

# Weinig invloed op ecosysteem onder drijvende objecten



Eerste drijvende woningen in Manila Bay. (Foto: Floris Boogaard)

**Een grootschalig opgezet onderzoek, waaraan Nederland deelneemt, laat zien dat de ecosystemen onder drijvende objecten nauwelijks worden benadeeld door bijvoorbeeld de beperkte lichttoetreding. Vervolgonderzoek richt zich op het leggen van verbanden tussen de ecoscans en waterkwaliteitsmetingen en de dimensies en bouwmaterialen van de constructies.**

## IN 'T KORT - Drijvend bouwen

Drijvend bouwen is de meest vergaande vorm van flexibele verstedelijking

Hiermee kunnen stedelijke gebieden zich aanpassen aan klimaatverandering

Er is nog weinig inzicht in de langdurige effecten op waterkwaliteit en ecologie

Drijvend bouwen biedt voor Nederlandse bedrijven ook internationale kansen

Drijvend bouwen is de meest vergaande vorm van flexibele verstedelijking. Drijvende wijken zijn in principe aanpasbaar, verplaatsbaar en flexibel. Zo kan een drijvende wijk zich aanpassen aan een stijgende zeespiegel. In Nederland kan drijvend bouwen op twee manieren bijdragen aan het aanpassen van stedelijke gebieden aan de verwachte effecten van klimaatverandering. Allereerst hebben steden te maken met een grote wateropgave. Steden moeten waterpartijen aanleggen om schade en overlast te verminderen en om te anticiperen op de effecten van klimaatverandering, zoals intensievere regenval. Omdat ruimte in stedelijke gebieden schaars is, biedt drijvend bouwen in de vorm van meervoudig ruimtegebruik een oplossing. Door waterberging en gebiedsontwikkeling op het water te combineren kunnen enerzijds opbrengsten worden gegenereerd en tegelijkertijd meer waterberging worden gerealiseerd.

Drijvend bouwen biedt diverse voordelen:

- Klimaatbestendigheid bij bijvoorbeeld overstromingen, hevige neerslag en aardbevingen;
- Kansrijke oplossing voor snelgroeiende steden en ruimtetekort in laaggelegen delta's wereldwijd;
- Maakt flexibele stedenbouw mogelijk –

gebouwen kunnen verplaatst worden en modulaire uitbreiding is mogelijk;

- Kosten en tijdsparing door beperkte aanvoer van hoeveelheden zand voor het bouw- en woonrijp maken;
- Geen kostenpost aan herstelwerkzaamheden door inklinken van de bodem.

Anno 2016 zijn er meer dan 250 drijvende objecten (woningen, kassen, wegen, tuinen et cetera) op meer dan twintig locaties gerealiseerd in Nederland. De meeste drijvende constructies zijn in de laatste tien jaar gerealiseerd en deze Nederlandse expertise wordt ook steeds meer internationaal toegepast in onder andere Azië.

## Internationale kansen

Nederland staat bekend om zijn expertise rondom water en exporteert dit naar het buitenland. Een belangrijk voordeel van internationale waterwoningen is de bijdrage aan duurzaamheid en klimaatbestendigheid. Daarnaast kunnen Nederlandse organisaties hun kennis en ervaring met drijvende bebouwing ook in het buitenland toepassen. Het aantal gebouwde projecten in Nederland heeft al geleid tot veel internationale contacten, hoewel ook in andere landen er veel tijd verstrijkt voor een initiatief gerealiseerd is. Het versterken van het

internationale perspectief voor partijen die in Nederland investeren in drijvend bouwen, kan daarom een aanvullende reden zijn om waterwoonprojecten in eigen land te stimuleren. Er is interesse vanuit landen als Bangladesh, Indonesië, de Filipijnen en Thailand. In deze landen wordt al geleefd met en op het water. Aangezien deze vorm van bouwen een relatief nieuwe ontwikkeling is in Nederland, is er internationaal nog weinig inzicht in de langdurige effecten van drijvend bouwen op bijvoorbeeld waterkwaliteit en ecologie. Hiervoor is een onderzoek gestart met diverse partijen in het kader van Collaboratorium Klimaat en Weer waarvan de onderzoeksresultaten nu beschikbaar zijn.

Anno 2016 zijn er diverse drijvende objecten gerealiseerd op diverse plaatsen in Nederland. Drijvende woningen kunnen in alle soorten en maten worden gerealiseerd tegen vergelijkbare prijzen en voorzieningen als conventionele woningen. Wel zijn er zoals bij elke innovatie onbeantwoorde vragen die de implementatie vertragen. Een van die vragen is het effect van drijvende objecten op de waterkwaliteit in Nederland.

### Effect op waterkwaliteit

Met de aandacht voor wonen op en aan het water rijzen namelijk ook de vragen over de gevolgen voor de ruimtelijke ordening en de waterkwaliteit in Nederland. Wat is het effect van (grootschalig) afdekken van waterlichamen op het ecosysteem?

Bij het afdekken van een deel van het wateroppervlak kan onder de objecten een ongunstigere zuurstofhuishouding optreden. Beperkte



Inventarisatie van drijvende woningen in Nederland (blauwe stippen) in Nederland. (Bron: www.dimatescan.nl, Tipping, 2015)

lichtinval zou de groei van waterplanten kunnen afremmen en daarmee zuurstofproductie verlagen. Afhankelijk van de verhouding overkapping/niet bedekt en veranderende waterstroming kunnen er waterkwaliteitsproblemen optreden. Waterschappen hanteren door deze onzekerheid vaak de regel dat niet meer dan 50 procent van het oppervlaktewater mag worden overkapt.

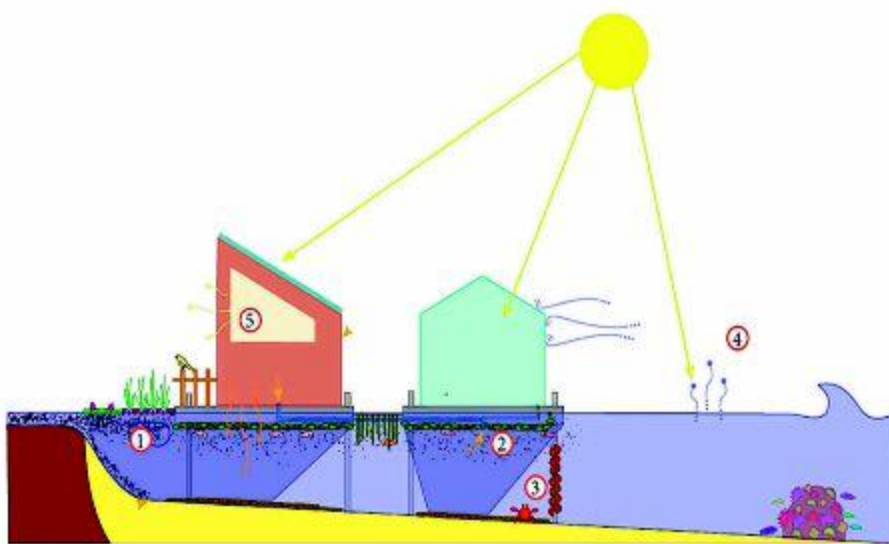
### Collaboratorium Klimaat en Weer

Vanwege deze (inter)nationale kansen en kennisvragen is een onderzoek gestart met de organisaties Tauw, Deltasync en Deltares, en de hogescholen van Groningen, Rotterdam en Amsterdam, de TU Delft, kennisalliantie, diverse gemeenten (onder andere Utrecht, Groningen, Rotterdam en Amsterdam) en

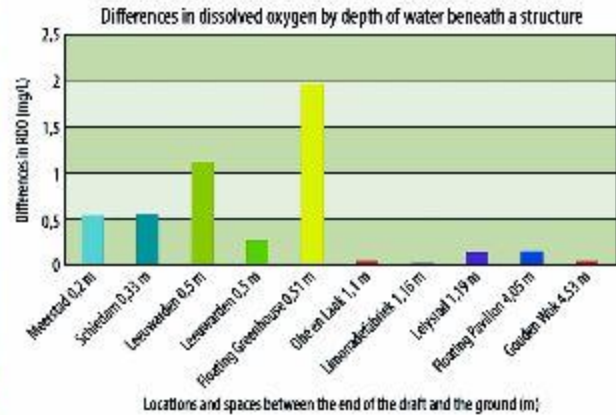
diverse waterschappen en bouwers van drijvende objecten. De partijen zijn een grootschalig oriënterend literatuur- en praktijkonderzoek gestart naar de effecten van drijvende woningen op de waterkwaliteit. In dit project is onderzocht wat deze effecten zijn door een literatuurreview naar vergelijkend onderzoek en een meetcampagne bij bestaande projecten in Nederland. Ook wordt onderzocht of het mogelijk is positieve effecten te realiseren en hoe deze kennis leidt tot ontwerphandreikingen.

### Literatuur

Hoewel er meer dan 1.000 wetenschappelijke publicaties over drijvende constructies bestaan, zijn de onderzoeken naar het effect van drijvende constructies op de waterkwaliteit zeer beperkt. De meeste onderzoeken komen uit mariene milieus en of betreffen helaas vaak enkele steekmonsters die niet representatief hoeven zijn voor het langetermijnfunctioneren van grootschalige overkappingen van oppervlaktewater in Nederland. Wel zijn in de Haraschpolder (Delft) metingen verricht een jaar voor aanleg van drijvende woningen (chemie, macrofauna en waterplanten). De resultaten laten na aanleg van de woningen geen significante verschillen zien. Het doorzicht is op deze locatie laag en het fosfaatgehalte hoog (zowel voor als na aanleg woningen) in de nieuwe sloten en vijvers gezien er nog geen ecologisch evenwicht is ontstaan (Foka et al 2015). Vliegenveld in Japan: uit onderzoek naar de effecten op waterkwaliteit van een megadrijvende constructie (600 x 1.000 m) blijkt dat onder het platform zeer lichte negatieve effecten op chlorofylproductie zijn gemeten (Kitazawa et al. 2010). De effecten op chemische componenten (fosfaat, stikstofverbindingen en  $\text{SiO}_2$ ) waren verwaarloosbaar tussen het water onder het platform (midden) en aan de zijkant



Mogelijke gevolgen van drijvend bouwen op het watersysteem: 1 verandering waterstroming en sedimentatie; 2 zuurstofarme condities; 3 andere ecologie; 4 verandering in aeratie; 5 lokale verandering van klimaat; 6 emissie van gebouw.



Onderzoeksmethodiek en resultaten. Links: onderwaterdrone met sensoren en rechts: afwijking in zuurstofgehalte tussen open water en onder drijvende woning op diverse locaties.

ervan. Dit megaplatform is in een baai neergezet, waardoor er veel uitwisseling van water is als gevolg van getijwerking. Dit is waarschijnlijk de reden waarom de effecten van zo'n grote drijvende constructie verwaarloosbaar zijn. In New York is onderzoek verricht naar de aanwezigheid van pelagische vis onder een grote pier (Able et al. 2013). Daaruit bleek dat kleine vis wegbleef uit de zones onder de pier waar weinig tot geen licht was (zowel overdag als 's avonds wanneer lichtmasten het water rondom de pier verlichten). Grote roofvis echter verbleef wel onder de pier maar enkel in de zone tussen rand van de pier en 5 m daaronder (zone waar nog wat licht doordrong). Dieper onder de pier was roofvis ook niet te vinden. Het onderzoek van Able et al. (2013) laat zien dat grote pieren suboptimale habitats vormen voor pelagische vis.

### Praktijkonderzoek

Het praktijkonderzoek richtte zich op het inventariseren van drijvende objecten in Nederland en het in beeld brengen van de waterkwaliteit naast en onder drijvende objecten, zoals woningen en kassen (Collaboratorium Klimaat en Weer, 2015). Bemonstering onder de woningen met weinig vrije ruimte door middel van duikers is moeilijk en gevaarlijk zodat een onderwaterdrone met diverse waterkwaliteitsensoren is ingezet. Uit onderzoek naar de verschillen in zuurstofconcentraties van water onder de drijvende woningen met het open water valt af te leiden dat veel locaties een klein verschil laten zien (de Lima et al. 2015). Op de locaties waar de

diepte onder het platform groter is dan een meter zijn er nauwelijks verschillen in zuurstofgehalte. Het grootste gevonden verschil bedraagt 2 mg/l en werd gemeten onder de drijvende kas in Naaldwijk waar de beschikbare diepte onder het platform zeer beperkt is en de bedekkingsgraad van het oppervlaktewater relatief groot. Opgemerkt wordt dat zuurstofconcentraties per locatie (diepte en x,y) en tijd (dag nacht ritme) sterk kunnen verschillen en vaak in hogere mate dan de variatie die hier is gemeten. Een eerste analyse blijkt dat de verschillen groter kunnen zijn bij beperkte waterstroming en als de ruimte tussen drijvend object en bodem kleiner zijn.

### Onderwaterbeelden

Een belangrijk tussenresultaat van dit onderzoek zijn de diverse onderwaterbeelden die zijn gemaakt bij diverse objecten met de onderwater drone. Op diverse plekken zijn kleinere vissen aangetroffen onder de drijvende woningen die deze locatie als schuilplaats gebruiken. Er zijn foto's gemaakt van het leven onder drijvende objecten waar nieuwe ecosystemen zijn gevestigd. De aanwezigheid van drijvende objecten kan een positief effect op de ecologie en habitat opleveren. De onderzoeksmethodiek en resultaten zijn internationaal gepubliceerd. Vervolgonderzoek richt zich op verbanden leggen tussen de ecoscans en waterkwaliteitsmetingen en de dimensies en bouwmaterialen van de constructies. Hierbij worden tevens de lokale klimatologische omstandigheden (onder andere wind) en

veranderende bodemkwaliteit meegenomen. Hierbij worden tevens nieuwe onderwaterdrones met innovatieve waterkwaliteitsensoren en camera's ingezet.

*Floris Boogaard is senior consultant bij Tauw (projectleider van dit onderzoek), onderzoeker bij de TU Delft en lector Ruimtelijke transformaties op de Hanzehogeschool in Groningen. Rutger de Graaf is oprichter van Deltasync en Blue21 en lector Waterinnovatie bij Hogeschool Rotterdam. Miguel Dionisio Pires is adviseur/onderzoeker aquatische ecologie bij Deltares. Rui Lima is onderzoeker bij het Indymo (INovatieve DYnamische MOnitoring).*

### Literatuur

Collaboratorium Klimaat en Weer, Klimaatkennis levert geld op, De resultaten van het Valorius-programma Een uitgave van de Stichting Klimaat voor Ruimte en de CKW partners, Haarlem, juli 2015.  
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.  
Foka E., de Lima R., Sazonov V., de Graaf R., Boogaard F., Rutten M., van de Giessen N., Measuring the effect of floating houses on dissolved oxygen levels: Harnaschpolder, Delft, International waterweek 2015, Amsterdam.  
Tipping, J., Boogaard F., Jaeger R., Duffy A., Klomp T., Manenschijs M., Climatescan.nl: the development of a web-based map application to encourage knowledge-sharing of climate-proofing and urban resilient projects, International waterweek 2015, Amsterdam.



Onderwaterleven onder drijvende constructies zoals mossels (Schiedam) en vissen (Lelystad).