

Bouwen op het Water

Thomas Raub
Oscar Schoen

Utrechts Stedelijk Gymnasium
klas 6

Voorwoord

Wij willen graag een paar mensen bedanken voor hun hulp. Ten eerste willen we Ties Rijcken bedanken, voor het brengen van het kleine verhaal. Ook willen we onze begeleider Harold Van Voorst bedanken, want soms is een boze brief precies wat je nodig hebt. Wij bedanken ook Ingrid Mulders en Tony Schoen, en verder ook Werner Raub, Monika Raub en Robert Raub, voor proeflezen en mentale ondersteuning, omdat je soms ook de rust moet kunnen nemen.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Introductie	4
1.2	Wat is drijvend bouwen?.....	4
1.3	Structuur.....	4
1.4	Hoofdstukken	5
1.4.1	Waarom drijvend bouwen?.....	5
1.4.2	Bestaande ontwerpen	5
1.4.3	Eigen ontwerpen	5
2	Waarom drijvend bouwen?.....	6
2.1	Inleiding	6
2.2	Ruimte	6
2.3	Flexibiliteit	6
2.3.1	Verticale beweging	6
2.3.2	Horizontale beweging.....	7
2.4	Imago.....	8
2.5	Esthetiek	8
2.6	Waarom niet?.....	8
2.6.1	Technologie	9
2.6.2	Beschikbaarheid	9
2.7	Conclusie	9
3	Bestaande ontwerpen	10
3.1	Inleiding	10
3.1.1	De ontwerpen.....	10
3.2	Drijvende scholen	10
3.2.1	Het project in Bangladesh	11
3.2.2	De Drijvende School in Nigeria	11
3.2.3	Wat vinden wij?.....	12
3.3	LIFT huis.....	13
3.3.1	Het ontwerp	13
3.3.2	Wat vinden wij?.....	13
3.4	AutArkhome	15
3.4.1	Het ontwerp	15
3.4.2	Wat vinden wij?.....	15

3.5	Drijvend Paviljoen.....	17
3.5.1	Het ontwerp	17
3.5.2	Wat vinden wij?.....	18
3.6	Lilypad	19
3.6.1	Het ontwerp	19
3.6.2	Wat vinden wij?.....	19
3.7	Conclusie	21
4	Eigen ontwerpen	22
4.1	inleiding.....	22
4.1.1	de ontwerpen	22
4.2	Ontwerp ‘Venetië’	24
4.2.1	Introductie	24
4.2.2	De modulaire wijk.....	24
4.2.3	Het ontwerp	24
4.2.4	Onze analyse.....	25
4.3	Ontwerp ‘De Pier’	27
4.3.1	Het ontwerp	27
4.3.2	Onze analyse.....	27
4.4	De Pierenboom.....	29
4.4.1	Het ontwerp	29
4.4.2	Onze analyse.....	29
4.5	Conclusie	30
5	Conclusie	31
5.1	Waarom drijvend bouwen?.....	31
5.2	Bestaande voorbeelden	32
5.3	Eigen ontwerpen	33
5.4	Toekomst:.....	34
6	Appendix A: Bibliografie	35
7	Appendix B: Afbeeldingen	38

1 Inleiding

1.1 Introductie

Bouwen op water is *hot*. Wereldwijd wordt drijvend bouwen steeds populairder. Nederland kan als een van de centra van drijvend bouwen worden gezien. Steden als Lelystad, Rotterdam, Utrecht en Leeuwarden hebben allemaal drijvende gebouwen staan. Het is ook begrijpelijk dat juist Nederland leidend zou zijn in drijvend bouwen. We hebben immers veel ervaring met watergerelateerde bouwtechnieken. De polders, de deltawerken; Nederland heeft iets met water. Maar niet alleen Nederland doet aan drijvend bouwen. Van Zuid-Korea tot Canada zijn er projecten die drijvend bouwen gebruiken. En drijvend bouwen is niet nieuw. Al eeuwen lang woont het Uru volk op het Titicacameer in Zuid-Amerika. Zij wonen op eilanden die ze zelf van riet maken (Encyclopedia Britannica, 2011). In Vietnam bestaan er tientallen drijvende vissersdorpen, die al generaties lang bestaan. Dit laat zien dat drijvend bouwen niet zo'n raar idee is als het in eerste instantie misschien lijkt.



(Afb. 1) In Seoul, de hoofdstad van Zuid-Korea bevindt zich een drijvend eilandcomplex. Dit complex bestaat uit drie eilanden en een drijvend podium. De eilanden kunnen worden gebruikt voor conferenties, kunsttentoonstellingen en sport. (Flossom, 2010)

1.2 Wat is drijvend bouwen?

Drijvende gebouwen zijn heel divers. Als definitie van een drijvend gebouw hanteren wij: een drijvend bouwwerk waarvan de primaire functie *niet* het bewegen is. Voor een vrachtschip is de primaire functie wel het bewegen, namelijk het vervoeren van lading. Maar een drijvend *gebouw*, hoewel het vaak wel kan en zal bewegen, is in eerste instantie een woning, een bioscoop, een parkeergarage, etc. Een drijvend gebouw kan dus alles zijn van een 'traditionele' woonark zoals er zoveel in Nederland liggen, tot een kunstmatig eiland zoals in Korea.

1.3 Structuur

In dit werkstuk proberen we een zo goed mogelijk overzicht te geven van drijvend bouwen en de mogelijkheden ervan. Dit doen we aan de hand van drie hoofdstukken: 'Waarom drijvend bouwen', 'Bestaande ontwerpen' en 'Eigen ontwerpen'. Verder staan er door het werkstuk verspreid afbeeldingen van drijvende gebouwen, vergezeld van een korte uitleg. Zo kunnen we een goed beeld geven van de diverse drijvende gebouwen die er bestaan.



(Afb. 2) In de Ha Long baai in Vietnam bevinden zich meerdere vissersdorpen die volledig drijvend zijn. De mensen wonen in boten, of drijvende houten huizen.

1.4 Hoofdstukken

1.4.1 Waarom drijvend bouwen?

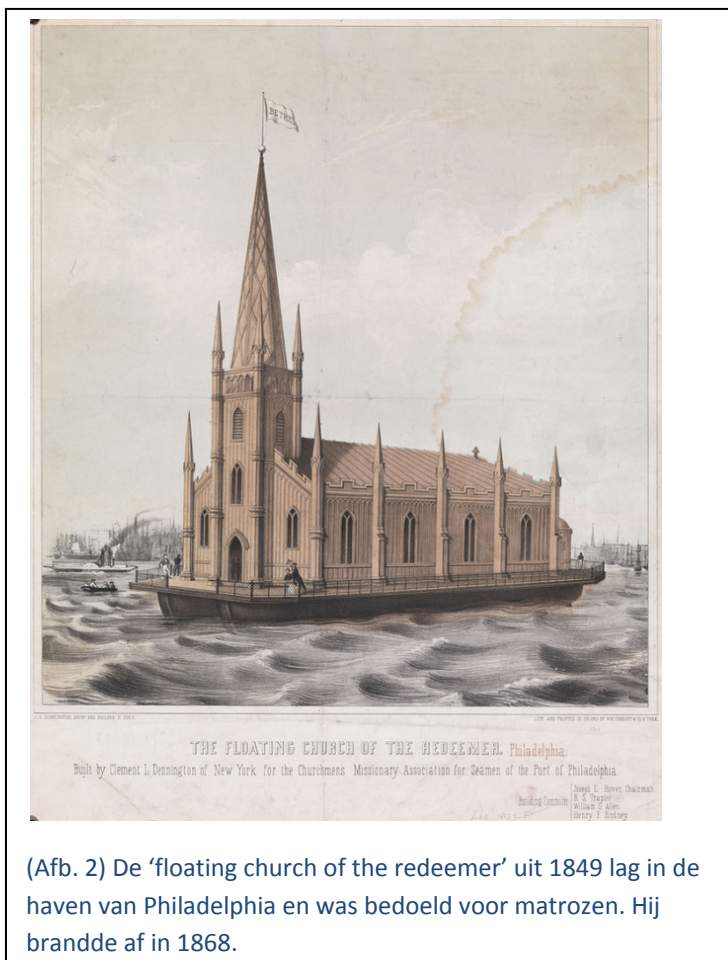
Naast de drijvende gebouwen zelf hebben we ook de drijfveren voor drijvend bouwen onderzocht. Dit hebben we gedaan door teksten over drijvend bouwen te lezen, en een interview te houden met ir. Ties Rijcken, die veel ervaring heeft met drijvend bouwen. Deze redenen zetten we in dit hoofdstuk uiteen. Op deze manier krijgen we een overzicht van drijvend bouwen zelf, en de voor- en nadelen ervan.

1.4.2 Bestaande ontwerpen

We hebben vijf bestaande ontwerpen uitgekozen die we interessant vinden. In onze keuze hebben we ook gekeken naar de diversiteit van de ontwerpen. De vijf ontwerpen die we uiteindelijk hebben gekozen zijn zeer verschillend, en geven (naar onze mening) een goed beeld van de verschillende mogelijkheden van drijvend bouwen. Deze ontwerpen hebben we in dit hoofdstuk geanalyseerd.

1.4.3 Eigen ontwerpen

Wij hebben zelf drie ontwerpen gemaakt. Dit zijn conceptuele ontwerpen, bedoeld om een indruk te geven van hoe een drijvende wijk er uit zou kunnen zien. Deze ontwerpen hebben wij 'Venetië', 'De Pier' en 'De Pierenboom' genoemd. Deze ontwerpen analyseren we op dezelfde manier als de bestaande ontwerpen.



2 Waarom drijvend bouwen?

2.1 Inleiding

Drijvende gebouwen zijn een interessant concept. Maar waarom zouden we ze moeten uitvoeren? In dit hoofdstuk proberen we daar antwoord op te geven. We kijken dan naar de punten ruimte, flexibiliteit, imago van de stad en esthetiek. Verder noemen we ook de grootste problemen bij drijvend bouwen.

2.2 Ruimte

Wereldwijd is er sprake van urbanisatie. Volgens de VN leeft in 2050 meer dan 65 procent van de wereldbevolking in steden (United Nations, 2011). Mensen trekken naar de stad, waardoor de stad groeit. Om deze groei te ondersteunen, moeten steden ruimte vinden voor woningen. Veertig procent van de grote steden (1 tot 10 miljoen inwoners) ligt aan zee (Tibbett, 2002), plus nog een groot deel aan een rivier. Sommige van die steden hebben een oude binnenhaven. Deze havens lagen ooit buiten de stad, en werden gebruikt om goederen aan te voeren voor industrie. Gaandeweg is de stad echter gegroeid, en heeft het industrieterrein met haven als het ware 'opgeslokt'. De industrie trekt weg naar de rand van de stad, omdat de aanvoer van materiaal daar beter kan doorstromen. Hierdoor raakt de haven in onbruik. De stad, die naar ruimte zoekt voor nieuwe woningen, heeft nu een 'gat' in zich waar de haven zit. Deze haven kan worden opgevuld met drijvende gebouwen. Kijk bijvoorbeeld naar Londen, waar plannen zijn om in de oude haven een drijvende wijk te bouwen.

2.3 Flexibiliteit

Een goede manier om drijvend bouwen te analyseren, is door te kijken naar de verschillen met bouwen op het land. Het grootste verschil is de flexibiliteit. Een gebouw op het land ligt vast, maar een gebouw op het water kan zich verplaatsen. Deze verplaatsing kan in twee richtingen: de verticale en de horizontale richting.



(Afb. 3) Boris Johnson, burgemeester van Londen, heeft plannen onthuld voor het bouwen van een drijvende wijk in het Royal Victoria Dock. Deze haven is sinds 1980 gesloten voor commercieel vervoer. (Crerar, 2013)



(Afb. 5) In Maasbommel bevinden zich 46 Amfibische woningen. Bij een normale waterstand bevinden deze woningen zich op palen, maar bij een hoge waterstand maken ze zich los van de palen, en drijven ze op het water.

2.3.1 Verticale beweging

De verticale bewegingsmogelijkheid van een drijvend gebouw zorgt ervoor dat als het wateroppervlak waarop het drijft stijgt, het gebouw mee stijgt. Een drijvend gebouw kan dus niet overstromen, in tegenstelling tot gebouwen op het land. Door drijvende bouwtechnieken kan huisvesting worden gebouwd die bestand is tegen overstromingen. Dit wordt ook steeds relevanter, want volgens het recentste klimaatrapport van de IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) zal de zeespiegel de komende eeuw met

ongeveer 50 centimeter stijgen (IPCC, 2013). Je kunt ook drijvende of amfibische woningen op overloopgebieden plaatsen. Zo gebruik je de ruimte efficiënt, want op meerdere manieren. Toch is drijvend bouwen in Nederland meer iets voor de beleving, dan een oplossing voor problemen.

2.3.2 Horizontale beweging

Wat betreft de horizontale beweging kun je kijken naar drie fases in het leven van het gebouw, te weten productie, gebruik, en sloop.



(Afb. 6) Op Lake Union, Seattle, drijven ongeveer 500 huizen. Doordat deze huizen worden gebouwd en verhandeld door particulieren is er een grote variatie aan bebouwing ontstaan.

2.3.2.1 Productie

De mogelijkheid tot horizontale verplaatsing is nuttig voor de productie, want het betekent dat een gebouw niet daar gebouwd hoeft te worden waar het gaat worden gebruikt. In plaats daarvan kan het buiten de stad in elkaar worden gezet en vervolgens verslept worden naar de bestemmingslocatie. Dit zorgt ervoor dat gebouwen op een vaste bouwlocatie geproduceerd kunnen worden. Deze bouwlocaties zouden zich buiten de stad kunnen bevinden, omdat de aanvoer van bouwmaterialen en afvoer van afval daar efficiënter en goedkoper kan worden uitgevoerd. Verder is er geen geluidsoverlast

voor omwonenden, en heb je geen lelijke bouwputten in de stad. Ook kunnen er bedrijven ontstaan die zich specialiseren in het in serie produceren van drijvende woningen. Hierdoor kan het productieproces geoptimaliseerd worden, en kunnen de woningen goedkoper worden aangeboden.

2.3.2.2 Gebruik

Tijdens de tweede fase, het gebruik, kan de flexibiliteit sterk naar voren komen. Denk bijvoorbeeld aan een huis dat kan roteren, zodat zonnepanelen vol de zon opvangen, of een tuin uit de wind komt te liggen. Maar meer nog dan voor een gebouw is de flexibiliteit handig voor de hele stad. Bekijk de huidige situatie eens: als een gebouw nu niet meer nodig is in een stad, wordt het afgebroken. Maar stel nu eens dat een stad als Antwerpen een *drijvend* theater neerzet. Na een paar jaar blijkt dat er niet genoeg bezoekers komen, of dat er juist teveel belangstelling is, en het theater niet groot genoeg is. En stel dat Rotterdam nu juist een theater wil. Dan kan Antwerpen een nieuw theater neerzetten, en het oude aan Rotterdam doorverkopen. Dit is voordelig voor Antwerpen, want in plaats van geld uitgeven voor het slopen van het oude theater, krijgen ze er nu juist geld voor. Het is voordelig voor Rotterdam, want zij krijgen een theater, en betalen er (waarschijnlijk) minder voor dan voor een nieuw gebouw. Nu wordt een gebouw gesloopt als het niet meer nodig is, of het wordt voor veel geld verbouwd. Maar als deze gebouwen drijven, kan er een handel tussen steden (of particulieren) ontstaan. Je kunt je ook voorstellen dat een paar dorpen, die geen van alle genoeg geld hebben om hun eigen theater aan te schaffen, de handen ineenslaan en samen een drijvend theater aanschaffen, dat rouleert tussen de dorpen.

2.3.2.3 Sloop

In de derde fase, de sloop, gebeurt eigenlijk hetzelfde als in de eerste fase, maar dan in de omgekeerde richting. De voordelen zijn dus ook grotendeels hetzelfde: er is geen overlast van sloopwerkzaamheden, en mensen hoeven ook niet op een halfafgebroken skelet uit te kijken. Verder kunnen meer materialen hergebruikt worden, doordat de het uit elkaar halen zorgvuldiger kan, en het afval beter kan worden afgevoerd.



(Afb. 7) Hamburg heeft woonarken in o.a. het Eilbeckkanaal geplaatst, om het stadsbeeld te verrijken (Hamburg.de, 2013).

2.4 Imago

Nog een reden voor een stad om drijvende gebouwen neer te zetten is dat het heel goed is voor hun imago. Het toont dat ze innovatief zijn. Wereldwijd trekken drijvende wijken toeristen, en bedrijven sturen mensen om te zien hoe *zij* het nou gedaan hebben. Kijk maar naar Nederland: wij staan onder andere bekend om onze woonboten. We zijn dan ook een bron van inspiratie voor steden als Hamburg om drijvende huizen in de stad te plaatsen. (Hamburg.de, 2013)

2.5 Esthetiek

De laatste reden voor drijvend bouwen is het feit dat drijvende gebouwen een gaaf idee zijn. We zouden bij wijze van spreken in betonnen dozen kunnen leven, maar naast comfort houden we ook van een huis en spullen die er mooi uitzien. Drijvend wonen geeft een heel andere esthetiek en beleving dan wonen op het land. Wonen *aan* water is erg populair. Bij wonen *op* water zit je nog dichter bij het water. Ook zijn er woonaspecten wezenlijk anders bij drijvend bouwen. Jan Benthem, architect en bewoner van een drijvend huis in IJburg, roemt bijvoorbeeld het licht (ArchiTV, 2012). “Wat blijkt (...) is dat er nog een aspect (...) aan wonen op het water heel bijzonder is; Het feit dat het licht van beneden komt. In andere situaties komt de zon, en het licht van boven, en als je woont op het water komt een groot deel van het licht ook van beneden, omdat dat weerspiegelt vanaf het wateroppervlak, in je huis. En dat is extreem mooi, dat is echt een hele extra waarde aan het wonen op water. Niet alleen weerspiegelt het licht van beneden (...), maar het is ook bewegend licht, een soort levend licht, omdat het water altijd golft, (...) dus er is altijd een soort... vibrering in het huis, en dat is eigenlijk heel kenmerkend voor wonen op het water.” Daar komt nog bij dat veel ontwerpen er fantastisch uitzien. Ontwerpen combineren bijvoorbeeld ruimtes onder water en boven water, wat natuurlijk nog een extra belevingsaspect oplevert. Je kunt je dus voorstellen dat er vraag is naar drijvende gebouwen.



(Afb. 8) In Terwijde, Leidsche Rijn liggen negentien drijvende woningen.

2.6 Waarom niet?

Natuurlijk moeten we ook kijken naar de nadelen van drijvend bouwen. Hier kunnen we twee hoofdpunten onderscheiden: technologie en beschikbaarheid.

2.6.1 Technologie

Bij drijvend bouwen komt nogal wat techniek kijken. Een gebouw moet allereerst een drijfmechanisme hebben. Hier zijn verschillende mogelijkheden voor, zoals een hol betonnen casco, of EPS (piepschuim). Dit drijflichaam moet natuurlijk voldoende drijfvermogen leveren om het gebouw te laten drijven, en het moet het gewicht breed verdelen, zodat het gebouw stabiel ligt. Het gebouw moet op zijn beurt licht genoeg zijn om te blijven drijven. Ook moet het zwaartepunt in het midden liggen, anders gaat het gebouw scheef liggen. Het gebouw moet stevig verankerd zijn, zodat er nauwelijks beweging is. En er moet een verbinding zijn met nuts-voorzieningen. Dit laatste wordt soms bemoeilijkt door het feit dat er sprake kan zijn van getijdenwerking. Dit kan worden opgelost door zelf energie op te wekken (bijvoorbeeld door middel van zonnepanelen), en zelf water te zuiveren. Je hebt immers goede toegang tot het oppervlaktewater. Hiervoor is veel echter veel techniek nodig, waarvoor ruimte in het gebouw, wat ten koste gaat van de gebruiksruimte. En als je apparatuur uitvalt, ben je op jezelf aangewezen. Dit is dus een keuze die je zorgvuldig moet maken.

2.6.2 Beschikbaarheid

Dit punt is het meest voor de hand liggend; drijvend bouwen is natuurlijk niet overal mogelijk. Een plaats die niet aan het water ligt, kan geen drijvende gebouwen hebben. Ook is er een probleem met toegankelijkheid. Eerder hebben wij als voorbeeld gegeven drie plaatsen waartussen een theater rouleerde. Dit is een mooi idee, maar dan moeten wel alle drie de plaatsen bereikbaar zijn over water voor zo'n groot gebouw. Eigenlijk is dat alleen mogelijk als alle drie de plaatsen aan de kust of aan een grote rivier liggen, aangezien de kleinere rivieren en kanalen (en sluizen) meestal niet breed genoeg zijn om iets groters dan een woonark door te laten.

2.7 Conclusie

In dit hoofdstuk hebben wij de voordelen van drijvend bouwen besproken. Door drijvend bouwen kan gebruik worden gemaakt van ruimte die anders ongebruikt zou blijven. Drijvende gebouwen zijn flexibel te verplaatsen, wat voordelen oplevert voor de productie en sloop. Ook zorgt de flexibiliteit ervoor dat steden beter kunnen inspelen op wat er nodig is in de stad. Steden die drijvende gebouwen inzetten krijgen een imagoboost, en als laatste leveren drijvende gebouwen een andere beleving dan gebouwen op het land. Bij drijvend bouwen loop je ook tegen een aantal problemen aan. Om drijvend te kunnen bouwen is namelijk techniek nodig, die nog niet altijd tot het uiterste is geperfectioneerd. Verder zijn drijvende gebouwen niet overal in te zetten. Deze nadelen zijn echter overkomelijk, en er zijn genoeg argumenten om met drijvend bouwen aan de slag te gaan.

3 Bestaande ontwerpen

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zullen wij vijf bestaande voorbeelden en ontwerpen van drijvende gebouwen bespreken, en dieper gaan analyseren. Dit doen wij om weer te geven wat de ontwikkelingen tot nu toe zijn, op het gebied van drijvend bouwen. Ook zien wij zo de plaats die gebouwen op water nu al hebben in de samenleving. Wij hebben deze ontwerpen uitgekozen, omdat ze ons het meest interessant leken, en omdat elk van de ontwerpen een goed voorbeeld vormt van een bepaald aspect van bouwen, zoals visie, oog voor praktisch en uitvoerbaarheid.

3.1.1 De ontwerpen

1. Drijvende scholen

Wij hebben twee verschillende voorbeelden van drijvende scholen gevonden, die gebouwd zijn in ontwikkelingslanden om onderwijs te kunnen bieden aan de bevolking, zelfs in het geval van een overstroming. De scholen bevinden zich in Bangladesh en in Nigeria.

2. LIFT huis

Het LIFT huis is een amfibisch huis, dat zich bevindt in Bangladesh, en gebouwd is om te dienen als oplossing voor de vele overstromingen waar de inwoners onder lijden. Het is op het land gebouwd, maar kan aan palen gaan drijven, in het geval van overstroming.

3. AutArkhome

De AutArkhome is een ontwerp voor een drijvend huis in de westerse wereld, met de intentie om drijvend bouwen financieel toegankelijker te maken. De woningen zijn ontworpen om in serie geproduceerd te worden, en daardoor goedkoper te zijn dan de meeste andere woningen.

4. Drijvend Paviljoen

Het Drijvend Paviljoen is een expertisecentrum op het gebied van drijvend bouwen, dat in de Rijnhaven van Rotterdam drijft. De intentie van het gebouw is om te tonen dat drijvend bouwen werkelijk uitvoerbaar is, en om de technische mogelijkheden weer te geven.

5. Lilypad

De Lilypad is een ontwerp voor een toekomstig drijvend gebouw. Dit is een onuitgevoerd plan, voor een drijvend opvangcentrum voor klimaatvluchtelingen.

3.2 Drijvende scholen

Een van de beste voorbeelden die wij hebben gevonden van hoe drijvende bouwwerken voor een goed doel kunnen worden ingezet, is de drijvende school. Dit is een praktische toepassing die een oplossing kan bieden voor problemen zoals overstromingen of ruimtegebrek. Door de drijvende

scholen kan ondanks deze omstandigheden onderwijs aan kinderen worden verleend. Hiervan hebben wij twee uitgewerkte voorbeelden gekozen om verder te analyseren.

3.2.1 Het project in Bangladesh

Het eerste voorbeeld is het project van Shidhulai Swanirvar Sangstha, in Bangladesh. Deze stichting, opgericht in 2008 door architect Mohammed Rezwan, beheert een vloot van circa 100 boten die onderwijs kunnen bieden aan zowel kinderen als volwassenen. De aanleiding het project is dat Bangladesh sterk te lijden heeft onder overstromingen. Omdat de boten drijven kunnen zij na een dergelijke overstroming inzetbaar blijven en overal komen. Elke boot is uitgerust met internet, een laptop en een kleine bibliotheek. Verder worden zonnepanelen gebruikt om de energie voor de boot op te wekken. De boten worden ook wel een combinatie van



(Afb. 9) Drijvende school in Bangladesh

school en schoolbus genoemd, omdat de boten via het water de schoolkinderen kunnen oppikken. Een andere toepassing van deze boten is dat op het moment dat ze niet voor onderwijs nodig zijn, ze kunnen worden ingezet om onderdak te bieden aan dakloze families, die bijvoorbeeld hun huis hebben verloren door natuurrampen. Elke boot kan ruimte bieden aan 30 leerlingen. (Designboom, 2012) (Fastcodesign, 2012)

3.2.2 De Drijvende School in Nigeria

Het tweede voorbeeld is het drijvende schoolgebouw in Lagos, Nigeria. Dit is een ontwerp van NLÉ Architects. Net zoals de boten in Bangladesh, gebruikt deze school duurzame energie in de vorm van zonnepanelen. Een van de belangrijkste aspecten waar bij dit bouwwerk op is gelet, is de flexibiliteit. Het betekent dat de school versleept kan worden naar daar waar hij nodig is. Het schoolgebouw is



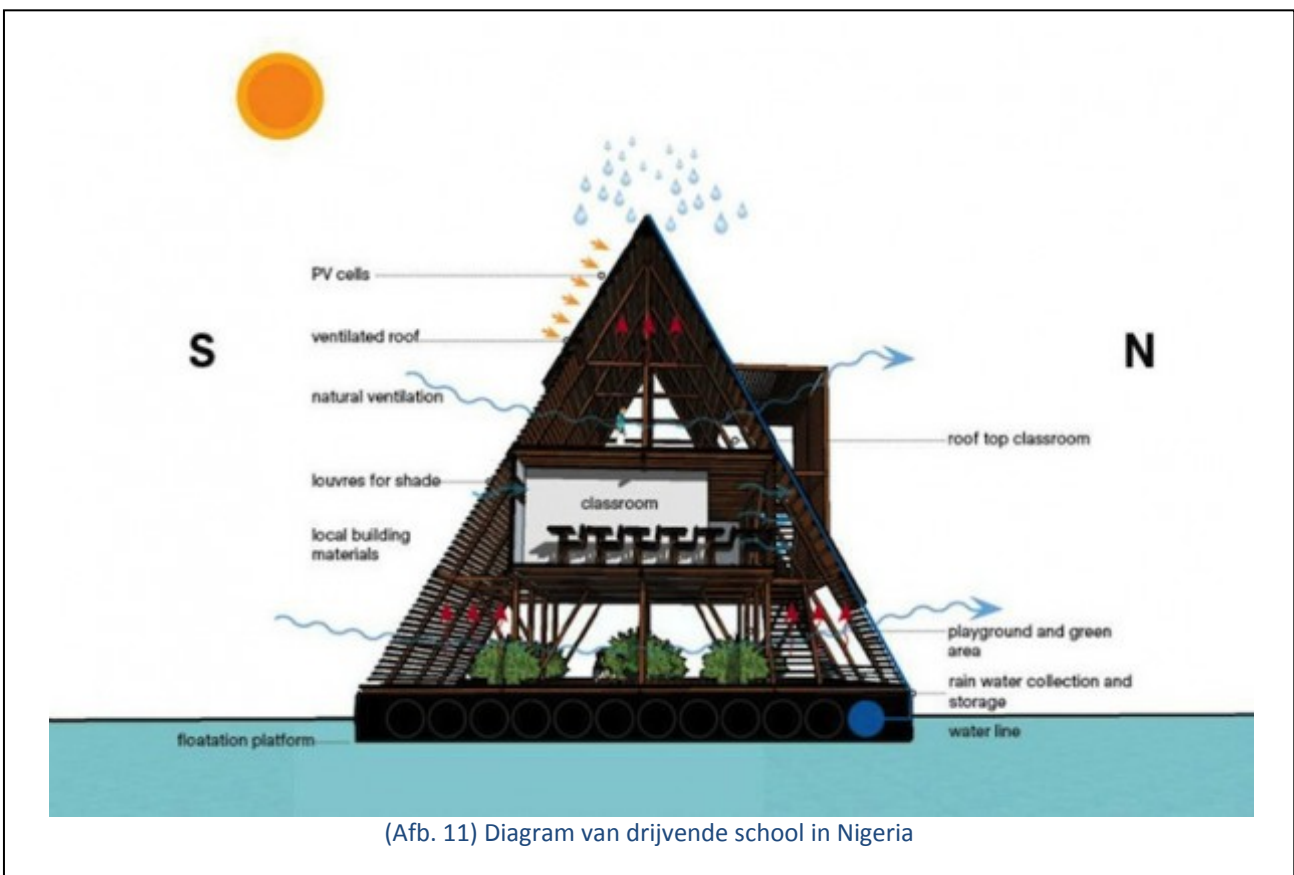
(Afb. 10) Drijvende school in Nigeria

ook op een andere manier flexibel, omdat het voor alternatieve doeleinden kan worden ingezet, zoals een ziekenhuis, een markt, of als woningen. De constructie van het gebouw bestaat uit een driehoekig houten frame, en dit zorgt dat het zowel veilig als betaalbaar is, omdat voor een driehoek minder materiaal benodigd is dan voor een vierhoek of andere vorm. Doordat er minder materiaal wordt gebruikt, is er ook minder drijfkracht nodig. Het bouw materiaal komt van lokale producenten en bronnen, om de lokale economie te steunen. Verder zorgt de driehoekige vorm ervoor dat het zwaartepunt van het gebouw laag blijft, waardoor

het gebouw stabiel blijft. Het gebouw wordt drijvend gehouden door middel van gerecyclede plastic tonnen, die in zestien houten modules zijn gebouwd. Deze modules bevatten elk zestien tonnen. Deze school kan ruimte bieden aan ongeveer 100 volwassenen. (NLÉ Works, 2013)

3.2.3 Wat vinden wij?

Wij vinden dat deze ontwerpen een goed voorbeeld zijn van de praktische toepassingen van bouwen op water. Ze tonen de maatschappelijke mogelijkheden van drijvend bouwen. De gebouwen zijn toegepast op plaatsen waar er of sprake is van ruimtegebrek, of waar er een constant gevaar van overstromingen is. Er wordt goed gebruik gemaakt van de mogelijkheden die drijvend bouwen biedt in vergelijking tot bouwen op land, met name de flexibiliteit die ervoor zorgt dat de gebouwen geen last van overstromingen ondervinden, en de gebouwen kunnen op deze manier naar de locatie waar ze nodig zijn worden verplaatst zonder al te grote moeite. Sterker nog, de scholen in Bangladesh zijn juist hiervoor ontworpen, met de gedachte om onderwijs naar de mensen te brengen, in plaats van mensen naar het onderwijs. Ook maken beide ontwerpen gebruik van duurzame energie, om te zorgen dat zij altijd toegang hebben tot elektriciteit. Het gekozen materiaal, in beide gevallen voornamelijk hout, maakt de gebouwen betaalbaar. Daarnaast is goed gebruik gemaakt van de beschikbare middelen. Dit zien wij ook terug in de constructie, met name in Nigeria, omdat er een vorm is gekozen die zo efficiënt mogelijk gebruik maakt van het materiaal, door zo min mogelijk loze ruimte te creëren.



3.3 LIFT huis

Een andere toepassing voor het bouwen op water, die ons erg interesseert, is om het drijven te gebruiken om schade door overstromingen te verminderen. In ontwikkelingslanden waar sprake is van overstromingsgevaar kan het gebruik van drijvende gebouwen een goede oplossing vormen voor overstromingen. Een goed voorbeeld van een dergelijk gebruik is het LIFT huis, dat onder andere in Bangladesh is gebouwd.



(Afb. 12) Model van het LIFT huis

3.3.1 Het ontwerp

Het LIFT huis is ontworpen door Prithula Prosun, van de universiteit van Waterloo. Zij is zelf afkomstig uit Bangladesh, en heeft daar in 1988 een grote overstroming meegemaakt. Zij zag hierbij de verwoesting die water kan creëren en hoe het mensen dakloos kan achterlaten. Deze ervaring was de aanleiding voor haar om op latere leeftijd een oplossing te bedenken voor deze mensen, door middel van een overstromingsbestendig huis.

Hieruit ontstond het LIFT huis. (Prosun, 2011, p. 1) LIFT staat voor Low Income Flood-proof Technology, en het gaat hier om een amfibisch huis. Dit betekent dat het huis normaal gesproken op het land staat, maar in het geval van overstroming kan gaan drijven. Het huis bestaat uit twee drijvende woongedeeltes, en deze bestaan allebei uit bamboe, dat lokaal geleverd wordt en verder ook licht is. Een van deze woongedeeltes drijft op plastic flessen, wat een goedkoop alternatief biedt op andere drijfmiddelen. Het andere woongedeelte drijft op een holte met wanden van ferrocement, dit is cement met een fijnmazige wapening. Deze twee woongedeeltes zijn bevestigd aan bamboepalen. Doordat de beide woongedeeltes kunnen drijven, ondervinden zij geen last van overstromingen, en doordat ze bevestigd zijn aan palen, zullen zij niet wegdrijven. In dit ontwerp speelt ook autarkie een grote rol. Er is gewerkt om ervoor te zorgen dat het huis tot op zekere hoogte zelfvoorzienend is. Zo wordt de energie zelf opgewekt door middel van zonnepanelen, en wordt regenwater opgevangen en gezuiverd. Het huis is ontworpen om onderdak te bieden aan vijf inwoners. (Prosun, 2011, pp. 58-72)

3.3.2 Wat vinden wij?

Een van de beste aspecten van het LIFT huis is het oog voor praktijk. Er is erg goed nagedacht over de plek waar het ontwerp toegepast zou worden en wat daar nodig is. Bangladesh is allereerst een land dat veel overstromingen te verduren heeft, maar het staat niet continu onder water. Vandaar dat er is gekozen voor een amfibisch huis, dat normaal gesproken op land staat. Op deze manier kunnen inwoners alsnog de voordelen van op het land zijn ondervinden, maar toch veilig zijn op het moment van overstromen. Ten tweede is Bangladesh een arm land. Bij het LIFT huis wordt dan ook gebruik gemaakt van goedkope en lokale materialen, zoals bamboe, en er wordt veel hergebruikt, zoals plastic flessen. In Bangladesh is vaak gebrek aan bepaalde voorzieningen zoals elektriciteit en schoon drinkwater. Het LIFT huis is met autarkie in gedachten ontworpen, met zonnepanelen en zuiveringsinstallaties, zodat deze voorzieningen toch aan de inwoners geboden kunnen worden. Om al deze redenen zijn wij van mening dat het LIFT huis een goed voorbeeld geeft van hoe, ook in arme

landen, drijvend bouwen de mensen kan helpen. Door middel van goed onderzoek naar de mogelijkheden en situatie, biedt het ontwerp een oplossing voor de problemen waar inwoners onder lijden, zoals overstromingen en afwezigheid van voorzieningen.



3.4 AutArkhome

Ontwikkelingslanden zijn niet de enige locatie waar drijvende woningen toegepast kunnen worden. Ook hier in Nederland kan bouwen op water voor woningbouw gebruikt worden, en voor dergelijke woningen bestaan al een aantal ontwerpen. Een ontwerp dat al vaker is toegepast, en dat wij erg interessant vinden, is de AutArkhome. Deze huizen zijn al te vinden op meerdere plekken in Nederland, waaronder het Booneiland in Almere en Terwijde in Utrecht.

3.4.1 Het ontwerp

De AutArkhome is een ontwerp van Aut-Ark B.V. en berust grotendeels op de klassieke kenmerken van een woonark, als zijnde simpelweg een kleine woning op een klein drijvend platform. Dit betekent dat de Autark een klassieker ontwerp is dan de andere ontwerpen die wij bespreken, maar het is ondertussen ook een ontwerp dat al vaak is toegepast. Een belangrijk aspect van de AutArkhome is dat de woningen in serie geproduceerd kunnen worden in een fabriek. Dit is een kenmerk van drijvende gebouwen dat uniek is op het gebied van bouwkunde. Doordat de woningen in serie te produceren zijn, is de productie goedkoper en kunnen de woningen in groepen worden neergezet. De koper kan echter nog steeds beslissen over het uiterlijk van de woning. Verder was een van de grootste idealen bij het ontwerpen van de AutArkhome, om een autarkische drijvende woning te maken. Er wordt gebruik gemaakt van duurzame technologie. Zo wordt afvalwater eerst gezuiverd voordat men het loost, omdat dit beter is voor het milieu. Ook wordt het oppervlakte water gezuiverd, om gebruikt te worden als drinkwater, spoelwater of voor verwarming. De energie voor de woning wordt opgewekt door middel van zonnecollectoren en zonnepanelen. Mede om deze redenen heeft de AutArkhome het Europees Passiefhuis certificaat ontvangen. (Aut-Ark B.V., 2013)



(Afb. 14) AutArkhome

3.4.2 Wat vinden wij?

De AutArkhome is een goed voorbeeld van commercieel drijvend bouwen. Dit komt doordat de woningen zijn ontworpen om goedkoper te zijn dan andere woningen, en in serie geproduceerd te kunnen worden, voornamelijk door het ontwerp niet te buitenissig te maken. Dit heeft echter ook een risico, gezien in serie produceren kan leiden tot gelijktijdige veroudering van alle woningen in één wijk, omdat in die wijk elke woning gelijk is. Aut-Ark b.v. probeert dit tegen te gaan door variaties in het ontwerp aan te brengen. Het ontwerp is voor een grotendeels 'gewoon' huis, maar dan drijvend. Ook vinden wij de autarkie waarop is gelet bij de AutArkhome erg prijzenswaardig.

Hoewel het geen noodzaak is voor een drijvende woning om autarkisch te zijn, zorgt deze eigenschap ervoor dat het ontwerp nog universeler kan worden toegepast. Zelfs als er in een gebied een gebrek aan bepaalde voorzieningen is, kan deze locatie nog steeds mogelijkheid bieden voor een woning. Verder speelt, net als bij veel andere drijvende woningen, duurzaamheid een grote rol bij de AutArkhome, en dit vinden wij erg goed, omdat zo de impact van de woning op het milieu sterk verminderd wordt.

3.5 Drijvend Paviljoen

Bouwen op water is in de ogen van veel mensen alleen nog maar een beeld van de verre toekomst. Ze zijn zich niet bewust van wat er allemaal mogelijk is op het gebied van drijvend bouwen. Om die bewustheid te verspreiden is een groot voorbeeld nodig van de technische mogelijkheden, en dit voorbeeld is te zien in het Drijvend Paviljoen in Rotterdam. Het Drijvend Paviljoen is gebouwd om de mogelijkheden te tonen die drijvend bouwen biedt, en hoe het verwezenlijkt kan worden. Het is een voorbeeld van wat Nederland op het gebied van bouwen op water te bieden heeft, en maakt gebruik van inspirerende technieken en mogelijkheden.



(Afb. 15) Drijvend Paviljoen

3.5.1 Het ontwerp

Het Drijvend Paviljoen is een ontwerp van Deltasync en Public Domain Architecten en in de Rotterdamse Rijnhaven gebouwd door Dura Vermeer. Het is ontworpen om te dienen als icoon van drijvend bouwen. Momenteel wordt het gebruikt als expertisecentrum en expogebouw van bouwen op water. Het gebouw bestaat uit drie semi-transparante koepels, met diameters van 18,5, 20 en 24 meter. Deze koepels bestaan uit kleine stalen frames, met ETFE-folie overheen gespannen. Deze folie is 100 keer lichter dan glas, en daardoor erg geschikt voor drijvende gebouwen. Het gebouw drijft op een 2,5 meter dikke laag polystyreen, ofwel piepschuim, waar beton overheen is gegoten. Deze fundering bevat ook een kelder voor de technische uitrusting. Het auditorium van het gebouw maakt gebruik van 'phase change materials', dit zijn materialen met een hoge smeltwarmte die veel energie kunnen opnemen. Warmte wordt afgegeven respectievelijk opgenomen op het moment dat de stof van de vloeibare fase naar de vaste fase gaat en omgekeerd. Deze materialen zorgen ervoor dat het gebouw minder snel opwarmt in de zomer, of afkoelt in de winter, waardoor er minder energie nodig

is om het gebouw kunstmatig te koelen of verwarmen. Verder speelt zelfvoorzienendheid een grote rol bij het Drijvend Paviljoen. Er is een connectie met de kade voor elektriciteit, maar er is geen rioolaansluiting. In plaats daarvan wordt gebruik gemaakt van een IBA-systeem (Individuele Behandeling van Afvalwater), waarmee op het eiland zelf het water wordt gezuiverd. Het residu hiervan wordt gebruikt voor toiletspoeling, en het water dat daarna nog over is kan worden geloosd in de Maas, omdat het daar schoon genoeg voor is. (Dura Vermeer, 2010) (Dura Vermeer, 2010)



(Afb. 16) Drijvend Paviljoen

3.5.2 Wat vinden wij?

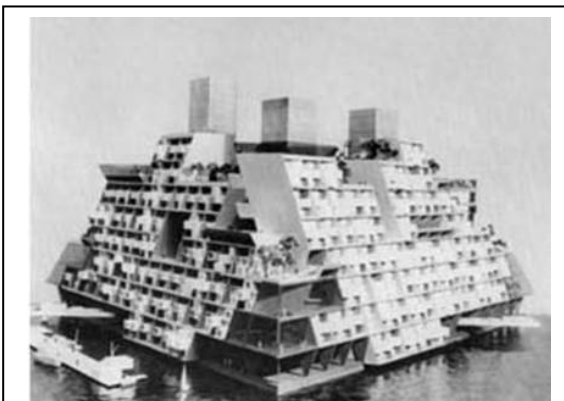
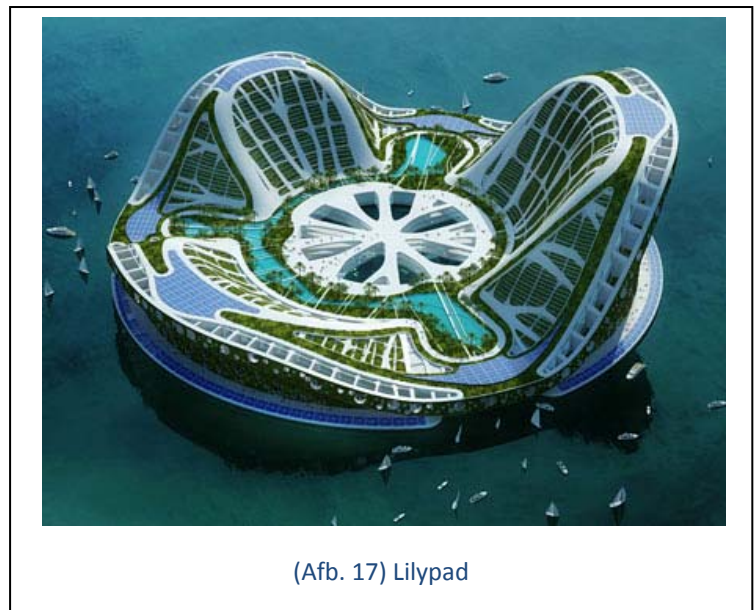
Het Drijvend Paviljoen is een lovenswaardig ontwerp. Het toont de mensen dat drijvend bouwen meer toepassingen heeft dan alleen de klassieke woonboot, en werkt als een soort icoon van drijvende gebouwen als geheel. Er wordt gebruik gemaakt van goede technologieën, zoals het waterzuiveringssysteem, maar weet toch geard te blijven door het gebruiken van klassiekere technieken, zoals het gebruik van polystyreen als drijvende fundering, iets dat al bij veel andere ontwerpen van drijvende gebouwen gebruikt is. Er is goed nagedacht over de mogelijkheden die vertoond kunnen worden, zoals hoe de phase change materials een alternatief biedt op het gebied van energiebesparing. Ook is de materiaalkeuze erg goed doordacht, met het gebruik van zo licht mogelijk materiaal, zoals de ETFE-folie, en de constructie van stalen frames die zorgen voor een stevige bouw.

3.6 Lilypad

Het Drijvend Paviljoen is ontworpen om ons de innovatieve mogelijkheden van drijvend bouwen te tonen. De drijvende scholen, het LIFT huis en de AutArkhome tonen ons praktische toepassingen voor bouwen op water. Maar ook voor wat er nog zal komen zijn ontwerpen van mensen met visie en ideeën. Ontwerpen die naar alle waarschijnlijkheid niet in hun eigen leven volbracht zullen worden, maar mogelijk wel daarna. Een van de mooiste en inspirerendste voorbeelden hiervan is voor ons de Lilypad. Het is een ontwerp dat op de korte termijn niet verwezenlijkt kan worden, maar wel toont dat ook later er nog meer mogelijkheden zijn voor bouwen op water.

3.6.1 Het ontwerp

De Lilypad is een ontwerp voor een drijvend eiland als opvang van klimaatvluchtelingen, bedacht door Vincent Callebaut. Dit een Belgische architect, die al meerdere prijzen heeft gewonnen voor zijn ontwerpen. De vormgeving is gebaseerd op de onderkant van een lelie uit de Amazone (Amazonia Victoria Regia), en er is een 'rib'-structuur te herkennen. In het midden van het eiland bevindt zich een lagune met ruimte onder het wateroppervlak. Op het eiland bevinden zich drie 'bergen', die ruimte bieden voor werk, winkels en recreatie. Er is bij het ontwerpen ook veel rekening gehouden met het klimaat. Het eiland is meer dan zelfvoorzienend, en heeft geen CO₂-uitstoot. Er wordt ook hier gebruik gemaakt van duurzame energie door middel van zonlicht, water en thermiek. Ook wordt regenwater op het eiland gezuiverd. Verder bevat het eiland veel natuur, en is de buitenkant gemaakt van kunststof met titaniumdioxide, een stof die luchtvervuiling kan afbreken onder invloed van zonlicht. Het eiland is ontworpen om onderdak te kunnen bieden aan 50.000 mensen, en is met name bestemd voor klimaatvluchtelingen. (Architect, 2008) (Callebaut, 2008)



(Afb. 19) Triton City: Triton City is een onuitgevoerd ontwerp voor een drijvende stad, door Richard Buckminster Fuller, in opdracht van een Japanse opdrachtgever. De stad was bedoeld om in de baai van Tokyo geplaatst te worden. (Buckminster Fuller, 1981)

3.6.2 Wat vinden wij?

Wij vinden dat de Lilypad een erg goed initiatief is om ons te tonen wat de toekomst zou kunnen zijn. Het eiland is met mensen in gedachten ontworpen, als opvang van vluchtelingen. Verder is het prijzenswaardig hoe erg er is gelet op de invloed op het klimaat. De duurzame energie en regenwaterzuivering zorgen ervoor dat de impact die het eiland heeft op het klimaat, zo klein mogelijk is. Dit ontwerp neemt in het grote geheel van drijvend bouwen, de vorm van een toekomstbeeld aan, omdat

het ons toont wat er misschien ooit mogelijk zou kunnen zijn.

Echter, we moeten in dit geval wel realistisch blijven en bedenken of het ontwerp ook echt uitvoerbaar is. Op het moment zijn er nog geen enkele plannen om het ontwerp te verwezenlijken, en die zullen er waarschijnlijk niet komen in de nabije toekomst. Er is hier sprake van een enorm project, maar er is geen enkel plan voor wie het zou moeten uitvoeren, waar, of ook maar hoe? Er zijn in het verleden al vaker overijverige ontwerpen geweest, zoals Buckminster Fuller's ontwerp voor de drijvende stad Triton, die nooit zijn uitgevoerd, en dat waarschijnlijk nooit zullen worden. (Buckminster Fuller, 1981)

3.7 Conclusie

In dit hoofdstuk hebben wij naar vijf ontwerpen en concepten van drijvende gebouwen gekeken, en deze verder geanalyseerd, om te tonen welke mogelijkheden drijvend bouwen kan bieden. Met de drijvende scholen hebben wij gezien hoe drijvend bouwen voor een goed doel kan worden ingezet, met de materialen die bij de hand zijn. Het LIFT huis geeft ons een voorbeeld van een goed doordacht ontwerp, waarbij exact gekeken is naar de behoeften op locatie, en naar hoe het op een praktische manier kan worden toegepast. De AutArkhoe laat zien hoe drijvend bouwen commercieel kan worden toegepast, ook in de westerse wereld, door middel van de flexibiliteit en universaliteit. Het Drijvend Paviljoen toont ons de technische mogelijkheden van bouwen op water, en dient als bewijs dat drijvend bouwen veel mogelijkheden biedt. Als laatste toont de Lilypad ons dat we het einde nog niet hebben bereikt, en dat er altijd nog andere mogelijkheden zullen komen, maar ook dat we kritisch moeten kijken naar of het echt uitvoerbaar is.

4 Eigen ontwerpen

4.1 inleiding

In ons werkstuk proberen we een zo compleet mogelijk overzicht te geven van drijvend bouwen. Hiertoe hebben we zelf drie ontwerpen gemaakt voor een drijvende wijk. Zo kunnen we laten zien hoe een complete drijvende wijk eruit zou kunnen zien, in plaats van de individuele gebouwen. In deze ontwerpen hebben we geprobeerd de diverse mogelijkheden voor drijvende wijken op te nemen. We hebben besloten om ontwerpen te maken voor een wijk in een bestaande plaats, namelijk de Maashaven in Rotterdam. Door de aanleg van de tweede Maasvlakte zal deze haven binnen een paar jaar niet meer gebruikt worden voor scheepsverkeer. Om de haven toch nuttig te gebruiken, heeft de gemeente Rotterdam plannen voor drijvende wijken in de stadshavens (Gemeente Rotterdam, 2009) (Gemeente Rotterdam, 2011). De Maashaven is ongeveer 300 meter breed en 2 kilometer lang (Wikipedia.nl, 2012).

4.1.1 de ontwerpen

1: Venetië

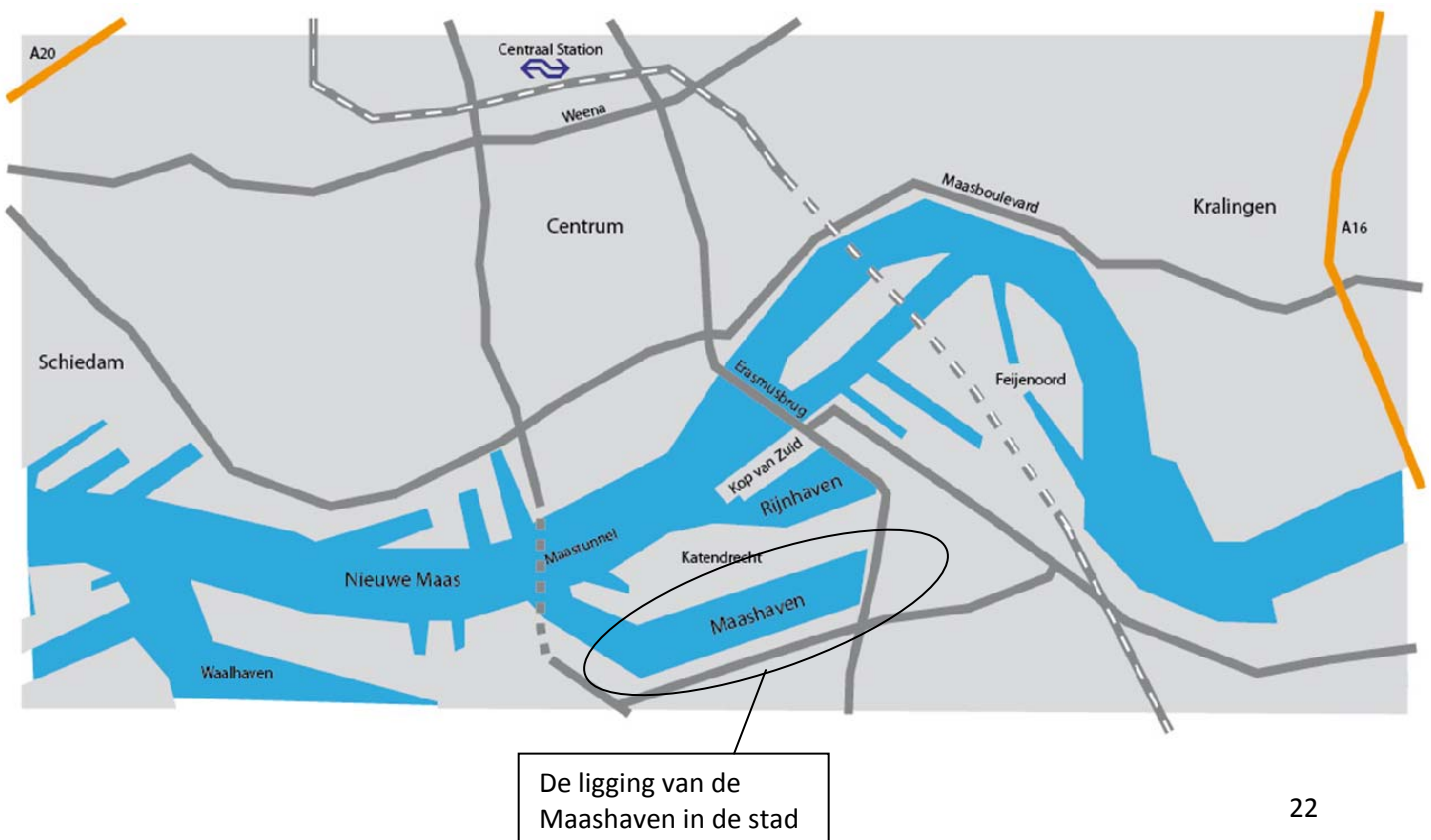
Dit ontwerp bestaat uit individuele modules die samen een netwerk vormen. Deze modules zijn bebouwd met huizen, flats of andere gebouwen. Ook zijn er parkmodules en modules met door particulieren in te vullen waterkavels.

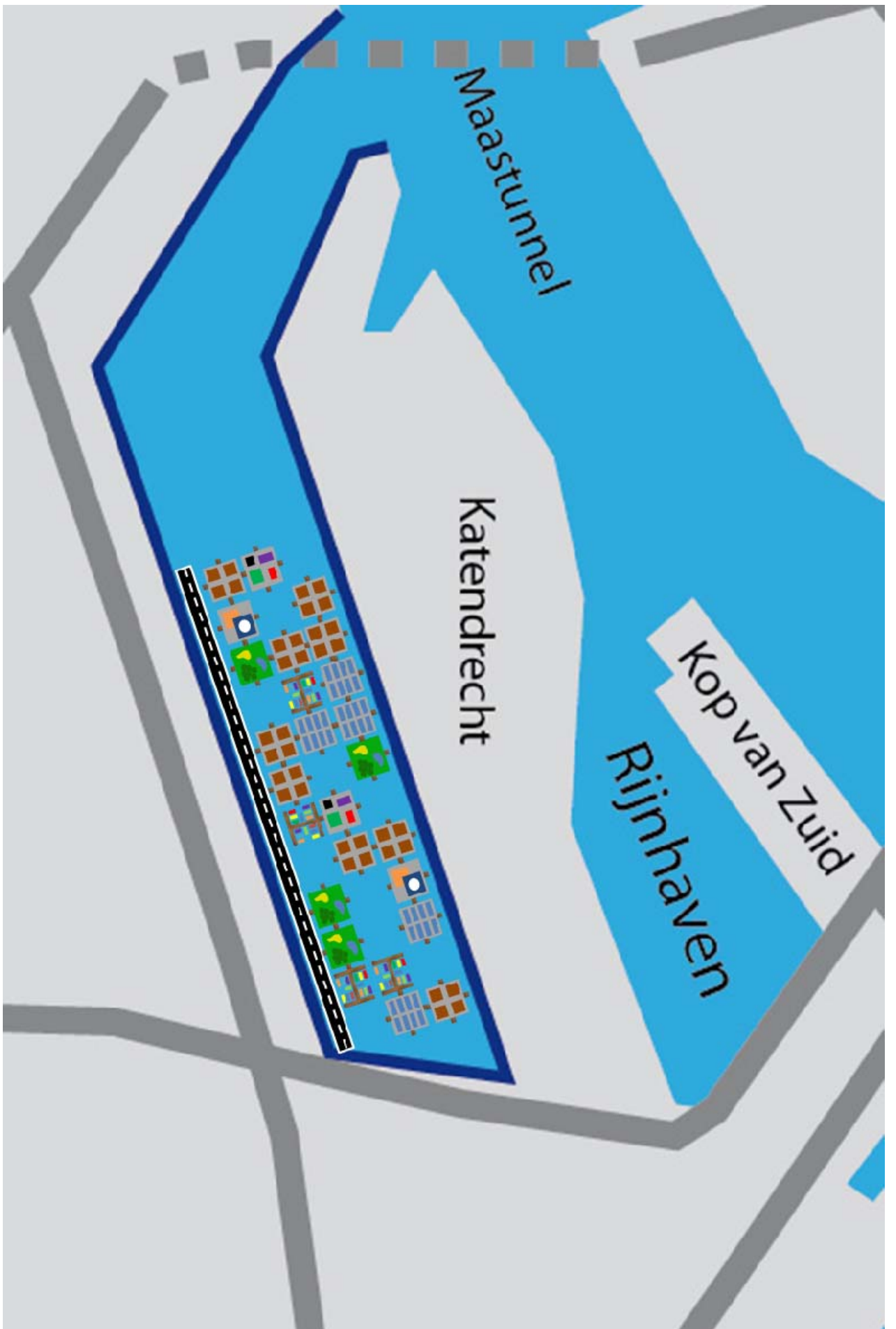
2: de Pier

Dit ontwerp is één lange pier die zich uitstrekt over de gehele lengte van de haven. Hieraan kunnen drijvende gebouwen worden gelegd.

3: de Pierenboom

Dit ontwerp bestaat uit een netwerk van pieren. Aan de pieren kunnen drijvende gebouwen worden gelegd. Het netwerk van pieren is niet statisch, maar de pieren kunnen opnieuw worden gerangschikt.





4.2 Ontwerp 'Venetië'

4.2.1 Introductie

De meeste plannen voor drijvend bouwen bestaan uit één gebouw. Dit is logisch voor particulieren en organisaties; zij hebben immers niet meer dan één gebouw nodig. Maar als een gemeente een drijvende wijk wil bouwen, moet er op grotere schaal gedacht worden. Dit natuurlijk kan door een groot aantal 'enkele' gebouwen neer te zetten. Maar het is misschien handiger om structuren van een grotere omvang in te zetten. In plaats van telkens één huis, waarom niet twintig huizen in één keer? Deze gedachtegang brengt je al gauw bij een modulaire wijk.

4.2.2 De modulaire wijk

Dit principe houdt in dat er verschillende 'modules' worden geproduceerd, die aan elkaar kunnen worden gepast. Zo'n module bestaat uit een drijflichaam, met daarop bestrating en gebouwen. Onze modules zijn vierkant, maar drie- of zeshoekige modules zouden ook mogelijk zijn. Het drijflichaam kan uit één stuk bestaan, maar kan ook bestaan uit kleinere submodules, die aan elkaar bevestigd kunnen worden. Door het gebruik van modules kan de wijk efficiënter (want gedeeltelijk in serie) geproduceerd worden. Ook wordt op deze manier de ruimte optimaal gebruikt.

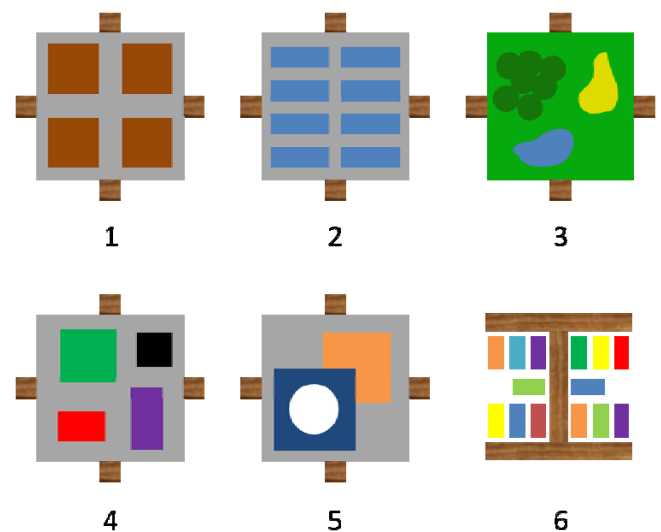
4.2.3 Het ontwerp

4.2.3.1 Onze modules

De modules zijn 75 bij 75 meter. Ze hebben vanaf alle vier de zijden een loopbrug. Onder deze loopbruggen kunnen leidingen lopen, zodat alle huizen verbonden zijn. De modules liggen dus niet strak tegen elkaar aan, maar hebben wat ruimte over. Hierdoor is het water nog te zien, wat de indruk van 'kanalen' geeft. Vandaar de naam 'Venetië'. In ons ontwerp hebben we zes soorten modules gebruikt: een module met een huizenblok (1), een module met flats/kantoren (2), een module met een park (3), een module voor recreatie (zoals een buurthuis, een sportzaal, etc.) (4), een module voor winkels (5), en een module die bestaat uit waterkavels (6). Deze laatste module zorgt ervoor dat het wijkbeeld gevarieerder wordt. Particulieren kunnen daar aan de pieren een woonark of ander drijvend gebouw neerleggen. Dit is belangrijk, want als elke module precies hetzelfde is, ziet



(Afb. 20) Het Isola-huis gebruikt ook modulariteit, maar op een kleinere schaal. De huizen zijn namelijk te maken uit kleinere modules, waaronder een drijvend platform, een kamer en een dak dat regenwater opvangt en zuivert (Isola system, onbekend).



de wijk er steriel en onuitnodigend uit. Het toestaan van zelfontworpen gebouwen doorbreekt dat. Dit doen we ook door sommige plekken waar een module zou kunnen liggen leeg te laten. Op de modules kunnen geen auto's komen, omdat er geen ruimte is voor parkeerplaatsen en brede straten. Daarom zouden parkeerfaciliteiten langs de kade moeten worden neergezet.

4.2.3.2 Het patroon

De modules zijn in elke gewenste volgorde neer te leggen. Ook kunnen sommige plekken waar een module zou kunnen liggen leeg blijven. Dit zou de connectie van de wijk met het water benadrukken. Verder zorgen de lege plekken voor een makkelijkere herschikking van de modules. De modules liggen namelijk niet permanent vast, maar kunnen verschoven worden. Ook kunnen ze vervangen worden als de vraag verandert, of een module beschadigd wordt of verouderd raakt.

4.2.4 Onze analyse

4.2.4.1 Voordelen

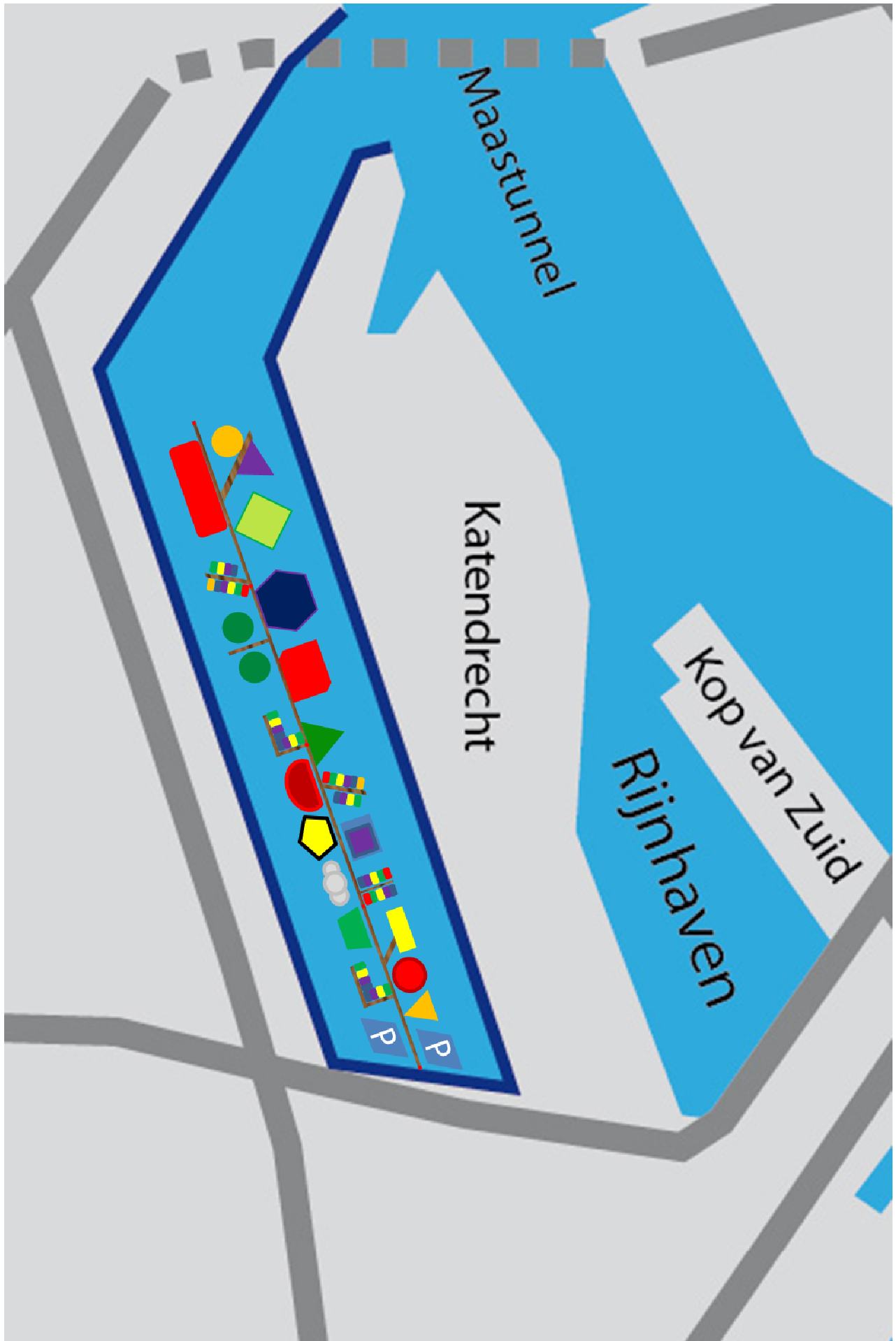
Dit ontwerp heeft als voordeel dat het zeer efficiënt met de ruimte omgaat. Het vult immers het grootste deel van het beschikbare wateroppervlak. Verder geeft het de indruk een echt deel van de stad te zijn, want er kunnen 'gewone' huizen op de modules staan, en 'gewone' flats. Ook krijgt wijk 'eenheid' door het gebruik van op elkaar lijkende modules.

4.2.4.2 Nadelen

Een nadeel is dat de modules toch wel erg vast komen te liggen. Vervanging wordt zo een ingewikkelde onderneming, die vaak de verplaatsing van andere modules nodig maakt. Ook zal de wijk toch redelijk statisch zijn. Bedenk maar eens: Wanneer kan een woonmodule vervangen worden? Dat kan pas als er niemand meer woont, of als iedereen die er nog woont een nieuwe woning wil. Dit gebeurt niet zo snel, waardoor de meeste modules decennia blijven liggen. Ook is het gebruik van dit soort modules geheel nieuw. De modules geven een andere beleving dan gebruikelijke, individuele drijvende gebouwen. Het risico bestaat dus dat er weinig vraag zal zijn, omdat mensen die niet drijvend willen wonen, de wijk links laten liggen, en mensen die wel drijvend willen wonen liever een individuele woning hebben. Dit is echter zuiver speculatie, en het is ook goed mogelijk dat er juist markt voor zal zijn.



(Afb.21) In de haven van Kopenhagen liggen vier flats, met in totaal 120 appartementen. (Vandkunsten Architecten, 2008)



4.3 Ontwerp 'De Pier'

4.3.1 Het ontwerp

Het eerste dat opvalt aan de Maashaven, is dat hij lang is. Die lengte hebben we meegenomen in dit ontwerp. Het ontwerp bestaat namelijk uit een lange, rechte pier, waaraan aan weerszijden gebouwen kunnen worden aangelegd. Ook kunnen er zijpien worden aangelegd, waardoor het beschikbare oppervlak groter kan worden. Het is aan de gemeente om te beslissen hoeveel van de beschikbare ligplaatsen het zelf wil opvullen, en hoeveel over te laten aan particulieren om in te vullen. Ook dit ontwerp is autovrij. We hebben in ons plan al drijvende parkeergarages opgenomen, waar bewoners en bezoekers hun auto's kwijt kunnen. Een onbemand pendelvoertuig rijdt over de pier, en stopt elke 500 meter. Hierdoor is elk punt toch goed bereikbaar.

4.3.2 Onze analyse

4.3.2.1 Voordelen

Het grootste voordeel van dit ontwerp is de variatie aan gebouwen die het op zou leveren. De gebouwen zouden elke gewenste grootte en vorm kunnen hebben, wat zorgt voor een levendig beeld. Ook zorgt de vrijheid van gebouwen ervoor dat we optimaal gebruik kunnen maken van de bestaande technieken. Verder zijn de gebouwen goed toegankelijk voor boten, wat zorgt voor snelle en efficiënte vervanging. Dit ontwerp heeft dus een hoge flexibiliteit, in tegenstelling tot het ontwerp 'Venetië', waarbij de modules moeilijk te verplaatsen zijn. Zo is de wijk geen statisch geheel, maar

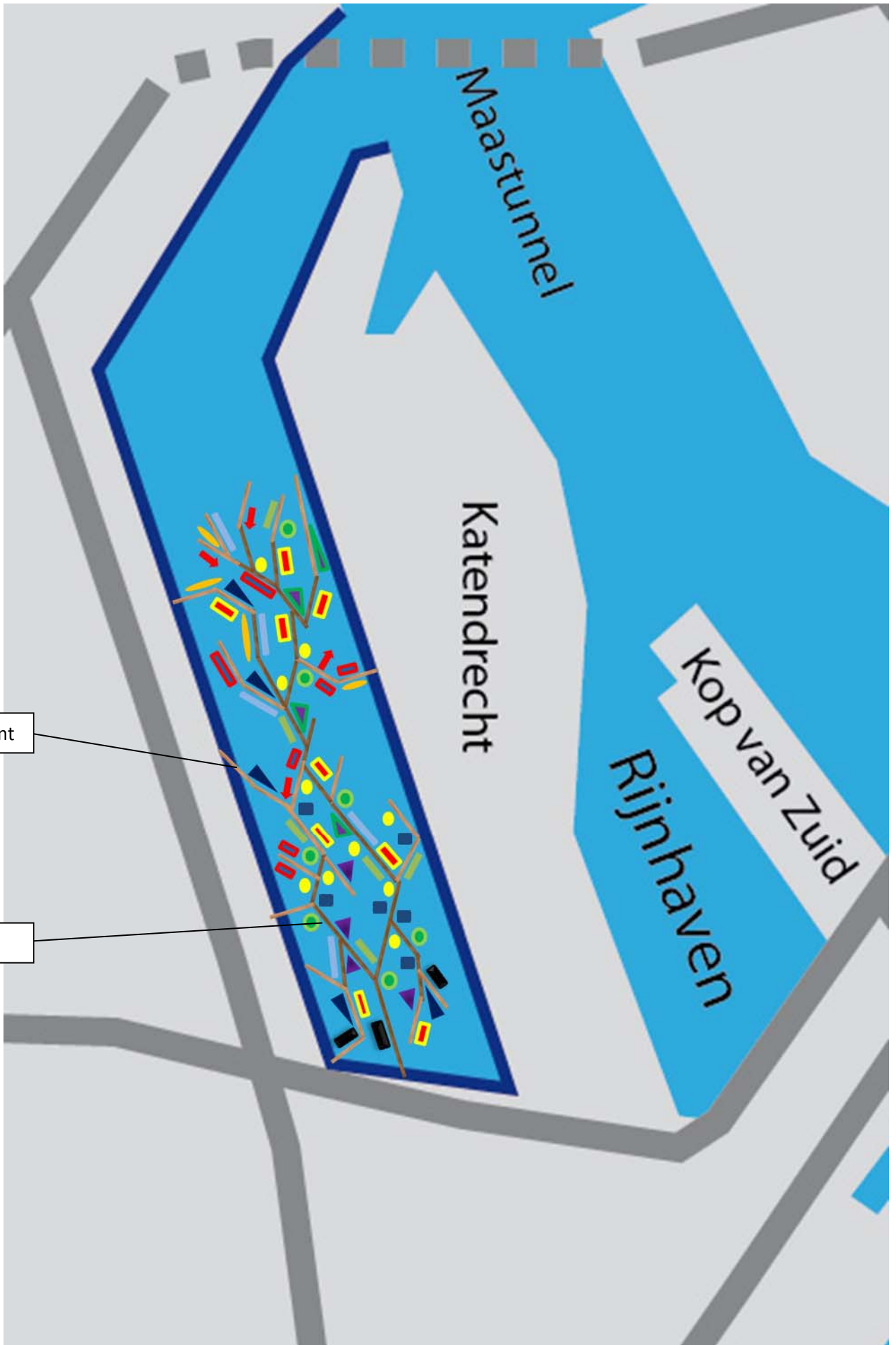
fluctueert hij, waardoor hij zich goed kan aanpassen aan veranderende eisen. Ook blijven de gebouwen niet hangen in verouderde technologie, maar kunnen ze worden vervangen als er een wezenlijke verbetering aan de techniek mogelijk is. Het laatste voordeel is dat deze wijk optimaal in samenspraak met de toekomstige bewoners en omwonden uit te voeren is. In het rapport "Wonen op het water: succes- en faalfactoren" komt naar voren dat interactie tussen overheid en burgers erg belangrijk is bij het realiseren van drijvende gebouwen (Schuwer, 2007). In 'Venetië' is de uitvoering erg autoritair en is er weinig interactie tussen burger en overheid. Maar in het ontwerp 'de Pier' kan elk gebouw in volle samenspraak worden neergezet.



(Afb. 22) 'De citadel' is een ontwerp van Waterstudio. Het bevat 60 appartementen, een parkeergarage, en aanlegplaatsen voor boten. Ook is er een drijvende weg naar het vasteland. Het plan is om het in 2014 te bouwen (Waterstudio, 2009) (Inhabitat, 2009).

4.3.2.2 Nadelen

Het nadeel aan dit ontwerp is dat het niet erg efficiënt omgaat met de beschikbare ruimte. Één rechte pier biedt niet zo veel aanlegplaatsen, en veel van het wateroppervlak wordt waarschijnlijk niet gebruikt. Ook kan de variatie aan gebouwen er ongeordend en chaotisch uitzien. Dit is niet noodzakelijk een nadeel, maar het zorgt er wel voor dat de wijk niet zo snel als een volwaardig deel van de stad wordt gezien. In plaats daarvan zou het lang een soort 'gimmick' kunnen blijven.



4.4 De Pierenboom

Het laatste ontwerp dat wij zelf hebben bedacht voor een drijvende wijk noemen wij “De Pierenboom”, omdat deze bestaat uit eerst een hoofdpier die als ‘stam’ dient, maar die daarna snel vertakt. Dit zorgt ervoor dat een soort boomstructuur wordt gecreëerd. Ook dit ontwerp is bedoeld om toegepast te worden in de Rijnhaven in Rotterdam.

4.4.1 Het ontwerp

Dit ontwerp bestaat uit een netwerk van pieren, die onderling verbonden zijn. Net als bij het ontwerp ‘De Pier’ kunnen aan deze pieren drijvende gebouwen worden aangelegd. Het verschil is dat er in dit ontwerp niet één pier is, maar dat de hoofdpier al snel vertakt. De vertakkingen reiken in sommige punten tot de kade, waardoor de wijk van meerdere punten te bereiken is. Ook dit ontwerp is niet toegankelijk voor auto’s, dus er zouden parkeermogelijkheden langs de kade beschikbaar moeten worden gesteld. Dit kan op het land, of drijvend.

De vertakkingen bemoeilijken de toegang tot sommige gebieden. Om er voor te zorgen dat aan elke pier gebouwen kunnen komen te liggen, hebben wij twee soorten pieren in het ontwerp opgenomen: Stationaire en flexibele. De stationaire pieren zijn altijd met elkaar verbonden, en vormen zo de ‘stam’. Hierlangs komen ook de leidingen voor riool, elektriciteit en gas te liggen. Dit is iets dat al bij een aantal bestaande drijvende gebouwen is toegepast, die via de pier een aansluiting voor elektriciteit en dergelijke hebben, waaronder gebouwen als het Drijvend Paviljoen in Rotterdam. Deze stationaire pieren vertakken in de flexibele pieren. Deze pieren kunnen vrij worden los- en vastgekoppeld. Hierdoor kunnen schepen en gebouwen toch toegang krijgen tot de schijnbaar ingesloten vlakken. Ook deze pieren zullen aansluitingen voor elektriciteit, riool en gas moeten bevatten, en alsnog beweegbaar blijven. De pieren die tot de kade reiken kunnen dus ook worden losgekoppeld. Langs de pieren kunnen dan de drijvende gebouwen worden geplaatst. Net als bij ‘de Pier’, laten wij de vormen die deze gebouwen aannemen, over aan de eigenaren, die hier dan zelf over kunnen beslissen. Hierdoor zal elke ‘tak’ iets unieks hebben.

4.4.2 Onze analyse

4.4.2.1 Voordelen

Het voordeel van dit ontwerp is dat het de flexibiliteit van drijvende gebouwen, en de verscheidenheid aan ontwerpen combineert met (relatief) efficiënt ruimtegebruik, ook al is dit minder efficiënt dan bij ‘Venetië’. De wijk krijgt een prettig organische structuur, in tegenstelling tot het ontwerp ‘Venetië’, dat toch een beetje steriel aandoet. De organische structuur haakt in op het gevoel van bij het water wonen, door een natuurlijk effect te creëren. Er blijft ook genoeg open water, om de connectie met het water duidelijk zichtbaar te houden. Hierdoor wordt het gevoel van wonen op water, waar mensen toch wel veel aan hechten, behouden. Het belangrijkste aspect van dit ontwerp is dan ook het gevoel dat het ontwerp bij mensen opbrengt, door de organische structuur, en de constant zichtbare aanwezigheid van water.



(Afb. 23) In de haven van Hamburg ligt de IBA Dock, die als expositiegebouw van nieuwe bouwtechnieken dient.

4.4.2.2 Nadelen

Het grootste nadeel is de techniek. Het vrij los- en vastkoppelen van pieren is een grote technische uitdaging, waarvan niet zeker is of die (nu) te verwezenlijken is. Hoewel het los- en vastmaken van pieren op zichzelf geen probleem vormt, omdat je simpele bevestigingsmethodes kunt gebruiken, bijvoorbeeld haken of kabels (Koekoek, 2010), ligt het probleem in leidingen die zich in de pieren zullen moeten bevinden. Voordat een pier losgekoppeld zou kunnen worden, zouden eerst de leidingen afgesloten moeten worden, en het vereist nog veel technische ontwikkeling om dit op een efficiënte manier te laten gebeuren. Verder is het de vraag of het ook snel en soepel genoeg zou kunnen verlopen om te zorgen dat er niet te veel overlast wordt bezorgd door de opening, omdat op een ander punt mogelijk ook de leidingen afgesloten zouden zijn.

4.5 Conclusie

In dit hoofdstuk hebben wij drie ontwerpen voor een drijvende wijk in de Maashaven in Rotterdam gepresenteerd. Deze ontwerpen zijn 'Venetië', 'De Pier' en 'De Pierenboom'. Met deze ontwerpen wilden wij laten zien hoe een complete drijvende wijk eruit zou kunnen zien. Wij wilden ook hierin de verschillende mogelijkheden voor drijvend bouwen laten zien. Het ene ontwerp maakt optimaal gebruik van bestaande technieken ('De Pier'), het andere gebruikt een futuristische, maar efficiënte manier om een 'echte' stadswijk te ontwerpen ('Venetië'), en het derde combineert bestaande en nog te ontwikkelen technologieën om een organisch en esthetisch geheel te produceren ('De Pierenboom'). Onze ontwerpen mogen misschien nog toekomstmuziek lijken, maar als het aan de gemeente Rotterdam ligt, zien we binnenkort toch een drijvende wijk in Nederland (Gemeente Rotterdam, 2011).

5 Conclusie

In dit werkstuk hebben we een overzicht gegeven van drijvend bouwen en de mogelijkheden ervan. Dit hebben wij gedaan aan de hand van drie hoofdstukken. In het hoofdstuk 'Waarom drijvend bouwen' hebben we gekeken naar de aanleidingen naar drijvend bouwen, maar ook de eventuele problemen die er kunnen zijn bij de uitvoering en de nadelen die er bestaan. In het hoofdstuk 'Bestaande voorbeelden' hebben we vijf bestaande projecten voor drijvende gebouwen beschreven en geanalyseerd. In het hoofdstuk 'Eigen ontwerpen' hebben wij drie ontwerpen uiteengezet, die wij zelf hebben gemaakt, en ook deze ontwerpen hebben we geëvalueerd en van eigen kritiek voorzien.

5.1 Waarom drijvend bouwen?

In dit hoofdstuk hebben we de drijfveren voor drijvend bouwen besproken. We hebben een overzicht gegeven van de voor- en nadelen die aan bouwen op water verbonden zijn. We hebben gekeken naar de punten ruimte, flexibiliteit, imago en esthetiek. Verder hebben we ook de problemen die bestaan bij de uitvoering besproken.

Allereerst kan drijvend bouwen zorgen voor meer ruimte binnen de stad. Door urbanisatie vindt trek van platteland naar stad steeds meer plaats. Hierdoor is er binnen deze steden veel vraag naar woningen, en drijvende woningen kunnen hier een oplossing bieden, gezien deze bijna overal waar water is, kunnen worden toegepast.

Het voordeel van de flexibiliteit die drijvende gebouwen hebben is onder te verdelen in twee aspecten: de verticale beweging, en de horizontale beweging. De verticale beweging betekent dat het gebouw kan stijgen en dalen met het waterpeil. Drijvend bouwen kan dus een oplossing bieden voor overstromingen. De horizontale beweging betekent dat het gebouw op elk moment verplaatst kan worden. Dit is voordelig voor de productie, omdat dit kan gebeuren in een speciale fabriek; het is voordelig voor het gebruik, omdat gebouwen zo op nieuwe manieren gebruikt kunnen worden; en het is voordelig voor de sloop, omdat dit niet langer ter plekke hoeft te gebeuren, maar in plaats daarvan op een speciale locatie.

Drijvend bouwen kan ook goed werken voor het imago van de stad. Het bouwen van drijvende gebouwen toont dat een stad innovatief denkt, en dit trekt veel toeristen.

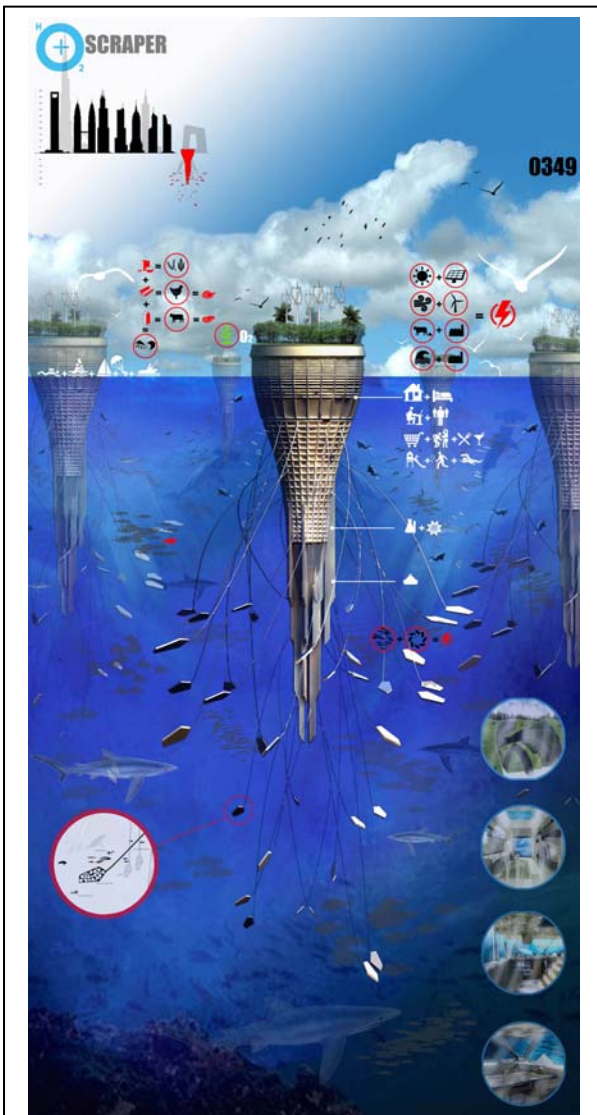
Als laatste punt is er de esthetiek van drijvend bouwen. Drijvende woningen zijn iets wat mensen leuk vinden, en veel mensen zouden graag in een drijvende woningen willen leven, omdat ze mooi vinden. Drijvend leven geeft een heel andere beleving dan leven op het land. Dit is een beleving waar mensen om vragen, en deze beleving kan hen geboden worden.



(Afb. 24) 'Shifting Green Frontiers' is een plan van DeltaSync voor de baai van San Francisco. Het bestaat uit een rij drijvende huizen, die sedimentatie bevordert, en zo de wetlands van San Francisco herstelt. Hierdoor blijft een uniek natuurgebied beschermd (DeltaSync, 2009).

Er zijn echter ook een aantal nadelen aan drijvend bouwen verbonden. Allereerst is de technologie ervoor nog sterk in ontwikkeling. Drijvende gebouwen zijn erg geavanceerd, en er kan nog niet aan alle eisen die men stelt aan gebouwen, worden voldaan. Ten tweede is er het probleem van beschikbaarheid. Alleen als er een groot genoeg wateroppervlak beschikbaar is, kan daar ook werkelijk een drijvend gebouw worden geplaatst. Ook kan niet al het geschikte oppervlak gebruikt worden, doordat niet alle rivieren breed genoeg zijn om iets groters dan een woonark door te kunnen laten.

5.2 Bestaande voorbeelden



(Afb. 25) De Waterscraper is een omgekeerde wolkenkrabber. In plaats van in de lucht, zoekt dit gebouw de ruimte juist naar beneden. Het resultaat is een drijvend gebouw dat volledig zelfvoorzienend is. Het gebouw bestaat uit een park op de bovenkant, en woon- en werkruimte in het gedeelte onder water. Daarnaast zijn er 'pods' die los van het gebouw in het water zweven, en ruimte bieden aan zeefauna, en tegelijkertijd energie opwekken door de constante beweging (eVolo magazine, 2010).

In dit hoofdstuk hebben wij gekeken naar vijf verschillende, bestaande voorbeelden van drijvende gebouwen. Deze hebben wij beschreven, en daarna hebben wij onze persoonlijke mening van de ontwerpen gegeven. Hiermee hebben wij getoond welke rol drijvend bouwen vandaag al in de maatschappij heeft, en welke mogelijkheden het kan bieden.

Allereerst hebben we gekeken naar twee concepten voor drijvende scholen. Ten eerste de boten in Bangladesh, die onderwijs kunnen bieden aan de bevolking, ook tijdens een overstroming. Ten tweede is er een drijvend schoolgebouw in Lagos, Nigeria. Dit gebouw maakt gebruik van een opvallende constructie, namelijk een driehoekige vorm. Deze twee projecten geven een goed voorbeeld van de praktische toepassingen van drijvend bouwen.

Het volgende ontwerp waar we naar hebben gekeken, is het LIFT Huis. Dit is een amfibisch huis in Bangladesh, dat dus normaal gesproken op het land staat, maar in het geval van overstroming kan gaan drijven. Dit gebeurt door middel van een fundering die kan gaan drijven, en palen waaraan het huis is bevestigd. Het LIFT Huis toont hoe drijvend bouwen in ontwikkelingslanden hulp kan bieden op het gebied van onderdak.

Daarna hebben wij de AutArkHome besproken. Dit is een ontwerp met de intentie om in serie geproduceerd te kunnen worden, en zo wonen op water betaalbaarder te maken. Dit wordt gedaan door de woningen voor een groot deel uniform te laten zijn, al kan de koper nog beslissen over bepaalde aspecten, en door gebruik te maken van autarkie, die er voor zorgt dat het ontwerp universeler toe te passen is. Dit ontwerp biedt een beeld van hoe drijvend wonen een realistische en uitvoerbare mogelijkheid is.

Het vierde ontwerp dat wij hebben geanalyseerd is het Drijvend Paviljoen in Rotterdam. Dit drijvende gebouw dient als expertisecentrum op het gebied

van drijvend bouwen, en moet tonen welke technologische mogelijkheden er zijn op het gebied van bouwen op water. Het dient als voorbeeld van het feit dat drijvend bouwen vooruitstrevende mogelijkheden heeft, en het neemt in het grotere geheel van drijvend bouwen de functie aan om te tonen welke techniek er beschikbaar is.

Het vijfde ontwerp is de Lilypad. Dit is een volledig conceptueel ontwerp voor een drijvend opvangcentrum voor klimaatvluchtelingen. Het ontwerp is erg ambitieus, en vormt een toekomstbeeld, van wat ooit misschien mogelijk zal zijn. Het toont echter ook dat we kritisch moeten kijken naar of een ontwerp uitvoerbaar is, gezien dit niet het eerste idee zou zijn, dat nooit zal worden uitgevoerd.

In dit hoofdstuk hebben we dus geprobeerd aan de hand van vijf ontwerpen de huidige staat van drijvend bouwen te tonen, en te laten zien welke rol het nu speelt in de maatschappij.

5.3 Eigen ontwerpen

In dit hoofdstuk hebben we drie ontwerpen van onszelf getoond, voor hoe drijvend bouwen zou kunnen worden toegepast in de Maashaven van Rotterdam. Deze hebben wij nader verklaard, en daarna van kritiek voorzien. Dit hebben wij gedaan om te tonen hoe drijvend bouwen naar onze mening in de maatschappij zou kunnen worden toegepast.

Het eerste ontwerp hebben wij 'Venetië' genoemd, vanwege het rastersysteem waar het ontwerp uit bestaat, wat zorgt voor kanalen langs alle gebouwen. Het ontwerp bestaat uit zes verschillende modules die in een rastervorm in de haven worden geplaatst, hier en daar een lege plek open latend. De zes modules bestaan uit woningen, kantoorgebouwen, winkels, recreatie, park en waterkavels. Deze laatste module biedt mogelijkheid voor het aanleggen van persoonlijke drijvende woningen, terwijl de andere modules vrijwel uniform zijn. Het voordeel van dit ontwerp is dat er efficiënt gebruik wordt gemaakt van de ruimte die het water biedt. Het grootste nadeel is dat de wijk op deze manier heel steriel en statisch wordt. Dit laatste is met name een probleem bij de vervanging van modules, omdat dit een grote onderneming moet worden.

Het tweede ontwerp heet 'De Pier', omdat het bestaat uit één lange pier, waaraan gebouwen bevestigd worden. De vorm die deze gebouwen aannemen staat volledig vrij aan de eigenaren, waardoor er veel variatie in de wijk zal ontstaan. Het grootste voordeel dat dit ontwerp biedt is het levendige beeld dat gecreëerd wordt, doordat alle gebouwen er verschillend uit zien. Dit brengt echter ook een groot nadeel met zich mee, omdat hierdoor de wijk er chaotisch uit zal gaan zien, waardoor het minder als een woonwijk zal gaan aanvoelen.

Het derde ontwerp draagt de naam 'De Pierenboom'. Het bestaat uit een netwerk van pieren, die onderling verbonden zijn. Aan deze pier worden dan de drijvende gebouwen gelegd. Ook bij dit ontwerp laten we de vormgeving van de gebouwen over aan de eigenaren. Om elk punt langs de pieren bereikbaar te houden, zijn een aantal pieren los te koppelen, en te bewegen. Er ontstaat een

soort boomstructuur. Het voordeel van dit ontwerp is dat de organische structuur en de zichtbare nabijheid van water, zullen zorgen voor een natuurlijk effect, waardoor het een fijnere leefomgeving wordt. Het grootste nadeel ligt in de techniek. Het is erg lastig om flexibele pieren te gebruiken, gezien zich in deze pieren ook aansluitingen voor riool



(Afb. 26) De Sea Tree is een drijvende toren met ruimte voor dieren en planten. Het voegt een nieuw ecosysteem toe aan de stad, wat goed is voor de sfeer. De Sea Tree is één van de 'city-apps', bedacht door Koen Olthuis. City-apps zijn gebouwen die hergebruikbaar zijn, en door steden dynamisch in te zetten zijn. (Waterstudio, 2012)

en andere faciliteiten zullen moeten bevinden.

In dit hoofdstuk hebben we dus drie eigen ontwerpen besproken, voor hoe drijvende gebouwen kunnen worden toegepast in een haven, zoals in Rotterdam, en hoe drijvende gebouwen dus in de toekomst een plaats kunnen hebben in de stad.

5.4 Toekomst

Hoe ziet de toekomst eruit voor drijvend bouwen? Volgens ons ziet het er goed uit voor drijvend bouwen. In ontwikkelingslanden kan drijvend bouwen echt een verschil maken, niet alleen door overstromingsbestendige huizen, maar ook door middel van drijvende voorzieningen die in welvarende landen geproduceerd en gefinancierd kunnen worden. En in de welvarende landen zelf? Hier moeten we denken aan een verandering in hoe onze steden werken. In plaats van een statisch geheel, dat zich niet snel genoeg kan aanpassen aan de veranderende eisen van de bewoners, zal een stad dynamischer worden, en meteen kunnen inspelen op ontwikkelingen. Natuurlijk zal de verandering niet dramatisch worden. Gebouwen op het land blijven waarschijnlijk altijd overheersen. Zo niet, dan zeker de komende eeuw nog. Maar drijvend bouwen kan een aanvulling worden op het bestaande stadsbeeld. Een aanvulling die, zoals wij het zien, uiteindelijk het leven in de stad kan verbeteren.



(Afb. 27) Architect Koen Olthuis heeft het principe van city-apps bedacht. Dit zijn drijvende voorzieningen die flexibel in te zetten zijn. Deze city-apps kunnen helpen de levensstandaard in sloppenwijken te verhogen, door middel van bijvoorbeeld drijvende waterzuiverings-installaties, drijvende zonnepanelen of drijvende akkers (Olthuis, 2012).

6 Appendix A: Bibliografie

Architect, 2008. *ShowCase: LILYPAD, A Floating Ecopolis for Ecological Refugees*. [Online]
Available at: <http://architect.com/features/article/76244/showcase-lilypad-a-floating-ecopolis-for-ecological-refugees>

[Geopend 20 Oktober 2013].

ArchiTV, 2012. *Archined.nl*. [Online]

Available at: <http://www.archined.nl/nieuws/2012/september/architv-het-ongewone-wonen-van-jan-benthem/>

[Geopend 16 oktober 2013].

Aut-Ark B.V., 2013. *AutArkhome*. [Online]

Available at: <http://www.autarkhome.nl/>

[Geopend 20 Oktober 2013].

Buckminster Fuller, R., 1981. Critical Path. In: *Critical Path*. sl:St Martins Press, p. 332.

Callebaut, V., 2008. *Lilypad, a Floating Ecopolis for Climate Refugees*. [Online]

Available at: <http://vincent.callebaut.org/page1-img-lilypad.html>

[Geopend 20 Oktober 2013].

Crerar, P., 2013. *'Boris island 2' plan for floating docks village*. [Online]

Available at: <http://www.standard.co.uk/news/london/boris-island-2-plan-for-floating-docks-village-8531083.html>

[Geopend 13 oktober 2013].

DeltaSync, 2009. *deltasync.nl*. [Online]

Available at:

http://www.deltasync.nl/deltasync/fileadmin/template/main/projectimg/BCDC_contest_very_low_resolution.pdf

[Geopend 21 oktober 2013].

Designboom, 2012. *Solar Powered Floating Schools, Bangladesh*. [Online]

Available at: <http://www.designboom.com/technology/solar-powered-floating-schools-bangladesh/>

[Geopend 20 Oktober 2013].

Dura Vermeer, 2010. *Dura Vermeer - Drijvend Paviljoen*. [Online]

Available at: <http://technorati.com/videos/youtube.com%2Fwatch%3Fv%3Dk-811pow6vc>

[Geopend 20 Oktober 2013].

Dura Vermeer, 2010. *Project Drijvend Paviljoen, Rotterdam*. [Online]

Available at: <http://www.duravermeer.nl/projecten/details/1526/rotterdam-drijvend-paviljoen>

[Geopend 20 Oktober 2013].

Encyclopedia Britannica, 2011. *Lake Titicaca (lake, South America)*. [Online]
Available at: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/597251/Lake-Titicaca#ref284632>
[Geopend 9 september 2013].

eVolo magazine, 2010. *evolo.us*. [Online]
Available at: <http://www.evolo.us/competition/water-scraper-underwater-architecture/>
[Geopend 21 oktober 2013].

Fastcodesign, 2012. *Floating Schools Designed To Fight Floods In Bangladesh*. [Online]
Available at: <http://www.fastcodesign.com/1671401/floating-schools-designed-to-fight-floods-in-bangladesh>
[Geopend 20 Oktober 2013].

Flossom, 2010. *Floating Island*. [Online]
Available at: http://www.floatingisland.com/language/en_1.html
[Geopend 14 oktober 2013].

Gemeente Rotterdam, 2009. *Gemeente Rotterdam*. [Online]
Available at: <http://stadshavensrotterdam.nl/wp-content/uploads/2009/05/Rijn-Maashaven6-def-4-2.pdf>
[Geopend 18 oktober 2013].

Gemeente Rotterdam, 2011. *Gemeente Rotterdam*. [Online]
Available at:
<http://www.rotterdam.nl/DSV/Document/Bestemmingsplannen%20in%20procedure/Charlois/Verkenning%20drijvend%20bouwen%20in%20buitendijks%20Rotterdam.pdf>
[Geopend 18 oktober 2013].

Hamburg.de, 2013. Hausboote und Schwimmende Häuser. *Hamburg.de*, p. URL geraadpleegd op 9 oktober 2013.

Inhabitat, 2009. *Inhabitat.com - The Citadel: Europe's First Floating Apartment Complex*. [Online]
Available at: <http://inhabitat.com/the-citadel-europes-first-floating-apartment-complex/>
[Geopend 21 oktober 2013].

IPCC, 2013. *Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report Climate Change 2013: The Physical Science Basis; Summary for Policymakers*, Genève: IPCC.

Isola system, onbekend. *Isolasystem.pl*. [Online]
Available at: <http://inhabitat.com/modular-floating-homes-by-isola-system/>
[Geopend 18 oktober 2013].

Koekoek, M., 2010. *tudelft.nl*. [Online]
Available at: <http://repository.tudelft.nl/view/ir/uuid:33b59201-1718-4dda-98f8-ee16d5b7c023/>
[Geopend 23 oktober 2013].

NLÉ Works, 2013. *Makoko Floating School Project Description NLÉ August 2013*. [Online]
Available at:
[https://www.dropbox.com/sh/xps3t2gln49wpdz/d6SvOL8IC3/Makoko Floating School Project%20](https://www.dropbox.com/sh/xps3t2gln49wpdz/d6SvOL8IC3/Makoko%20Floating%20School%20Project%20Description%20NL%C3%A9%20August%202013.pdf)

Description_NL%C3%89_August%202013.pdf

[Geopend 20 Oktober 2013].

Olthuis, K., 2012. *youtube - TEDx Talks*. [Online]

Available at: <http://www.youtube.com/watch?v=9ppflhX5eSw>

[Geopend 21 oktober 2013].

Prosun, P., 2011. *The LIFT House*. sl:sn

Schuer, D., 2007. *Wonen op het water: succes- en faalfactoren*, Wageningen: Wageningen Universiteit.

Tibbett, J., 2002. Coastal cities: living on the edge. *Environmental Health Perspectives*, 31(11), pp. A 674 - A 681.

United Nations, 2011. *World Urbanization Prospects, the 2011 Revision*, New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division.

Vandkunsten Architecten, 2008. *Teglvaerkshavnen - housing*. [Online]

Available at:

<http://www.vandkunsten.com/uk/Projects/Project/Description/teglv%C3%A6rkshavnen---housing-/15-38.p>

[Geopend 14 oktober 2013].

Waterstudio, 2009. *waterstudio.nl*. [Online]

Available at: <http://www.waterstudio.nl/projects/54>

[Geopend 21 oktober 2013].

Waterstudio, 2012. *waterstudio.nl*. [Online]

Available at: <http://www.waterstudio.nl/projects/79>

[Geopend 16 oktober 2013].

Wikipedia.nl, 2012. *Wikipedia.nl*. [Online]

Available at: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Maashaven>

[Geopend 17 oktober 2013].

7 Appendix B: Afbeeldingen

- Afb. 1: <http://inhabitat.com/worlds-first-solar-powered-floating-island-opens-in-seoul/>
- Afb. 2: <http://www.lovethesepics.com/2011/06/gorgeous-jewels-in-an-emerald-sea-halong-bay-40-pics/>
- Afb. 3: <http://kurungabaa.net/2013/08/10/the-floating-church-of-the-redeemer-1849/>
- Afb. 4: <http://enterprisezones.communities.gov.uk/royal-docks-home-uks-largest-floating-village/>
- Afb. 5: <http://www.duravermeer.nl/nieuws/artikel/579/drijvende-woningen-maasbommel-op-radio-1#.UmegNVNtZuo>
- Afb. 6: <http://robgrahamrealestate.com/Seattle-House-Boats>
- Afb. 7: <http://www.hamburg.de/hausboote-schwimmende-haeuser/>
- Afb. 8: <http://www.arkenbouw.nl/projectbouw/overzicht/drijvende-woningen-utrecht>
- Afb. 9: <http://www.bbc.co.uk/news/in-pictures-20340184>
- Afb. 10: http://inhabitat.com/sustainable-makokos-floating-school-in-nigeria-is-finally-completed/mokako_school_nle48/?extend=1
- Afb. 11: http://inhabitat.com/sustainable-makokos-floating-school-in-nigeria-is-finally-completed/mokako_school_nle48/?extend=1
- Afb. 12: http://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/10012/5787/1/prosun_prithula.pdf
- Afb. 13: http://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/10012/5787/1/prosun_prithula.pdf
- Afb. 14: http://www.passiefhuis.nl/nieuwsberichten/2011-10-20_AUT-ARK1.html
- Afb. 15: <http://www.rotterdam.nl/drijvendpaviljoen>
- Afb. 16: <http://www.wilhelminapier.nl/galleryArticle/Drijvend+paviljoen+aangekomen+in+de+Rijnhaven/5945/>
- Afb. 17: <http://archinect.com/features/article/76244/showcase-lilypad-a-floating-ecopolis-for-ecological-refugees>
- Afb. 18: <http://archinect.com/features/article/76244/showcase-lilypad-a-floating-ecopolis-for-ecological-refugees>
- Afb. 19: <http://homepage.ntlworld.com/carl.ross/design-of-a-floating-island-city.htm>
- Afb. 20: <http://isolasystem.pl/index.php?floating-modular-house/floating-pearl/>
- Afb. 21: <http://www.vandkunsten.com/uk/Projects/Project/Description/teglv%C3%A6rkshavnen---housing-/15-38.p>
- Afb. 22: <http://inhabitat.com/the-citadel-europes-first-floating-apartment-complex/>

Afb. 23: <http://www.spiegel.de/fotostrecke/architektur-auf-dem-wasser-hausboot-2-0-fotostrecke-51665-4.html>

Afb. 24: [http://www.deltasync.nl/deltasync/index.php?id=31&L=1&tx_ttnews\[pointer\]=1&tx_ttnews\[tt_news\]=99&tx_ttnews\[backPid\]=6&cHash=6bce93a40a22241162779850969eae78](http://www.deltasync.nl/deltasync/index.php?id=31&L=1&tx_ttnews[pointer]=1&tx_ttnews[tt_news]=99&tx_ttnews[backPid]=6&cHash=6bce93a40a22241162779850969eae78)

Afb. 25: <http://www.evolo.us/competition/water-scraper-underwater-architecture/>

Afb. 26: <http://www.waterstudio.nl/projects/79#>

Afb. 27: <http://inhabitat.com/waterstudio-nl-proposes-floating-city-apps-to-aid-slums-affected-by-rising-sea-levels/>