaterzuivering is het Nereda-proces. In dit proces vormen aerobe bacteriën korrels in plaats van vlokkig slib. Kenmerk van deze korrels is dat ze een zuurstofrijke buitenkant en een zuurstofarme kern hebben. Hierdoor kunnen verschillende processen in dezelfde korrel en dus reactor plaatsvinden. Dit maakt dat waterzuivering via het Nereda-proces een hoog rendement oplevert tegen relatief lage energiekosten. En het proces bespaart ook veel ruimte omdat geen aparte nabezinktank nodig is.

Onlangs is gebleken dat biomassa uit het Nereda-proces hoge concentraties alginaat bevat. Alginaat is een waardevolle verbinding met sterk waterbindende eigenschappen, die onder andere toegepast kan worden in de medische- en voedingsmiddelenindustrie. Maar er zijn ook mogelijke toepassingen



in de chemie, de papier- en textielindustrie, als grondstof in de agrarische sector en in de landbouw ter verbetering van de waterhuishouding in semi-aride gebieden.

Deze vorming van alginaat biedt vele kansen, maar vergt vooralsnog een gedegen R&D-traject. Vragen die beantwoord moeten worden zijn: Hoe optimaliseer ik de productie? Hoe win ik alginaat kosteneffectief uit biomassa? Hoe werk ik het gewonnen alginaat op tot een bruikbare vorm?

Een consortium, bestaande uit Royal HaskoningDHV, TUDelft, STOWA en diverse waterschappen, speelt in dit onderzoek een leidende rol.

Cellulose

In de meeste westerse landen komt toilet papier met het afvalwater op een rioolwaterzuivering (rwzi) terecht. Een gemiddelde inwoner van West Europa verbruikt 10 tot 14 kg per jaar, dit is ca. 30 tot 50 procent van de zwevende bestanddelen van het influent. (STOWA 2012-07) Door bij het voorbehandelen van afvalwater gebruik te maken van influentzeven, in plaats van voorbezinking, vallen zowel economische als milieutechnische voordelen te halen. Met een influentfijnzeef kan meer zwevende stof worden verwijderd. Het afgescheiden materiaal (zeefgoed) bestaat voor circa 80 procent uit cellulose, afkomstig van toilet papier, en laat zich ontwateren tot 40 tot 50 procent drogestof. Dit is veel meer dan normaal. Door de aard van het zeefgoed dalen de kosten voor slibverwerking van de rwzi en zijn er mogelijkheden voor (her)gebruik. Uit het onderzoek komt naar voren dat fijnzeefgoed (i.c. toilet papiervezels) een interessante grondstof is voor de productie van isolatiemateriaal, (bio)ethanol, afdruiptremmers (wegenbouw) en polymelkzuur, onder gebruikmaking van een commercieel toepasbaar proces.

Vragen die spelen rondom dit thema zijn: Wat zijn de optimale dimensioneringsgrondslagen voor de bouw? Welke verwijderingsrendementen zijn er te halen met influentzeven? Is de werking van een fijnzeef gelijk aan de werking van een voorbezinkt tank? Wat is het effect op de totale bouw-, energie-, en exploitatiekosten van een rwzi? Wat zijn de effecten van influentzeven op het zuiverings- en slibverwerkingsproces? Wat te doen met het zeefgoed?

Fosfor en stikstof

Bij de Nederlandse Waterschappen staat het terugwinnen van fosfor sterk in de belangstelling. Al enige jaren worden technieken en concepten ontwikkeld en zijn er ook al enkele praktijkinstallaties. De keuze om over te gaan op terugwinning van fosfor en de plaats in de keten waar dit het beste kan plaats vinden (of de rwzi of bij de slibeindverwerking) wordt niet alleen bepaald door de technische mogelijkheden, maar ook door omgevingsfactoren. Dit zijn bijvoorbeeld de kwaliteitseisen aan het fosforhoudende product en de landbouwkundige, wettelijke en organisatorische mogelijkheden om een product in de markt te kunnen afzetten, hetzij als eindproduct, hetzij als halffabricaat voor de kunstmestindustrie. (STOWA 2013-32)

Op basis van de CBS gegevens uit 2010 wordt circa 88.000 ton stikstof via het Nederlandse afvalwater naar de rwzi's afgevoerd. Dit is bijna 40 procent van de in Nederland gebruikte hoeveelheid stikstof in kunstmest. Het terugwinnen van stikstof uit het rejectiewater via strippen is de gangbare en meest efficiënte manier om stikstof te winnen. Maar blijkt economisch niet haalbaar



te zijn bij concentraties lager dan 5 gram per liter. Bovendien is een aërobe zuivering vereist om te kunnen voldoen aan de stikstofeisen. De grootste uitdaging is om te komen tot een financieel aantrekkelijk en duurzaam alternatief voor dit conventionele stikstofproductieproces.

CZV als brandstof of bouwsteen (PHA) voor bioplastics

In afvalwater aanwezige koolstof (CZV) kan op verschillende manieren worden omgezet in energie en grondstoffen. De productie van elektriciteit uit biogas via een WKK wordt in diverse studies als financieel één van de meest aantrekkelijke opties gezien. Het kan binnen twee tot negen jaar worden terugverdiend afhankelijk van de grootte van de zuivering. Ook andere energiedragers zijn mogelijk, bijvoorbeeld groen gas en syngas.

De productie van bioplastics uit reststromen van het zuiveringsproces lijkt een interessante mogelijkheid. Uit een technische en economische haalbaarheidsanalyse van PHA-productie (polyhydroxyalkanoaat, grondstof voor bioplastic) uit zuiveringsslib blijkt dat productie van bioplastic uit slib technologisch haalbaar lijkt, maar economisch nog niet rendabel is.

Kostenreductiemogelijkheden liggen in de procesoptimalisatie van verschillende deelprocessen. (2014-10)

CO2

Technisch lijkt CO₂-winning uit biogas haalbaar. De vraag is aan welke kwaliteitsnormen het product uiteindelijk kan voldoen. Voor het terugwinnen van CO₂ uit biogas zijn additionele gasopwaarderingsinstallaties en transport naar een afnemer noodzakelijk. Een mogelijke afnemer kan worden gevonden in bedrijventakken waarbij CO₂ wordt gebruikt, zoals glastuinbouw, drinkwaterbedrijven de voedingsmiddelen- en papierindustrie. Biogas kan worden opgewaardeerd met een breed scala technologieën: membraanfiltratie, druk/temperatuur-wisseladsorptie, cryogene scheiding, chemische absorptie en fysische adsorptie. Afhankelijk van de toegepaste technologie en de eisen van de afnemer, is extra zuivering van de CO₂ vereist. CO₂- levering uit bestaande biogasopwaarderingsinstallaties is afhankelijk van de haalbaarheid van bepaalde technologie en kent een terugverdientijd tussen de 1 en 12 jaar. (2014-??)

FloodControl-IJkdijk

In de periode tot en met 2020 implementeert en ontwikkelt FloodControl-IJkdijk kennis en technologieën om beter, sneller en kostenbesparend de veiligheidsnorm van (de Nederlandse) waterkeringen te behalen en bewaken. Ze doen dit met een eigentijdse kijk op watersystemen. Het uiteindelijke doel: 'Safety as a Service'.

FloodControl-IJkdijk ontwikkelt samen met beheerders (waterschappen en Rijkswaterstaat), kennisinstellingen (universiteiten, Deltares, TNO) en bedrijven (grootbedrijf, aannemerij, MKB) het waterkeringbeheer van de toekomst. FloodControl-IJkdijk realiseert de stap van validatie van systemen naar de toepassing in de praktijk, dijkversterkingen en dijkbeheer, kortom elke fase van de 'levenscyclus'.



Het nieuwe is dat een gezamenlijk 'back-office' wordt gecreëerd in Nederland waardoor de buitenlandse klant 'remote support' kan krijgen om altijd de controle te behouden. Dit komt bovenop de diensten en producten die lokaal worden aangeboden en geleverd. Dit geeft Nederland een concurrentievoordeel (competitive edge) ten opzichte van de zich ook snel ontwikkelende buitenlandse concurrenten. Naarmate er door meer landen gebruik van wordt gemaakt zal dit voordeel ook groter worden. Kennis die op deze manier wordt opgebouwd, versterkt de positie van Nederland en komt uiteindelijk weer ten goede aan de veiligheid van Nederlandse dijken zelf. De ambitie van FloodControl-IJkdijk is om dit vliegwiel in beweging te krijgen en te houden.

Informatie

Centraal onderdeel van het FloodControl-IJkdijkprogramma is de informatiehuishouding met gerelateerde systemen en instrumenten, die permanent inzicht geven in de actuele status van een object of een gebied. Integratie van vele databronnen is van groot belang. Beslissers en beheerders zijn hierdoor niet alleen in crisissituaties 'in control', maar ook in de dagelijkse beheersituatie en kunnen hierover verantwoording afleggen. Deze systemen kunnen worden toegepast in de ontwerpfase en bij de analyse van scenario's en strategieën, om investeringsbeslissingen met 'life cycle costing methoden (asset management) te ondersteunen. Hiermee sluit het aan op het Nederlandse Hoogwaterbeschermingsprogramma. Daarnaast behoren verschillende innovatieve dijkversterkingsmethoden (o.a. Dijk Monitoring- en Conditioneringssysteem en TenCate Geodetect, beiden winnaar van de Water innovatieprijs) tot het portfolio van FloodControl-IJkdijk.

Water veiligheidsuitdagingen

Nederland staat voor een omvangrijke waterveiligheidsopgave. Op lange termijn moet Nederland voorbereid zijn op onder meer klimatologische veranderingen, maar ligt er ook een complexe opgave rondom het landgebruik. Het Deltaprogramma (<http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/deltaprogramma>) werkt daarom aan een andere kijk op het watersysteem. Zo moeten preventie, duurzame inrichting en goede calamiteitenbeheersing op elkaar aansluiten voor optimale veiligheid tegen de laagst mogelijke kosten.

Tal van voorbeelden in het buitenland, zoals de recente overstromingen in Polen, Duitsland en Engeland onderstrepen het belang van een goed waterveiligheidsbeleid. Partijen in de watersector (ook internationaal) hebben op korte en lange termijn behoefte aan betrouwbare, beschikbare en complete waterveiligheidsinformatie. Hiermee kunnen zij (innovatieve) maatregelen tegen elkaar afwegen en goed onderbouwde beslissingen nemen. Met andere woorden: hun LCC/Assetmanagement voor waterkeringen vormgeven. De benodigde technologische en proces innovaties krijgen meer kansen en kunnen sneller worden geïmplementeerd. Dit maakt FloodControl-IJkdijk faciliterend aan andere innovaties, zoals maatregelen tegen 'piping', concepten uit Building with Nature etc. (Figuur 1).

Inhoudelijke scope FloodControl-IJkdijk

De scope van FloodControl-IJkdijk richt zich inhoudelijk op de volgende velden:

- Dijksterkte en monitoring



De dijksterkte is belangrijke waterveiligheidsinformatie. Uit diverse onderzoeken blijkt dat dijksterkte te bepalen is aan de hand van verschillende omstandigheden zoals vochtigheidsgraad, belasting, belastingsduur, etc. [Weijers et al, 2009; Koelewijn et al, 2010; de Vries et al, 2013]. Daarnaast is kennis nodig van de dijk, zoals de ondergrond en omgevingsinformatie uit het verleden (uitgevoerde onderzoeken, bodemprofielen, versterkingsontwerpen, geulenkaarten, etc.) en heden (actuele monitoring, voorspellingsmodellen, etc.).

Voorbeeldprojecten: SUCCESS/REAL, LiveDijk, DDSC, Levee Information and Management System, Validatie-experimenten, DAM

- Belasting en voorspellen

Door de dijksterkte- en monitoringsinformatie te koppelen aan morfologische processen en de hydraulische belasting van dijken (actueel en toekomstig) kunnen voorspellingen worden gemaakt. Deze voorspellingen ondersteunen de calamiteitenbeheersing en vormen de basis om alle fasen van de levenscyclus van de waterkering (zoals beheer en versterking) te optimaliseren.

Voorbeeldprojecten: FEWS DAM, SUCCESS/MLV, Berichten Databank

- Gevolgen en beslissen

Door het voorspellen van dijksterkte kunnen gevolgen inzichtelijk worden gemaakt. Het ondersteunen van beslissingen ten aanzien van calamiteiten, beheer en versterkingsprojecten wordt hiermee gerealiseerd.

Voorbeeldprojecten: Serious Gaming, WMC/Noordwaard, Life Cycle Management / Costing / Assetmanagement, EvacuAid, Dashboards, MLV.

R&D-Uitdagingen

De R&D-uitdagingen van bovenstaande inhoudelijke sporen ligt in het combineren en integreren van deze verschillende informatiestromen om tot uitspraken over actuele dijksterkte te komen. Op basis van een meer nauwkeurig beeld van de actuele dijksterkte, kan FloodControl-IJkdijk met verwachtingen over stormen, hoogwater, etc. nauwkeuriger voorspellen hoe de dijk zich in de nabije toekomst zal gedragen en of er mogelijk sprake kan zijn van verslechtering van de dijk dan wel calamiteiten. Dat blijkt ook uit de 'All-in-One Sensorvalidatietest' (de Vries et al., 2013). Met deze informatie kunnen overheden beter en nauwkeurig besluiten nemen over bijvoorbeeld evacuatie, noodversterking, etc. in geval van dreigende calamiteiten.

Participanten

Momenteel werken in FloodControl-IJkdijk de volgende partijen samen:

- Overheden: 16 partijen
 - o Rijk (Ministerie van Economische Zaken en Ministerie van Infrastructuur en Milieu)



- o Waterschappen en verwante organisaties (STOWA, Rijkswaterstaat; Waterschap Noorderzijlvest; Wetterskip Fryslan; Waterschap Vallei en Veluwe; Waterschap Amstel, Gooi en Vecht; Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden; Hoogheemraadschap van Rijnland; Waterschap Scheldestromen; Waterschap Rivierenland; Hoogheemraadschap van Delfland en Waterschap Groot Salland)
- o Provincies (Utrecht, Groningen)
 - Kennisinstellingen: 6 partijen
- o Universiteiten (TU Delft, Universiteit Twente)
- o Kennisinstellingen (Deltares, TNO)
- o Overig (Target Holding)
 - Bedrijfsleven: 30 partijen (22 MKB en 9 groot bedrijf, zie www.ijkdijk.nl voor bedrijven en meetsystemen)

Geneesmiddelen en prioritare stoffen in de watercyclus

Wat is het probleem?

In oppervlaktewater en grondwater worden geneesmiddelen en afbraakproducten daarvan aangetroffen. Daarnaast worden ook andere stoffen gevonden, zoals stoffen voor persoonlijke verzorging, röntgen-contrastmedia, bestrijdingsmiddelen, industriële of huishoudelijke chemicaliën of stoffen die een verstoring van de hormoonhuishouding teweeg brengen. Deze stoffen komen in het water doordat ze door mensen gebruikt worden. Na gebruik worden geneesmiddelen onder andere via urine en feces uitgescheiden en ze komen via de rioolwaterzuiveringsinstallatie (rwzi) in het oppervlaktewater terecht. Ondanks dat er nu nog geen acuut gevaar is, lijkt steeds meer onderzoek erop te wijzen dat de aanwezigheid van deze stoffen, bij toenemende concentraties in het water, mogelijk leidt tot gezondheidsrisico's en risico's voor het ecosysteem. Door vergrijzing van de bevolking, de groei van het medicijngebruik en klimaatverandering zullen de concentraties en daarmee de risico's in de toekomst verder toenemen. Om de belasting van het oppervlaktewater te verminderen zijn nieuwe typen medicijnen gewenst ('green pharmacy') en is het zuiveren bij de bron, de rwzi en/of de drinkwaterbereiding noodzakelijk. Belangrijke vragen zijn: Wat kan er met aanpak bij de bron worden bereikt? Welke aanvullende zuiveringen zijn nodig? Welke technologie is efficiënt en effectief? Wat zijn de kosten en baten? Wat zijn de ontwikkelingen in beleid en wet- en regelgeving?

Wat is onze ambitie / visie / doelstelling in Nederland?

De meningen ten aanzien van deze problematiek zijn verdeeld in Nederland. Drinkwaterbedrijven prefereren schone bronnen voor de bereiding van drinkwater. Ze streven naar drinkwater dat vrij is van geneesmiddelen, uit voorzorg voor de volksgezondheid, maar ook vanwege de klantperceptie.



Streefwaarden voor geneesmiddelen en hormoonverstoorders in oppervlaktewater bedragen 0,1 µg/l per component. Er wordt geprobeerd op EU-niveau de normering van deze stoffen te verwezenlijken. Er staan echter nog geen geneesmiddelen op de prioritaire stoffenlijst en er ontbreken nog normen voor deze groep stoffen. Wel zijn twee hormonen en het geneesmiddel diclofenac op de “watchlist” voor prioritaire stoffen van de Kaderrichtlijn Water (KRW) opgenomen. Daarnaast is een aantal drinkwaterbedrijven actief bezig met onderzoek naar geavanceerde zuiveringstechnologie voor de verwijdering van organische microverontreinigingen bij de bereiding van drinkwater. Ook wordt de inzet van zuiveringstechnologie op de rwzi bestudeerd door de Stowa en de waterschappen.

Ook oppervlaktewaterbeheerders onderkennen de noodzaak voor een aanpak in de keten. Het grootschalig toepassen van extra zuiveringsstappen op rwzi's om de emissie naar het oppervlaktewater te beperken vergt echter hoge investeringskosten. Ook hier wordt voor een internationale aanpak in het kader van KRW gepleit. Daarnaast wordt er veel belang gehecht aan een bronaanpak. Dat wil zeggen: ‘wat er niet in zit, hoeft niet te worden verwijderd’.

Waar staan we nu?

Het onderwerp geneesmiddelen is in de laatste jaren op de politieke agenda gezet. Het heeft aandacht in het Kabinet (Brief van de Staatssecretaris van I&M, W. Mansveld (Kenmerk IENM/BSK-2013/63031) en onlangs is er een Rondetafelgesprek geweest in de TK (30 januari 2014).

De afgelopen jaren is veel onderzoek verricht naar de emissiebronnen (locatie, omvang) en de verspreidingsmechanismes in het milieu. Hierbij is gebleken dat veruit de meeste geneesmiddelen afkomstig zijn van medicijngebruik thuis en daarmee diffuus worden geloosd in via het huishoudelijk afvalwater. Dit afvalwater wordt centraal gezuiverd op een rwzi, alvorens het water op het oppervlaktewater wordt geloosd. Afvalwater van ziekenhuizen en andere zorginstellingen bevat maar een klein deel van de totale emissievracht.

Een belangrijke andere constatering is dat de problematiek grensoverschrijdend is. Een deel van de geneesmiddelen in het (Nederlandse) oppervlaktewater is al aanwezig in het water bij de grens. Dit komt door geneesmiddelengebruik in het buitenland.

Drinkwaterbedrijven voeren onderzoek uit naar additionele en geavanceerde zuiveringstechnologie om geneesmiddelen te verwijderen bij de drinkwaterproductie. Enkelingen zijn inmiddels overgegaan tot implementatie van nieuwe technologie in de praktijkinstallaties. In het buitenland (Zwitserland) wordt gekozen om rwzi's te voorzien van een extra zuiveringsstap.

Wat zijn de R&D-uitdagingen waar wij als Nederland de komende jaren op inzetten?

Belangrijke kennisvragen die de komende jaren beantwoord moeten worden, hebben te maken met de effecten van aanwezigheid van geneesmiddelen en afbraakproducten voor het aquatisch milieu:

- Veel toxicologische metingen zijn uitgevoerd in laboratoria. Van belang is het om meer inzicht te krijgen wat de effecten van complexe mengsels van geneesmiddelen (en andere microverontreinigingen) op het aquatisch ecosysteem zijn.



Daarnaast is het van belang om de belasting van geneesmiddelen door rwzi's in Nederland beter in kaart te brengen en onder verschillende afvoer scenario's te modelleren welk effect het aanpassen van een rwzi heeft op de waterkwaliteit. Er is een EU-project (Solutions) gestart, waarin verschillende maatregelen en hun effecten op de waterkwaliteit worden bestudeerd in hydrologische modellen.

Een tweede belangrijke uitdaging is de ontwikkeling van efficiënte en effectieve zuiveringstechnologie:

- Ontwikkeling van specifieke adsorbentia die kunnen worden gedoseerd in het toilet, bijvoorbeeld door ze toe te voegen aan toiletblokjes (aanpak aan de bron). Op deze wijze kunnen geneesmiddelen worden gebonden aan een adsorbens, dat vervolgens bij de rwzi kan worden verwijderd. Een 'proof-of-principle' voor deze techniek is uitgevoerd. Er wordt gezocht naar mogelijkheden voor opschaling en testen in de praktijk.

- Ontwikkeling van nieuwe zuiveringstechnologie voor behandeling van rwzi-effluent. Een belangrijke factor bij rwzi-effluent is de aanwezigheid van relatief hoge concentraties organische stof (o.a. humusverbindingen). Deze verstoren de werking van technologie voor de verwijdering van organische microverontreinigingen. Momenteel wordt gezocht naar methodes om deze organische stof te verwijderen, voorafgaand aan verwijdering van de geneesmiddelen. Dit project is in 2014 gestart binnen TKI-Watertechnologie, onderdeel van de Topsector Water.

- Inzet van geavanceerde oxidatie (o.a. UV/H₂O₂) voor verwijdering van geneesmiddelen bij de drinkwaterzuivering. Diverse drinkwaterbedrijven (o.a. WML, Dunea, Evides) bereiden projecten voor of zijn inmiddels gestart met onderzoek.

- Optimalisatie en verbetering van biologische zuiveringsprocessen in rwzi's om het verwijderingsrendement van zuiveringen, eventueel met beperkte aanpassingen, te verhogen. Diverse projecten zijn gestart op Wageningen UR, bij milieutechnologie.

In Nederland zijn onder andere de volgende universiteiten, onderzoeksinstituten en bedrijven betrokken bij het onderzoek naar prioritair stoffen en geneesmiddelen: KWR Watercycle Research Institute, Wageningen UR, Technische Universiteit Delft, Wetsus, de drinkwaterbedrijven, Stowa, de Waterschappen, Advanced Waste Water Solutions, Van Remmen UV-techniek, Van Houtum papier, Excellent Ozone Solutions en ingenieursbureau's.

Klimaatbestendige steden: werken aan een dynamische leefbare stad

Belang van klimaatbestendigheid

Steden zijn dynamische plekken waar mensen dicht op elkaar samenleven, wonen en werken. Steden zijn gevoelig voor de gevolgen van klimaatverandering: overstromingen, droogte en hittegolven. Door het aanpassen van de gebouwen, openbare ruimte en watersystemen blijven de Nederlandse steden prettig om in te wonen.



Kennisontwikkeling

Kennis is nodig om steden weerbaarder te maken als het gaat om klimaatverandering. Het gaat hierbij om kennis voor het omgaan met extreme situaties, zowel extreem droog/warm als extreem nat. Deze kennis levert bouwstenen voor adaptatie strategieën, die moeten leiden tot het beperken van hittestress aan de ene kant en het omgaan met wateroverlast door hevige neerslag aan de andere kant.

Kennisontwikkeling richt zich op het goed begrijpen van het watersysteem van de stad. Dit is nog geen eenvoudige opgave, daar de stad bestaat uit een ingewikkeld systeem van bebouwing en onbebouwde delen, groen en verharding, water en aan- en afvoer, grondwater en onttrekkingen daaruit en de riolering waar hemelwater in kan verdwijnen.

Er wordt gewerkt aan instrumenten om inzicht in het hydrologisch functioneren van de stad te verkrijgen, een voorbeeld daarvan is 3Di. Uit modellen kan blijken waar zich problemen voor kunnen gaan doen. Daarnaast wordt gewerkt aan mogelijke oplossingen om de stad klimaatadaptiever te maken. Hiertoe staat een heel scala aan mogelijkheden ter beschikking. Kennisontwikkeling richt zich op het in beeld brengen van de reikwijdte van maatregelen. Wat dragen deze bij aan het bergen van water of het bestrijden van water? Het gaat hierbij om bijvoorbeeld groene daken, waterpleinen en het vergroenen van de stad. Veel kennis over maatregelen is bijeengebracht op de website: <http://www.urbangreenbluegrids.com/>.

Steden verander je niet van de ene op de andere dag, veel maatregelen kunnen ter hand genomen worden als stadsvernieuwingen plaatsvinden. Het zogenaamde 'meekoppelen' of 'werk met werk' maken biedt veel kansen om klimaatadaptieve maatregelen van de grond te krijgen. Het is hierbij van groot belang om de agenda's van betrokken partijen met elkaar te verbinden. Hierdoor ontstaan kansen om tot gezamenlijke oplossingen te komen en de financiering daarvan. Dit 'governance vraagstuk' vraagt om nieuwe allianties en sociale innovaties en moet in de praktijk zijn beslag krijgen. Technisch is veel mogelijk, betaalbaar is een grotere opgave. Een voorbeeld van een innovatieve aanpak is de realisatie van het waterplein in Rotterdam. Door een gezamenlijke aanpak van gemeente en waterschap is dit project van de grond gekomen. Meer informatie is te vinden op: <http://www.rotterdam.nl/benthemplein>

Innovatieve modelontwikkeling: 3Di (www.3di.nu)

3Di omvat innovatieve, met elkaar samenhangende ontwikkelingen. Daardoor kan 3Di interactief en integraal rekenen aan water, rekenen in the cloud, resultaten realistisch visualiseren op de iPad en touch table, en gebruik maken van 3d stereo visualisatie.

De zogenaamde gebiedsmodellen vormen in 3Di een onderlegger, opgebouwd uit diverse kaartlagen van geografische informatie, zoals de bodemkaart, maaiveld-hoogte, grondgebruik. Op deze 'onderlegger' kunnen waterberekeningen worden uitgevoerd met de 3Di rekenkern.



Voorbeeldimpresie 3Di simulatie (Bron: www.3di.nu)

De 3Di gebiedsmodellen kunnen waterstromen en de effecten van overstromingen, hevige neerslag en droogte letterlijk in kaart brengen. Dit geldt zowel voor de huidige situatie, bijvoorbeeld tijdens hevige regenbuien, als ook voor klimaatscenario's in stedelijke en landelijke omgeving.

De gebiedsmodellen zijn door het hoge detailniveau, de supersnelle rektijden en het interactief gebruik via een webbrowser geschikt voor een brede doelgroep, variërend van waterspecialist, ruimtelijke ontwerper, operationeel beheerder en communicatie-adviseur tot calamiteitencoördinator.

Klimaatadaptatie in de stad vormgeven



Klimaatadaptatie in de stad vormgeven (Bron: <http://www.urbangreenbluegrids.com/>)



De helft van de wereld leeft in steden en de verstedelijking neemt alleen maar toe. De kwaliteit van onze toekomst is dus afhankelijk van de kwaliteit van onze steden.

Onze uitdaging is om in deze eeuw onze steden en onze planeet voor onszelf leefbaar, veilig, gezond en aantrekkelijk te houden. Door de klimaatverandering, de toenemende verstedelijking en het opraken van fossiele brandstoffen zullen de steden een min of meer geleidelijke transformatie moeten ondergaan van voornamelijk grondstoffen en levensmiddelen (in de letterlijke betekenis), consumerend naar zelf levensmiddelen producerend.

Eén aantrekkelijk en efficiënt middel om aan deze noodzakelijke transformatie vorm te geven is het ontwikkelen van groenblauwe stedelijke netwerken, die een verzachtende werking zullen hebben op de effecten van de klimaatverandering en de energie- en voedseltekorten in het stedelijke gebied. Onze steden dienen meer veerkracht te creëren om de uitdagingen aan te kunnen. Want het gebrek aan veerkracht zal niet alleen tot een tekort in het technisch infrastructurele functioneren leiden maar ook consequenties hebben voor het sociale en economische functioneren van de stad.

Daarnaast zal deze groenblauwe stedenbouw meer ruimte bieden aan de ontwikkeling van biodiversiteit en aan een gezonder en aantrekkelijker leefmilieu.

Realisatie Waterplein Rotterdam (<http://www.rotterdam.nl/benthemplein>)



Rotterdam heeft het eerste grote waterplein van de wereld. Een mooi plein midden in de stad, dat helpt om droge voeten te houden bij zware regenval.



Het Bentemplein als waterplein naar een ontwerp van de Urbanisten. (Bron en Ontwerp: DE URBANISTEN).

Bij droog weer zijn er op het plein mooie plekken om te basketballen en te skaten, bij zware regenval kunnen de bassins het regenwater van het plein en de daken opvangen. Bij elkaar ongeveer 1,7 miljoen liter water. Dat water hoeft daardoor niet meer naar het riool, dat dus minder snel zal overstromen. En zo helpt het plein om droge voeten te houden terwijl regenbuien steeds heftiger worden. Wilt u weten hoe het plein er op dit moment uitziet? Kijk dan naar de webcam beelden.

Voor de buurt, met de buurt

Het Bentemplein was oorspronkelijk bedekt met grijze stoeptegels. Een aantal studenten van scholen uit de buurt heeft bij de gemeente Rotterdam gevraagd of het mogelijk was het plein aan te passen. Dit paste uitstekend bij de wens van de gemeente, het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard om in de buurt een waterplein aan te leggen.

De architecten van de Urbanisten hebben een traject begeleid met studenten, bewoners en ondernemers uit de buurt, zodat zij zoveel mogelijk invloed hadden op hun nieuwe plein. En dat heeft gewerkt: bij de officiële opening waren zo'n 300 mensen bij elkaar om te vieren dat deze nieuwe primeur voor Rotterdam klaar was. En toen de bouw nog in volle gang was, werd het plein in de weekenden al gebruikt door skaters en bootcampers.

Acknowledgements

Dit artikel is mede tot stand gekomen door bijdragen van C. Uijterlinde (STOWA), W. Zomer (Stichting IJkdijk), J. Hofman (KWR Watercycle Research Institute) en M. Talsma (STOWA). Dank!



Referenties

- STOWA rapport 2013-31 Verkennen mogelijkheden 'grondstof rwzi'

-www. Grondstoffenfabriek.nl

-www.neredannop.nl

STOWA 2012-07: Verkenning van mogelijkheden voor verwaarding van zeefgoed

STOWA 2014-10: Bioplastic uit slib. Verkenning naar PHA-productie uit zuiveringsslib.

STOWA 2013-32: Fosforhoudende producten uit de communale afvalwaterketen

Wet- en regelgeving, marktkansen, verwerkingsconcepten.

2014-??: CO2-winning op rwzi's

www.topsectoren.nl

www.topsectorwater.nl

Koelewijn, A.R., Pals, N., Sas, M. & Zomer, W. (2010). IJkdijk Piping experiment. Validatie van sensor- en meettechnologie voor detectie van optreden van piping in waterkeringen (2010-26 PIW). Groningen: Stichting IJkdijk.

Vries, de, G., Brake, ter, C.K.E., Bruijn, de, H., Koelewijn, A.R., Langius, E.A.F., Lottum, van, H.

& Zomer, W.S. (2013). Dijkmonitoring: beoordeling van meettechnieken en visualisatiesystemen.

Amersfoort: STOWA/Stichting IJkdijk.

Weijers, J., Elbersen, G.T., Koelewijn, A.R. & Pals, N. (2009) Macrostabieliteit IJkdijk: Sensor en meettechnologie (VIW 2009-19). Delft: Rijkswaterstaat.

www.ijkdijk.nl

<http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/deltaprogramma>

<http://www.urbangreenbluegrids.com/>

<http://www.rotterdam.nl/benthemplein>

www.3di.nu

<http://www.rotterdam.nl/benthemplein>

Meer informatie

Maurice Luijten, liaison officer Topsector Water, RVO.nl, maurice.luijten@rvo.nl

Hans Bosch, hans.bosch@rvo.nl - Nederland