



Ministerie van Infrastructuur en Milieu

# Waterinnovaties in Nederland

Een beknopt overzicht



# Voorwoord

Innovatieve oplossingen zijn hard nodig om in te spelen op complexere opgaven en altijd beperkte middelen. Niet alleen in Nederland maar over de hele wereld. Water is sterk verweven met mondiale maatschappelijke vraagstukken zoals waterveiligheid, waterkwaliteit, sanitatie, voedsel en energiewinning. Die vraagstukken stellen ons voor de permanente opdracht om te zoeken naar slimme, betaalbare oplossingen. Nieuwe technologie en nieuwe inzichten stellen ons land in staat om daaraan steeds beter te kunnen voldoen. We doen dat in nieuwe vormen van samenwerking waarbij overheid en marktpartijen samen optrekken met kennisinstellingen (topsectoren-aanpak). We voelen ons ook internationaal geroepen onze ervaringen in te brengen.

Of het nu gaat om nieuwe manieren van dijkversterking, het winnen van energie uit het getij of het inzetten van 3D-technieken voor overstromingssimulaties: het zijn allemaal voorbeelden van hoe je met andere ogen naar water kunt kijken.

Ik vind het van belang om de kansen die er zijn ook zichtbaar te maken. Graag presenteer ik daarom in deze brochure een breed overzicht van actuele innovatieve waterprojecten in Nederland. Ik hoop dat het inspireert, wellicht aanzet tot een bezoek en leidt tot nieuwe kennis, waar ook ter wereld.



DE MINISTER VAN INFRASTRUCTUUR EN MILIEU,  
mw. drs. M.H. Schultz van Haegen

# Inleiding

In deze brochure zijn de innovatieve projecten als volgt geordend:

- 1 Projecten die de waterveiligheid bevorderen.**  
Geotextiel tegen piping is een voorbeeld van een dergelijke innovatie. Maar ook dijkmonitoring met behulp van sensoren dient dit doel.
- 2 Projecten die inspelen op de zoetwaterbeschikbaarheid en de waterketen.**  
Het zogenaamde achteroeverconcept bij Andijk combineert verbetering van de waterveiligheid met de opslag van overtollig zoetwater voor later gebruik.
- 3 Projecten die bijdragen aan de waterkwaliteit.**  
Een voorbeeld van een dergelijk project is het Pharmafilter, dat er voor zorgt dat ziekenhuizen medicijnresten en stoffen met hormoonverstorende werking filteren voordat het geloosd wordt in het afvalwater.
- 4 Projecten die zorgen voor klimaatbestendige steden.**  
In Rotterdam is een speelplein gerealiseerd dat tevens dient als tijdelijke waterberging voor overtollig regenwater.

Projecten die verschillende doelen hebben, zijn bij het oorspronkelijke hoofddoel ingedeeld. Van de projecten is kort beschreven wat de innovatie inhoudelijk behelst en aan welk doel het een bijdrage levert. Ook is aangegeven wanneer het is of wordt gerealiseerd. Met de meeste projecten uit deze brochure wordt ook gewerkt aan andere doelen, breder dan bovenstaande. Dat zijn de 'cross-overs' naar ander beleid. Van elk project is met een symbooltje aangegeven welke cross-overs er zijn.

# Uitleg pictogrammen



## Afval en materiaalhergebruik

Het verduurzamen van grondstoffengebruik is belangrijk om een zo laag mogelijke milieudruk van productie en consumptie te bereiken. De projecten spelen daar op in. *Voorbeelden: RWZI Horstermeer (1-STEP® filter) en fosfaatterugwinning*



## Energie

De wens om de energievoorziening te verduurzamen leeft breed, ook in de watersector. Projecten die daarop inspelen hebben dit symbool. *Voorbeelden: Ontzilting Voltea, Thermische Druk Hydrolyse in RWZI Venlo, getijrturbines Oosterscheldekering*



## Klimaatadaptatie

Deze projecten helpen om onvermijdelijke klimaatveranderingen op te vangen en verdere veranderingen in het klimaat zoveel mogelijk te voorkomen. *Voorbeelden: Rivierverruiming en terpenplan Overdiepse Polder*



## Landbouw

Door gebruik van innovatieve duurzame technologieën uit de watersector is voordeel te halen bij de productie van voedsel. Een doel van deze projecten is *More Crop per Drop*: meer voedsel met minder water. *Voorbeelden: Teelt van aardappelen op zilte grond (Texel)*



## Natuurontwikkeling

Projecten in het domein van water kunnen vaak volgens de ontwerpprincipes van 'bouwen met natuur' worden ontworpen. Dit levert voordelen op voor de natuur en voor recreatie, en is vaak ook financieel aantrekkelijk. *Voorbeelden: Multifunctionele rivierdijk Munnikenland, veiligheidsbuffer Oesterdam*



## Ruimtelijke inrichting

De realisatie van het programma Ruimte voor de Rivier heeft, naast veiligheidsdoelen, ook als doel de ruimtelijke kwaliteit van het rivierengebied te verbeteren. Deze projecten, maar ook andere, spelen daarop in. *Voorbeelden: Dijkteruglegging Lent, Boulevard Scheveningen en Cadzand*

# Innovatieve projecten



## Projecten die de waterveiligheid bevorderen

- 1 Zeewering versterkt met zand
- 2 Houtribdijk versterkt met zand
- 3 Innovatieve dijkversterking
- 4 Combinatiedijk
- 5 Dijkmonitoring met sensoren
- 6 Achteroevers
- 7 Veiligheidsbuffer Oosterdam
- 8 De Zandmotor
- 9 Hoogwatergeul
- 10 Testen zetstenen dijken in Deltagoot
- 11 Dijkversterking met geotextiel
- 12 Rivierverruiming en terpenplan
- 13 Uiterwaardvergraving en 'Natuurderij'
- 14 Dijkteruglegging bij Lent
- 15 'Wakkere dijk', een multifunctionele rivierdijk
- 16 Tidal Test Centre Grevelingen
- 17 Getijdenturbines in de Oosterschelde
- 18 Multifunctionele turbine
- 19 3Di Waterbeheer
- 20 ClimateGame
- 21 Duurzame Afsluitdijk
- 22 BoxBarrier

## Projecten die inspelen op de zoetwaterbeschikbaarheid en de waterketen

- 23 Zoet-zoutscheiding met bellenscherm
- 24 Zoetwater tegen verzilting
- 25 Vacuümtoiletten en urinezuivering
- 26 Zilte aardappel
- 27 Energiezuinige ontzilting

## Projecten die bijdragen aan de waterkwaliteit

- 28 Luwtemaatregelen Hoornse Hop
- 29 Getijdencentrale Brouwersdam
- 30 Marker Wadden
- 31 Water Insight
- 32 Pharmafilter
- 33 Nereda – biologische afvalwaterzuivering
- 34 1-STEP®-filter
- 35 Fosfaat-terugwinning
- 36 Thermische drukhydrolyse
- 37 Hydrochip
- 38 Remote control waterkwaliteit

## Projecten die zorgen voor klimaatbestendige steden

- 39 Waterplein
- 40 Klimaatbuffer
- 41 Klimaat Effect Atlas

# 1

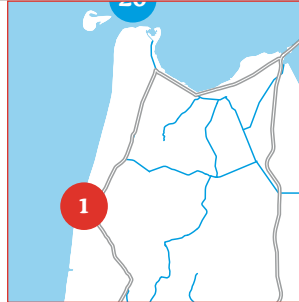


## Zeewering versterkt met zand

Voor de Hondsbossche en Pettemer Zeewering wordt een zandige oever met een duin aangebracht. Hiermee worden de huidige problemen met de hoogte en de sterkte van de dijk opgelost.

De zandige versterking wordt zodanig vormgegeven dat er kansen worden gecreëerd voor recreatie en natuurontwikkeling.

Realisatie: 2014-2015



Locatie:  
Hondsbossche en  
Pettemer Zeewering  
(tussen Camperduin en  
Petten)

# 2



## Houtribdijk versterkt met zand

Voor een gedeelte van de Houtribdijk wordt als proef een vooroever van zand aangelegd, waarbij de breedte en steilheid van de vooroever varieert. Vervolgens wordt gemeten in hoeverre het zand door de golven wordt verplaatst. Ook de ontwikkeling van de vegetatie wordt gevolgd.

Een zandige vooroever remt de golfaanval op de dijk en kan worden toegepast als versterking van dijken die te laag zijn of niet sterk genoeg. Daarnaast biedt de vooroever mogelijkheden voor natuurontwikkeling.

Realisatie: 2014  
Uitvoering monitoring: 2015-2018



Locatie:  
Houtribdijk  
(Enkhuizen-Lelystad)



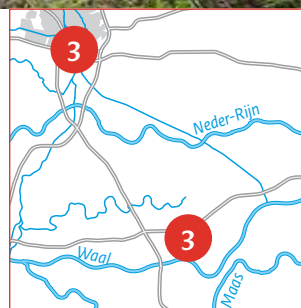
3

## Innovatieve dijkversterking

Dijkvernageling is een nieuwe methodiek waarbij grondankers in de steile helling van de bestaande dijk worden geboord. Deze grondankers geven de dijk extra sterkte, waardoor wordt voorkomen dat de dijk afschuift.

Bij de traditionele methode worden meestal bermen tegen de dijk aangelegd. Dit kan grote gevolgen hebben voor de bebouwing naast de dijk. Dijkversterking van binnenuit, zoals dijkvernageling, kent deze bezwaren niet.

Uitvoering: 2014



Locatie:  
Hagestein en Opijnen



4

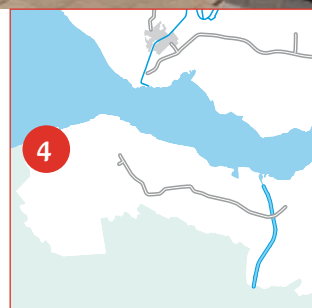
## Combinatiedijk

Een combinatiedijk maakt het mogelijk om bij noodzakelijke dijkversterking ook invulling te geven aan andere ruimtelijke wensen in het betreffende gebied, zoals recreatie, ruimtelijke kwaliteit en natuur. Zo worden meerdere belangen gediend.

In Scheveningen is de dijkversterking gecombineerd met de ontwikkeling van de boulevard met internationale uitstraling, ontworpen door de Spaanse architect De Solà-Morales.

In Cadzand wordt dijkversterking gecombineerd met de aanleg van een gemeentelijke jachthaven.

Realisatie: 2014-2015 (Cadzand)



Locatie:  
Scheveningen en Cadzand

# 5



## Dijkmonitoring met sensoren

Met behulp van sensoren kan continu de actuele conditie van dijken in de gaten worden gehouden. Dit levert essentiële informatie op voor het inspecteren van dijken tijdens hoogwater.

Deze informatie kan ook gebruikt worden voor het beter ontwerpen en toetsen van dijken en voor het dagelijkse beheer en onderhoud.

De komende jaren wordt het systeem samen met waterbeheerders, marktpartijen en kennisinstellingen doorontwikkeld en op meerdere locaties toegepast.

Doorontwikkeling: 2014-2016



Locaties: o.a. Lauwersmeerdijk en Ommelanderzeedijk (Groningen)

# 6



## Achteroevers

Bij het concept 'achteroever' draait het om nieuwe vormen van waterberging en functiecombinaties, om de waterveiligheid te vergroten en slim om te gaan met zoetwatertekort en de leefomgeving in en om het IJsselmeer.

De eerste achteroever is in 2013 gerealiseerd in de Koopmanspolder en richt zich op vis en natuur. Met een innovatieve en visvriendelijke buisvijzel is de Koopmanspolder verbonden met het IJsselmeer. Er wordt drie jaar geëxperimenteerd met het waterpeilbeheer.

In 2014 wordt de mogelijkheid verkend van een achteroever in de Wieringermeer die zich richt op landbouw, tuinbouw, aquacultuur en visserij.

Realisatie: 2013  
Experimenteerfase: 2014-2016



Locatie: Koopmanspolder (Andijk)

# 7



## Veiligheidsbuffer Oesterdam

Bij de Oesterdam in de Oosterschelde is 450.000 m<sup>3</sup> zand op de zandplaten gestort.

Dit draagt bij aan het herstel en behoud van het ecologisch waardevolle gebied van platen en schorren én dempt de golfwerking op de achterliggende dam. Hierdoor kan het toekomstig onderhoud van de Oesterdam langjarig worden uitgesteld.

Het project wordt gekenmerkt door intensieve publiek-private samenwerking met de coalitie Natuurlijke Klimaatbuffers en Natuurmonumenten.

Realisatie: 2013



Locatie: Oesterdam (Tholen)

# 8



## De Zandmotor

De Zandmotor is een grootschalig proefproject waarin een nieuwe, duurzame manier van kustonderhoud wordt onderzocht.

De Zandmotor is aangelegd als schiereiland van 21,5 miljoen m<sup>3</sup> zand. Dit zand verspreidt zich onder invloed van wind, golven en stroming langs de kust, en zorgt daarmee voor kustbescherming, nieuwe natuur en een extra recreatiegebied.

Aan de Zandmotor is een omvangrijk onderzoeksprogramma gekoppeld, waarin betrokken overheden, kennisinstellingen en bedrijfsleven nauw samenwerken. De eerste bevindingen over de werking van de Zandmotor zijn positief. De verwachting is dat de Zandmotor na 20 jaar resulteert in 35 hectare extra strand en duin.

Realisatie: 2011  
Evaluaties: 2016 en 2021



Locatie: Ter Heijde



# 9

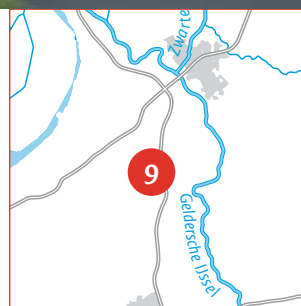


## Hoogwatergeul

In Nederland hebben we steeds meer kans op overstromingen, omdat de rivier steeds minder ruimte krijgt. Rivieren liggen ingeklemd tussen steeds hogere dijken. Tegelijkertijd daalt de grond achter de dijken en regent het vaker en harder, waardoor de rivieren meer water moeten verwerken.

Voor de rivier de IJssel wordt ruimte gemaakt, zodat bij hoogwater het water afgevoerd kan worden, door twee dijken aan te leggen in agrarisch gebied. Dit gebied van 713 hectare zal bij hoogwater als overloopgebied onderlopen. De verwachting is dat de geul eens in een mensenleven zal volstromen. Het rivierpeil zal met 71 centimeter dalen bij hoogwater.

Realisatie: 2014



Locatie:  
Veessen-Wapenveld

# 10



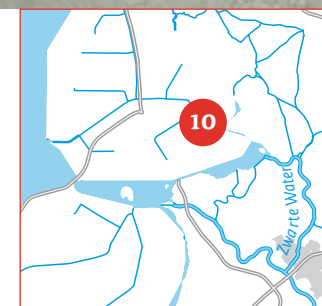
## Testen zetstenen dijken in Deltagoot

In de unieke Deltagoot van Deltares wordt de sterkte en golfremmende werking getest van diverse typen stenen voor dijkbekleding.

Hoe groter de golfremmende werking van de stenen, hoe lager de dijk hoeft te zijn om aan de wettelijke normen te voldoen. Naar verwachting levert dit kostenbesparingen op bij dijkversterkingen en voordelen voor het milieu en de omgeving.

De proeven markeren het einde van de bestaande Deltagoot in de Voorst en de ingebruikname van de nieuwe Deltagoot in Delft.

Uitvoering: 2014



Locatie: De Voorst en  
Delft

# 11



## Dijkversterking met geotextiel

Het gevaar van 'piping' speelt bij veel dijken. Als water door de dijk stroomt, wordt zand meegevoerd en ontstaan er tunneltjes (pipes) die uiteindelijk tot doorbraak van de dijk kunnen leiden.

Geotextiel, dat verticaal in de dijk wordt aangebracht, fungeert als een soort filter dat wel water doorlaat maar geen zand. Het tegengaan van piping met traditionele maatregelen is relatief duur. Het aanbrengen van geotextiel is goedkoper en geeft minder hinder voor de bewoners.

Binnen het programma Ruimte voor de Rivier wordt op vier locaties een praktijkproef uitgevoerd met geotextiel.

Realisatie: 2014



Locaties: Nederbetuwe, Culemborg en Vianen (dijkversterking). Willemspolder (IJzendoorn) voor onderzoek.

# 12

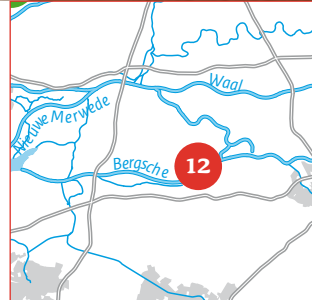


## Rivierverruiming en terpenplan

In het kader van het project Ruimte voor de Rivier verandert 550 hectare van de Overdiepse Polder in een waterbergingsgebied, met landbouwbedrijven op acht terpen.

Door de unieke samenwerking van bewoners en overheid wordt de hoogwaterveiligheid verbeterd door het creëren van waterberging. De landbouw in het gebied kan worden voortgezet door de aanleg van terpen.

Uitvoering: 2010-2015



Locatie: Waspik

# 13



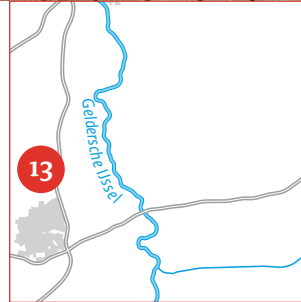
## Uiterwaardvergraving en 'Natuurderij'

De 'Natuurderij' Keizersrande verenigt duurzame landbouw met slim watermanagement en stimuleert de verhoging van de biodiversiteit, recreatie en educatie.

Door de begrazing van de uiterwaarden door het vee van de Natuurderij wordt de opstuwende werking van de aanwezige vegetatie tegengegaan.

In combinatie met het graven van geulen in de uiterwaarden, daalt de waterstand bij Deventer tijdens hoogwater met 10 centimeter.

Oplevering: 2013



Locatie: Deventer

# 14



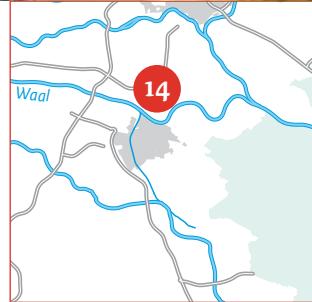
## Dijkteruglegging bij Lent

De dijk bij Lent in de Waal wordt circa 350 meter landinwaarts verlegd. Hierdoor komt er ruimte voor een nevengeul van de Waal.

Deze nevengeul biedt bij hoogwater extra capaciteit voor de waterafvoer waardoor de waterstanden lager worden. Het eiland dat ontstaat door het verleggen van de dijk wordt ingericht als rivierpark, met mogelijkheden voor recreatie en hoogwaardige woningbouw.

Aan dit plan is in 2011 de prestigieuze Waterfront Center Award toegekend.

Uitvoering: 2013-2015



Locatie: Lent, Nijmegen

# 15



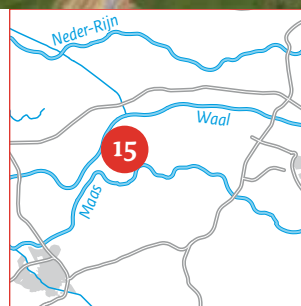
## ‘Wakkere dijk’, een multifunctionele rivierdijk

De ‘Wakkere dijk’ is een 2 kilometer lange, multifunctionele dijk met een soort tribune bedoeld voor recreanten. De dijk fungeert tevens als hoogwater-vluchtplaats voor het vee.

Datzelfde vee zorgt ervoor dat de dijk nauwelijks onderhoud nodig heeft, omdat het de begroeiing op natuurlijke wijze kort houdt.

De ‘Wakkere dijk’ wordt aangelegd met grond die vrijkomt bij de aanleg van geulen in de uiterwaarden in het kader van het programma Ruimte voor de Rivier.

Uitvoering: 2013-2015



Locatie: Slot Loevestein, Zaltbommel

# 16



## Tidal Test Centre Grevelingen

Het Tidal Test Centre wordt gebouwd bij de Flakkeese spuisluis. De zes kokers van deze spuisluis komen beschikbaar voor het testen van getijdenturbines. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de waterstandsverschillen tussen het Grevelingenmeer en de Oosterschelde. Het testcentrum is uniek in de wereld, omdat er stroom wordt opgewekt bij relatief kleine waterstandverschillen.

Het testcentrum richt zich op kennisontwikkeling en het doorontwikkelen van kansrijke technologieën voor markttoepassing. Ook worden de effecten op de omgeving gemeten, zoals de visvriendelijkheid van de turbines.

Uitvoering: 2015-2016



Locatie: Flakkeese spuisluis, Grevelingendam

# 17



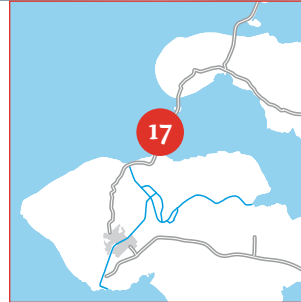
## Getijdenturbines in de Oosterschelde

Twee doorstroomopeningen van de Oosterscheldekering gaan fungeren als showcaselocatie voor twee typen getijdenturbines met een gezamenlijk vermogen van 4,5 megawatt.

Voor de initiatiefnemers van dit project is de opwekking van duurzame getijdenenergie in de Oosterscheldekering een vitrine naar de rest van de wereld.

Als de turbines onder deze omstandigheden functioneren, kunnen ze vrijwel overal ter wereld worden toegepast.

Realisatie: 2014



Locatie:  
Oosterscheldekering

# 18

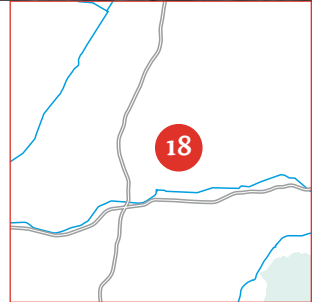


## Multifunctionele turbine

In de sluis van het Stieltjeskanaal wordt een multifunctionele visvriendelijke turbine getest. Naast het opwekken van duurzame energie kan deze turbine worden ingezet als pomp, waardoor in tijden van hoogwater het kanaalwater versneld langs het sluisencomplex wordt afgevoerd. De turbine kan tijdens droogte ook omgekeerd functioneren, door het kanaal juist vol te pompen.

Dit initiatief is een potentiële innovatie waar naar gekeken wordt in het kader van slimme oplossingen bij vervanging of renovatie van sluisen die vroeg in de vorige eeuw zijn gebouwd.

Realisatie: 2014



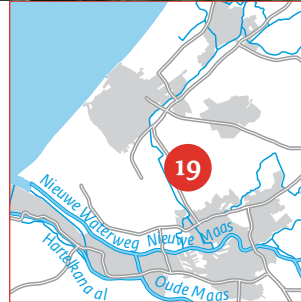
Locatie: Stieltjeskanaal  
bij Nieuw-Amsterdam  
(Drenthe)

# 19



## 3Di Waterbeheer

Het onderzoeksprogramma 3Di Waterbeheer richt zich op supersnelle en nauwkeurige waterberekeningen en een realistische visualisatie van de rekenresultaten in 3D stereo, voor direct gebruik aan tafel. De omgevingsmodellen zijn te beschouwen als kaarten waarop je 'water kunt laten stromen'. De gebiedsmodellen zijn geschikt voor waterspecialisten, ruimtelijke ontwerpers, beleidsmedewerkers en calamiteitenbeheerders.



Locatie: Delfland, Hollands Noorderkwartier, Brouwersdam, Mekong-delta (Vietnam), New York, Singapore, Kaapstad

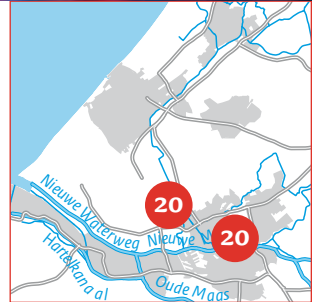
# 20



## ClimateGame

In de ClimateGame van Tygron worden diverse stakeholders in een virtuele 3D-simulatie uitgedaagd om de universiteitswijk Delft klimaat-adaptief in te richten en daarbij op zoek te gaan naar oplossingen die voor alle belanghebbende partijen acceptabel zijn.

Bij gebiedsontwikkeling zijn altijd meerdere stakeholders betrokken, waarbij de belangen tegenstellingen vaak leiden tot vertraging. Met de software die Tygron biedt, kun je dit herkenbaar en bespreekbaar maken.



Locatie: o.a. Delft, Rotterdam

# 21



## Duurzame Afsluitdijk



Locatie: Afsluitdijk

Rijk en regio werken samen aan realisatie van regionale ambities op de Afsluitdijk:

- Stroomopwekking door osmose-energie. Blue Energy proefcentrale is in april 2014 operationeel.
- Getijdenenergie (Den Oever): test- en demonstratiefaciliteiten voor energiewinning zijn er.
- Windturbines in potentie op termijn mogelijk. Het is een goede locatie voor windenergie.
- Zonne-energie: de regio ontwikkelt plannen voor zonne-energie.
- Vanuit de regio zijn er plannen voor een innovatieve vismigratierivier.

# 22



## BoxBarrier



Locatie:  
Hoogheemraadschap  
Rijnland, Waterschap  
Noorderzijlvest

Met de BoxBarrier kan een dijk of een vlak terrein tijdelijk verhoogd worden, als bescherming tegen overstromingen. Het houdt water tegen met water: de elementen (bakken) worden gevuld met water. Het systeem is efficiënt in opslag, makkelijk te transporteren (400 meter tijdelijke waterkering in een container) en makkelijk te vullen.

Tot nu toe werden bij dijkverhoging zandzakken gebruikt. Daarvoor moet zand beschikbaar zijn en het kost veel tijd om de zandzakken op te ruimen na het hoogwater.

Realisatie: 2012 op proeflocatie, 2013 in gebruik genomen.

# 23



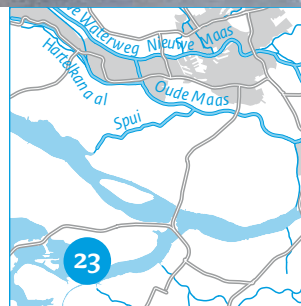
## Zoet-zoutscheiding met bellenscherm

De inzet van een luchtbellenscherm bij schutsluizen maakt het mogelijk een effectieve scheiding te maken tussen zoet- en zoutwater. Dit om te voorkomen dat tijdens het schutten van schepen te veel zoutwater in het zoetwatergebied stroomt, wat schadelijk is voor de flora en fauna en het gebruik van zoetwater voor landbouw en consumptie.

Bij de Krammerjachtsluis wordt een nieuw type bellenscherm in de praktijk getest. De verwachting is dat dit innovatieve systeem ervoor zorgt dat het schutproces sneller verloopt en de kosten voor het beheer en onderhoud lager uitvallen.

Nederland telt 23 schutsluizen op een zoet-zoutovergang waar deze techniek potentieel toegepast kan worden.

Realisatie: 2014



Locatie: Krammerjacht-sluisencomplex  
Philipsdam

# 24



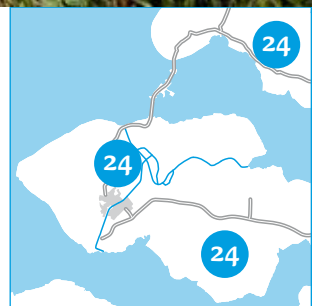
## Zoetwater tegen verzilting

Zoutindringing, die landbouwgrond onbruikbaar maakt, in combinatie met zoetwatertekort, wordt een steeds groter probleem in delta's overal ter wereld, ook in Nederland. Zoetwater in de bodem houdt verzilting tegen.

Op drie locaties worden proeven gedaan met het vergroten van de zoetwater-voorraad in de bodem:

- Kreekrug Infiltratie Proef: methode van ondergrondse waterberging van regenwater, door middel van drainage.
- Freshmaker: installatie voor het in de bodem inbrengen en opslaan van zoet water.
- Drainsbuffer: met deze techniek wordt de zoetwaterbel in de kreekrug vergroot, door de grondwaterstand in de winter voor een lange periode te verhogen.

Realisatie: 2013



Locatie: Kerkwerpe,  
Serooskerke, Ovezande



# 25



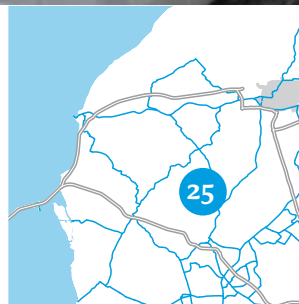
# 26



## Vacuümtoiletten en urinezuivering

Vacuümtoiletten gebruiken lucht voor het doorspoelen in plaats van (veel) water. Hierdoor ontstaat zeer geconcentreerd afvalwater dat eenvoudiger te zuiveren is.

Urinezuivering gebeurt door bacteriën, die de vervuiling en de ammonia verwijderen. Ook het fosfaat wordt teruggewonnen. Na (succesvolle) testfase is er opschaling in het IenM-gebouw aan de Rijnstraat. Het is de eerste commerciële opschaling.



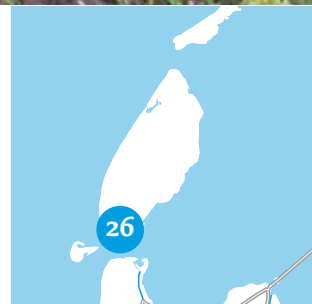
Locatie:  
Sneek, Wageningen  
(NIOO-gebouw), Den  
Haag (IenM-gebouw  
Rijnstraat)

## Zilte aardappel

Onder andere door de invloed van klimaatverandering zal wereldwijd de verzilting van landbouwgrond toenemen. Voor de landbouw is dat schadelijk.

Zilt Proefbedrijf Tested on Texel zoekt naar kansen bij verzilting en doet onderzoek naar de teelt van gewassen, waaronder aardappels, op zilte grond. De zilte aardappel heeft een heel rijke minerale samenstelling en een bijzonder goede smaak. De zilte aardappel is op de lokale markt van Texel verkrijgbaar.

Er is inmiddels een vergelijkbaar project in Egypte in gang gezet.



Locatie: Texel

# 27

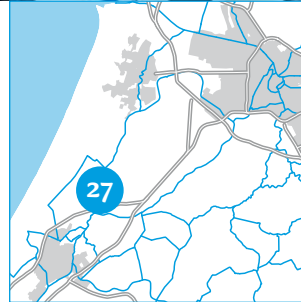


## Energiezuinige ontziltling

Ontziltling is energie-intensief en kostbaar. De maatschappelijke en commerciële waarde van een energiezuinige ontziltlingsmethode met lage onderhoudskosten en hoge wateropbrengst is groot.

Voltea BV heeft hiervoor een techniek ontwikkeld, Capacitieve Deïonisatie (CapDI). Electroden afgedekt met membranen scheiden in twee stappen het water van de vervuiling.

Het CapDI systeem wordt momenteel vermarkt in Europa, Noord Amerika en Azië om water, chemicaliën en energie te besparen in koeltorens.



Locatie: Spangenburg

# 28



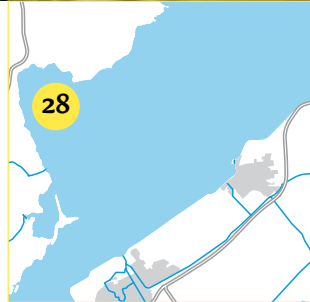
## Luwtemaatregelen Hoornse Hop

De ecologie van het Markermeer gaat achteruit. Het toevoegen van nieuwe habitats als voedselgebied voor watervogels is een noodzakelijke maatregel.

Door de aanleg van drie (zand)dammen wordt een wind- en golfuw gebied in het Markermeer gecreëerd. Hierdoor wordt het water helderder, wat positief is voor waterplanten en vissen.

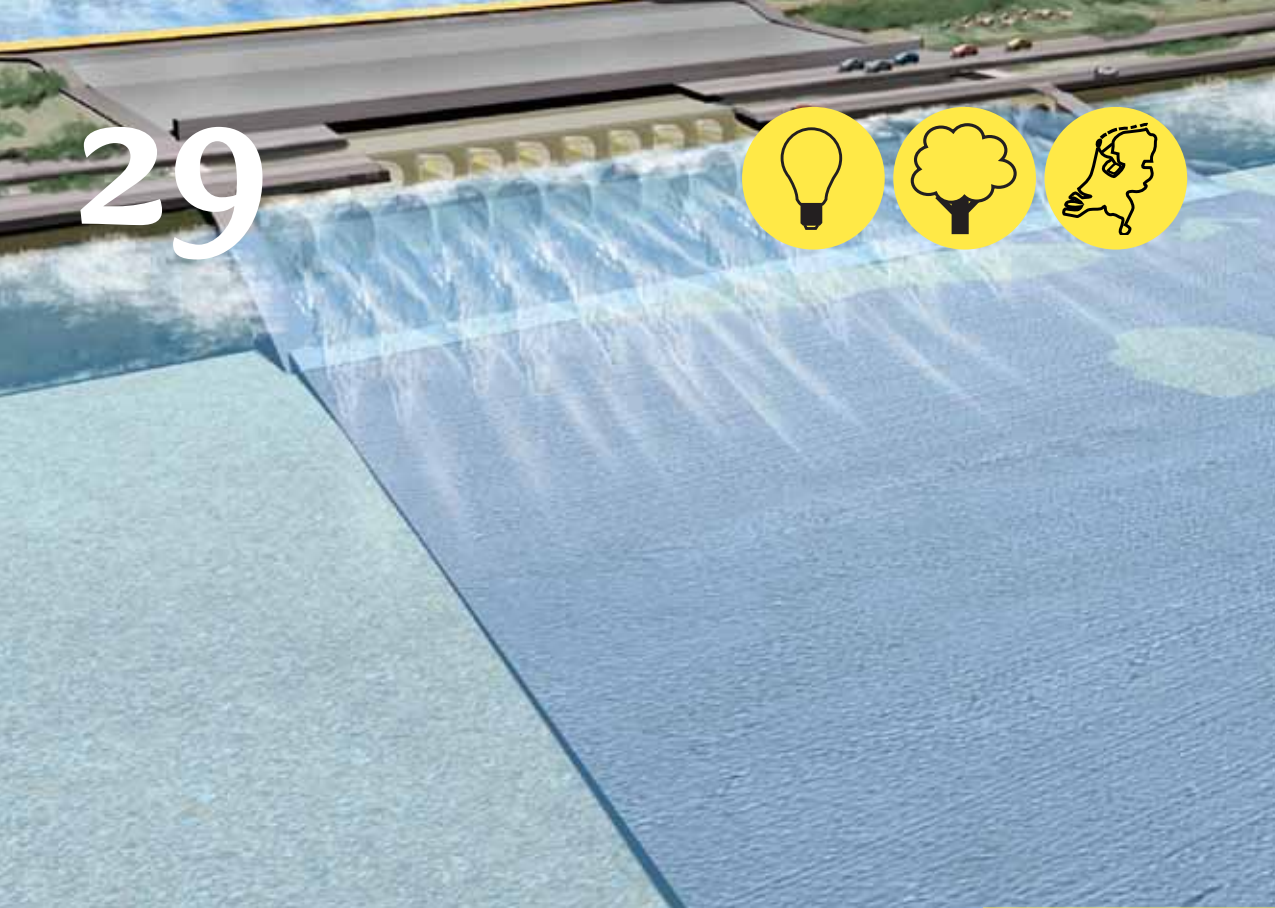
In 2015 start de aanleg; de totale lengte is 2,5 kilometer. Het project is in 2017 gerealiseerd. Het toekomstperspectief voor de lange termijn is de doorontwikkeling tot een recreatief aantrekkelijke eilandenarchipel.

Uitvoering: 2015



Locatie: Markermeer

# 29

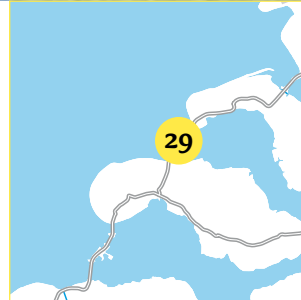


## Getijdencentrale Brouwersdam

Samen met marktpartijen wordt de financiële haalbaarheid onderzocht van een doorlaatmiddel in de Brouwersdam, gecombineerd met een getijdencentrale. Het doorlaatmiddel zorgt voor verversing van het Grevelingenmeer met water uit de Noordzee, waardoor de waterkwaliteit van het Grevelingenmeer sterk verbeterd wordt.

De getijdencentrale draagt bij aan de doelstellingen voor duurzame energie en stimuleert daarmee de ontwikkeling van een nieuw Nederlands exportproduct. Om de haalbaarheid van het doorlaatmiddel met getijdencentrale te onderzoeken, zijn marktpartijen aangeschreven om hun interesse voor dit project aan te geven.

Looptijd haalbaarheidsonderzoek: 2014



Locatie: Brouwersdam

# 30

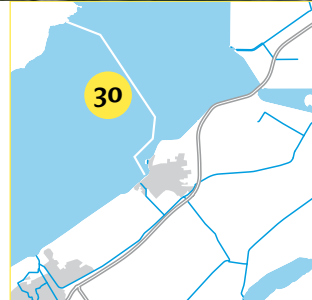


## Marker Wadden

Marker Wadden is een natuurherstelplan voor het Markermeer van Natuurmonumenten. Op de bodem van het Markermeer graven baggeraars metersdiepe geulen waarin slib wordt opgevangen. Deze 'slibmotor' functioneert als een stofzuiger die het troebele water helder maakt.

Slib wordt gebruikt als bouwstof voor natuureilanden met natuurlijke oevers in het Markermeer. Hiervan profiteren planten, vissen, vogels, natuurliefhebbers en recreanten. Bouwen met slib aan meer natuur en biodiversiteit is nog niet eerder vertoond.

Start eerste fase 2015, afronding 2020.



Locatie: Markermeer langs de Houtribdijk, nabij Lelystad

# 31



## Water Insight

Het is voor de uitvoering van de Kaderrichtlijn Water van groot belang om de kwaliteit van water te kunnen meten. Water Insight BV levert innovatieve producten en diensten voor de optische bepaling van waterkwaliteit op basis van aardobservatietechnieken.

Uit een 'foto' wordt de precieze kleur van het water vertaald naar concentraties van bijvoorbeeld algen en slib. De WISP-3 (Water Insight Spectrometer) maakt deze 'foto'. Het kan ook met behulp van satellietbeelden.

Deze methodiek wordt wereldwijd gebruikt. In de Zwarte Zee en in de Donau-delta meet Water Insight voor lokale overheden de waterkwaliteit.

# 32



## Pharmafilter

Vervuiling van afvalwater met medicijnresten en hormoonverstorende stoffen is voor 20 tot 45 procent toe te schrijven aan ziekenhuizen.

Pharmafilter is een totaaloplossing voor afval en afvalwater in ziekenhuizen. Voor het systeem worden producten gebruikt in de zorg, die gemaakt zijn van bioplastics. Vroeger moesten deze producten schoongemaakt worden voor hergebruik, met veel kosten voor logistiek en schoonmaak.

Nu gaan deze producten na gebruik naar de zuiveringsinstallatie, samen met het afvalwater. De installatie vergist het afval en filtert medicinale reststoffen uit afvalwater. Na vergisting ontstaat biogas, voor productie van energie en warmte.

Realisatie: 2012, 2014 en 2015/2016



Locatie: Delft, Terneuzen, Rotterdam

# 33



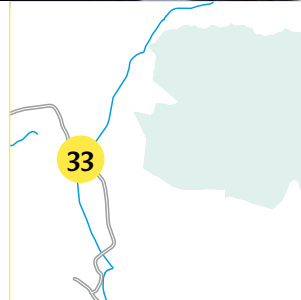
## Nereda – biologische afvalwaterzuivering

Rioolwater wordt gezuiverd door bacteriën, die worden gekweekt in grote bassins. De Nereda-technologie gebruikt korrels, waarin de bacteriën groeien die het water zuiveren.

Met deze korrels wordt een vergaande verwijdering van organische verontreinigingen en nutriënten (stikstof, fosfaat) bereikt, meestal zonder chemicaliëngebruik. Voordeel is dat de zuivering nu in één kleinere tank, in één stap, plaatsvindt. Dit bespaart veel ruimte en energie, omdat er minder water rondgepompt hoeft te worden en er minder chemicaliën nodig zijn.

Met de techniek kan ook alginaat uit het slib worden gewonnen. Alginaat wordt gebruikt voor medische materialen (tandafdrukken) en voor voeding.

Realisatie: 2012, 2013 en verder



Locaties: Vroomshoop, Epe, Garmerwolde, Utrecht, Zuid-Afrika, Brazilië en Portugal

# 34



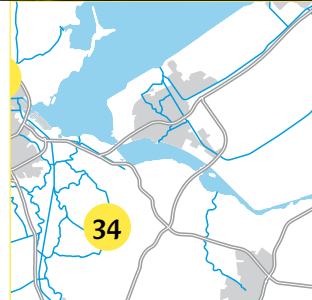
## 1 STEP® filter

De 1-STEP-filter is een zuiveringstechniek (nabehandelings-installatie) voor verwijdering van nutriënten (fosfor, stikstof) en verontreinigingen, zoals medicijnresten en bestrijdingsmiddelen.

Het is een filter dat in één stap meerdere zuiveringsprocessen combineert en daarmee ruimte bespaart. Het is modulair inschakelbaar en daarmee flexibel. En het is kostenefficiënt, met een laag energieverbruik.

RWZI Horstermeer is de eerste *full scale* filterinstallatie ter wereld.

Realisatie: 21 november 2013

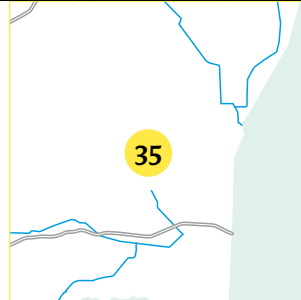


Locatie: gemeente Wijdemeeren

# 35



## Fosfaat-terugwinning



Uit slib dat ontstaat in de rioolwaterzuivering wordt fosfaat teruggewonnen, dat wordt omgezet tot struviet. In Echten gaat het om circa 200 ton per jaar. Het struviet wordt in Duitsland ingezet in de landbouw, totdat daarvoor in Nederland toestemming is.

Fosfaat-terugwinning maakt in Amsterdam een einde aan de verstoppingen, slijtage van de apparatuur en stilleggingen van de installatie en het is nuttig als grondstof.

Door samenvoegen van slibstromen uit verschillende steden bij Amersfoort ontstaat potentie voor groene stroom (voor circa 600 huishoudens). Het levert tevens jaarlijks circa 900 ton kunstmest op.

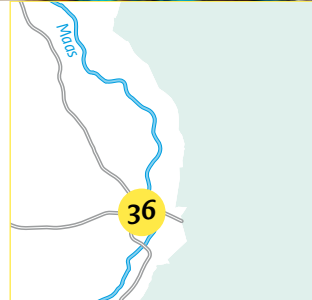
Realisatie: 2013, 2014, 2015

Locatie: Emmen, Echten, Amsterdam, Amersfoort

# 36



## Thermische drukhydrolyse



Thermische drukhydrolyse wordt toegepast op de rioolwaterzuivering, om biogas te winnen uit rioolslib.

Door toepassing van thermische druk lossen slibdeeltjes beter op en komt bij de vergisting tot 40 procent meer biogas vrij. Dit levert 50 procent van de elektriciteit voor de rioolwaterzuivering in Venlo.

Ook slinkt de hoeveelheid droge reststof dusdanig dat ook op transportkilometers (afvoer) aanzienlijk wordt bespaard, ook in CO<sub>2</sub>-uitstoot.

Realisatie: 2012

Locatie: Venlo

# 37

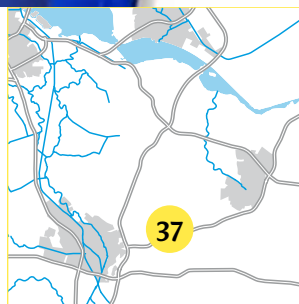


## Hydrochip

Door vervuiling en teveel meststoffen die vanuit de landbouw in het water komen, moeten waterbeheerders maatregelen nemen om de ecologische waterkwaliteit te verbeteren. Daarvoor moeten ze de kwaliteit kunnen monitoren.

De Hydrochip is een vierkant glasplaatje met daarop een DNA-patroon van verschillende soorten micro-organismen, zoals kiezelwieren en algen. Deze micro-organismen zijn zeer gevoelig voor veranderingen in de waterkwaliteit. Het plaatje licht op als er een 'match' is tussen het DNA op het plaatje en DNA in het watermonster. De chip kan met één meting een breed spectrum aan indicatororganismen in watermonsters identificeren en kwantificeren. Nu gebeurt dat met lichtmicroscopie. Dat is tijdrovend, duur en specialistisch werk.

Realisatie: 2012 (prototype), test- en experimenteerfase tot 2016



Locatie: Zeist

# 38



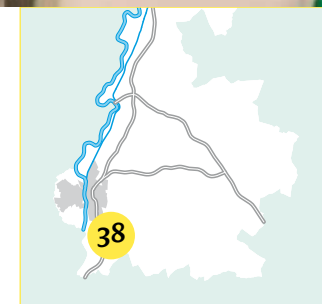
## Remote control waterkwaliteit

Het in kaart brengen van schadelijke algen in oppervlaktewater is een tijdrovend proces. Flowcytometrie is een innovatieve techniek die dit werk volledig automatiseert.

De algen worden gesorteerd en één voor één belicht door lasers, waardoor een 'vingerafdruk' van de alg wordt verkregen. Aanvullende identificatie gebeurt met een speciale camera.

Door de hoge verwerkingssnelheid is deze techniek uitermate geschikt voor het verkrijgen van continue informatie over de biologische waterkwaliteit. De aansturing gebeurt op afstand en de meetgegevens worden online gepresenteerd.

Toepassing: Sinds 2013

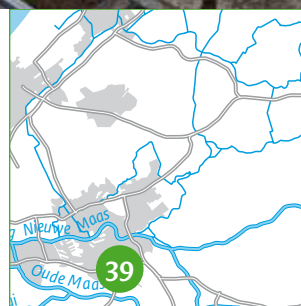


Locatie: Meetponton Eijsden

# 39



## Waterplein



Locatie: Benthemplein, Rotterdam

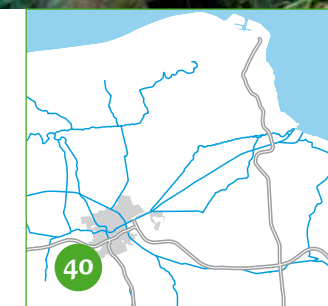
Doordat het klimaat verandert, regent het steeds vaker en harder. Rotterdam heeft in dichtstedelijk gebied relatief weinig ruimte om water aan de oppervlakte op te vangen en vast te houden.

Op het Benthemplein is een multifunctioneel waterplein gerealiseerd. Tijdelijke regenopvang op het plein is gecombineerd met een bijzondere openbare ruimte voor de burger. De gemeente Rotterdam en DE URBANISTEN hebben hierin samengewerkt.

# 40



## Klimaatbuffer



Locatie: Eelder Peizermade, Groningen

Klimaatbuffers zijn vaak waterrijke gebieden die, naast natuurherstel en behoud van biodiversiteit, zorgen voor meer veiligheid, leefbaarheid en een betere zoetwatervoorziening. Mogelijkheden om de natuur te gebruiken bij het opvangen van klimaatveranderingen staan bij klimaatbuffers centraal.

Het natuurgebied De Onlanden is nu de grootste natuurlijke waterberging van Nederland en is bedoeld om wateroverlast in Groningen te bestrijden. Het project is een goedkoop alternatief voor dijk aanleg en bemaling.



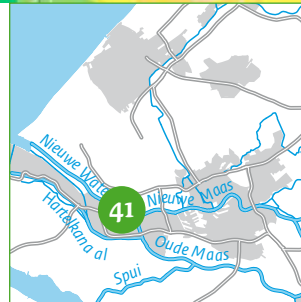
# 41



## Klimaat Effect Atlas

De Klimaat Effect Atlas is een digitale tool die ruimtelijke informatie over effecten van klimaatverandering inzichtelijk maakt. Daarmee wordt discussie en besluitvorming ondersteund. Ook helpt het lokale overheden te werken aan een klimaatbestendige toekomst.

De Touchtable, een vervolg op de atlas, wordt in Bangladesh gebruikt voor vraagstukken op het gebied van landgebruik, watermanagement en voedselproductie.



Locatie: bijvoorbeeld gebruikt in Rotterdam



**Bronvermelding bij de foto's:**

- |   |  |                               |
|---|--|-------------------------------|
| 1 Ecoshape  | 14 Beeldbank                               | 29 Mieke Roth                 |
| 2 Ecoshape  | Rijkswaterstaat, Ruimte voor de Rivier/PDR | 30 Natuurmonumenten           |
| 3 Witteveen+Bos                                       | 15 Waterschap Rivierenland                 | 31 Water Insight              |
| 4 Beeldbank   | 16 Beeldbank                               | 32 Pharmafilter               |
| Rijkswaterstaat                                       | Rijkswaterstaat                            | 33 Waterschap Vechtstromen    |
| 5 Stichting IJkdijk, Geotextiel: TenCate              | 17 IHC Merwede                             | 34 Waternet                   |
| 6 Mennobart van Eeden                                 | 18 Pentair                                 | 35 Waterschap Reest en Wieden |
| 7 Rijkswaterstaat                                     | 19 3Di                                     | 36 Waterschapsbedrijf Limburg |
| 8 Joop van Houdt                                      | 20 Tygron                                  | 37 TNO                        |
| 9 Waterschap Vallei en Veluwe, Combinatie IJsselweide | 21 Redstack                                | 38 Rijkswaterstaat            |
| 10 Deltares   | 22 BoxBarrier                              | 39 De Urbanisten              |
| 13 Erwin Zijlstra                                     | 23 Rijkswaterstaat, Neeltje Kielen         | 40 Natuurmonumenten           |
|   | 24 Deltares                                | 41 WUR                        |
|   | 25 Wetsus                                  |                               |
|   | 27 Voltea                                  |                               |

Dit is een uitgave van:



Ministerie van Infrastructuur en Milieu



Rijkswaterstaat  
*Ministerie van Infrastructuur en Milieu*

 UNIE VAN WATERSCHAPPEN

[www.rws.nl/innovatie](http://www.rws.nl/innovatie)  
[www.innovatie.uvw.nl](http://www.innovatie.uvw.nl)

maart 2014 | WVL0314TP107