



DRIJVENDE STEDEN

INSPIRATIE- EN HANDBOEK, EERSTE FASE

POSADMAXWAN

BLUE REVOLUTION

PAS BV

BUITING ADVIES

DUTCH LOTUS

INHOUDSOPGAVE

Colofon

PosadMaxwan: Rients Dijkstra, Gijs de Haan, Lisa Gerards, Cateau Albers, Laura Thomas, Emma de Haan, Shuangyun Chen.

Blue Revolution: Rutger de Graaf.

PASbv: Martijn Kooiman, Arjan Hollemans, Wouter Berk.

Buiting Advies: Nick Hofland.

Dutch Lotus: Bart van Selm

Gemeente Utrecht: Iris Oosterbeek-Mooij, Ruud Koch, Tom van Nieuwenhuijze.

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden (HDSR): Susanne Vermeulen, Dries Schuwer, Wietse Wierks.

Gemeente Rotterdam: Karin Blokzijl, Annette Matthiessen.

Dit ontwerpend onderzoek is financieel ondersteund door het Stimuleringsfonds Creatieve Industrie.

Mei 2022 - Mei 2023

Voorwoord	5
Inleiding	8
Proces & samenwerking	11
AMBITIES	15
De drijvende stad is... STEDELIJK	16
De drijvende stad is.. BETAALBAAR	18
De drijvende stad is.. AANTREKKELIJK	20
De drijvende stad is.. DEEL VAN DE BESTAANDE STAD	22
De drijvende stad is.. ECOLOGISCH	24
De drijvende stad is.. MAAKBAAR	26
BOUWSTENEN	29
Ruimtelijke kwaliteit	30
Constructie	34
Ecologie	40
Financiële haalbaarheid	44
Mobiliteit	48
Energie & installaties	52
CASUSSEN	57
Rijnsburg, Utrecht	58
Merwe-Vierhavens, Rotterdam	70
De Grote Rug, Dordrecht	80
Markermeer, Almere	86
VERVOLG	91
Reflectie en hoe verder?	92

VOORWOORD

Nederland is eigenlijk één grote, dichtbevolkte delta, waar we voor de komende decennia een dringende verstedelijkingsopgave zien. Die opgave wordt alsmaar complexer, vanwege de schaarse ruimte en verschillende transitieopgaven als gevolg van klimaatverandering.

De aanwezigheid van water is voor veel Nederlandse steden een grote kwaliteit, maar dwingt tegelijkertijd tot een klimaatbestendige inrichting van de (gebouwde) omgeving. De huidige bouw- en ontwerppraktijk blijken hier vaak nog onvoldoende toe in staat. Nieuwe vormen van klimaatbestendige verstedelijking zijn nodig voor een duurzame verstedelijking van deze delta. Daarbij hoort ook aandacht voor de eisen die worden gesteld aan de moderne stad, op gebied van duurzaamheid, biodiversiteit, inclusiviteit en dichtheid.

Dit inspiratie- en handboek toont de eerste resultaten van het onderzoek naar de vraag hoe drijvend bouwen kan bijdragen aan deze klimaatbestendige verstedelijkingsopgave. We laten daarin zien hoe in een drijvende stad een unieke, aantrekkelijke leefomgeving kan ontstaan, met ruimte voor functiemenging, natuurontwikkeling en hoogwaardige openbare ruimtes. We brengen in beeld hoe de drijvende stad eruit kan zien en aan welke ontwikkel- en ontwerpprincipes het daarvoor moet voldoen.

In de vervolgfase van het onderzoek gaan we dieper in op de haalbaarheid en maatschappelijke baten van drijvend bouwen. Geïnteresseerd om hierover mee te denken? Neem contact op via mail@posadmaxwan.nl.



INLEIDING

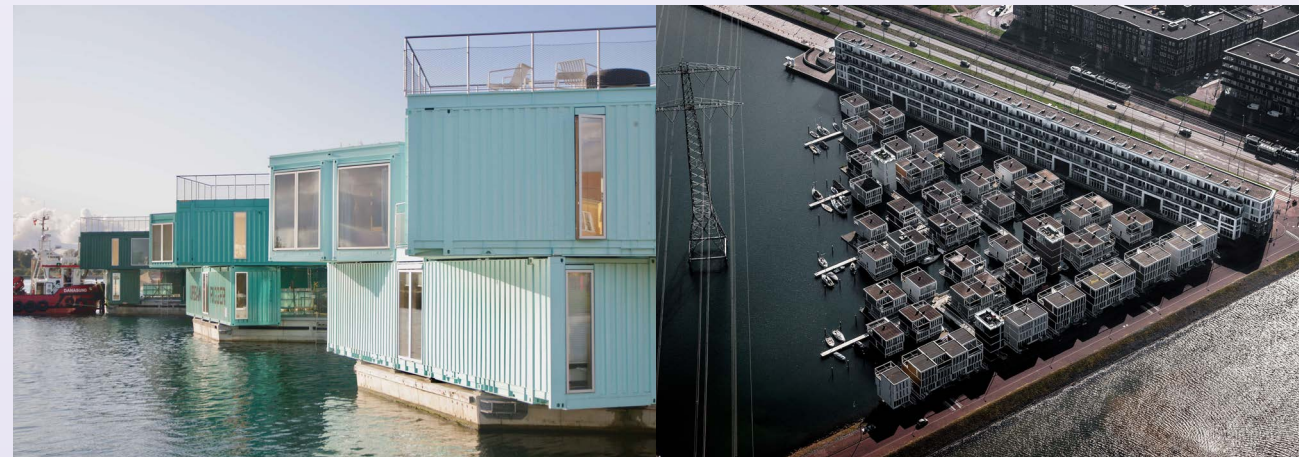
Met **Drijvend Bouwen** onderzoeken we hoe de uitdaging van een complexe woonopgave duurzaam, inclusief en vanuit de bredere toekomstige stedelijke behoeften kan worden aangepakt. Een brede benadering is bewust, omdat drijvend bouwen zich nu vaak beperkt tot een woning op het water, (vrijwel) zonder openbare ruimte en ontoegankelijk voor een groot deel van de samenleving (zie voorbeelden op de volgende pagina). In dit ontwerpend onderzoek streven we naar duurzame, (natuur-)inclusieve woonomgevingen, waar wonen en werken mengen, voorzieningen te voet en te fiets bereikbaar zijn en duurzame mobiliteit en sociale samenhang worden gestimuleerd.

Het doel is tweeledig: enerzijds brengen we een concreet advies uit aan de deelnemende publieke

partners over hoe inclusieve, duurzame stedelijke gebieden te ontwikkelen op aangewezen locaties. Anderzijds willen we dat de inzichten veel breder toegepast kunnen worden. Dit inspiratie- en handboek dient daarom zowel om te inspireren als concrete vragen te beantwoorden.

De kansen van drijvend bouwen

De aanleiding en (in de toekomst mogelijke) noodzaak voor drijvend bouwen komt voort uit twee nationale belangen, onderdeel van de Nationale Omgevingsvisie: 1. het borgen van waterveiligheid en 2. het zorg dragen voor een leefomgeving, die aansluit bij de behoefte en klimaatbestendig, duurzaam en gezond is. Dit komt ook terug in de ambitie van het kabinet om water en bodem sturend te laten zijn bij de inrichting van het land (Ministerie I&W, 2022).



De huidige voorbeelden van drijvende woningen tonen de potentie van dit type ontwikkeling, maar laten tegelijkertijd zien dat de ingrediënten voor stedelijke, ruimtelijke kwaliteit vaak nog ontbreken: de voorbeelden hebben een lage dichtheid (voornamelijk eengezinswoningen), eenzijdige typologieën (woonboot, pontonhuis), beperkte stedenbouw (steiger met 'aanlegplaatsen'), weinig relatie met water, een meestal harde overgang van land naar water, nauwelijks of geen publieke ruimte, en nauwelijks of geen publiek/privé groen, tuin of natuur.

- fig. 1 Urban Rigger, BIG Architects, Kopenhagen
- fig. 2 Waterwoningen IJburg, Marlies Rohmer, Amsterdam
- fig. 3 Nassauhaven, Public Domain Arch. & Van Hattum en Blankevoort, Rotterdam
- fig. 4 Schoonschip, Space&matter, Amsterdam

Meer dan de helft van het Nederlandse oppervlak is gevoelig voor overstromingen vanuit de Noordzee en/of het rivierenlandschap. Het overstromingsrisico neemt sterk toe, getuigde de ramp in 2021 in Limburg en omgeving, met een verwachte zeespiegelstuiging van 1,2 meter in 2100, hogere rivierafvoeren en intensivering van neerslagpieken.

Tegelijkertijd is er sprake van bevolkingsgroei en een grote aantrekkingskracht van steden, terwijl een groot deel van deze steden in watergevoelig gebied ligt. Dat vormt een risico voor huidige en toekomstige bewoners. Bovendien is ruimte schaars, terwijl de vraag naar ruimte alleen maar toe blijft nemen vanuit meerdere transitieën.

In drijvende steden komen mogelijke oplossingsrichtingen voor beide belangen bijeen: een vernieuwende vorm van verstedelijking die voorbereid is op het veranderende klimaat. Drijvend bouwen biedt kansen voor klimaatadaptief bouwen als het gaat om overstromingen,

maar ook voor buitendijkse gebieden, zoals de Merwe-Vierhavens in Rotterdam, voor gebieden die kampen met bodemdaling én voor gebieden met een waterbergingsopgave in/nabij stedelijk gebied. Zo speelt er in de gemeente Utrecht een vraagstuk waar in een polder de ruimtevraag voor een (energie)landschap, woningbouw en waterbergingsgebied samenkomen. Drijvend bouwen biedt de kans verschillende opgaven samen te brengen.

Dit type ontwerpvrage vereist bij uitstek van de ontwerper om integraal te ontwerpen. Geen rekening houden met 'de ondergrond' en bouwbaarheid is bij drijvende steden simpelweg geen optie. De drijvende stad kan daarmee een nieuw toonbeeld worden voor de Nederlandse integrale stedenbouw.

PROCES & SAMENWERKING

Aanleiding

In 2020/2021 heeft PosadMaxwan in opdracht van de Internationale Architectuur Biënnale Rotterdam (IABR) voor Atelier Dordrecht een drijvende stad ontworpen op het spaarwaterbekken De Grote Rug in Dordrecht. In dit korte ontwerptraject is op hoofdlijnen onderzocht hoe het ontwerpen van waterveiligheid en duurzame stedelijke ontwikkeling elkaar kunnen versterken. De biënnale heeft uit verschillende hoeken (onder meer gemeenten, onderzoekers en ontwikkelaars) tot enthousiaste reacties en aanvullende vragen geleid, waaruit blijkt dat drijvend bouwen in waterrijk Nederland op veel plekken mogelijkheden biedt voor nieuwe vormen van duurzaam wonen en samenleven.

Dit inspiratie- en handboek is opgesteld als onderdeel van de Open Oproep 'Anders werken aan wonen' van het Stimuleringsfonds Creatieve Industrie. De oproep hebben we als kans aangegrepen om het idee van duurzame, drijvende stedenbouw nader te onderzoeken. We worden hierin ondersteund door de gemeente Utrecht, het Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden en de gemeente Rotterdam. Met een breed onderzoeksteam nemen we de lessen uit het IABR-atelier als vertrekpunt en zetten in op het ontwikkelen en bundelen van inzichten over complete, drijvende leefomgevingen. Dat is hard nodig, want overheden krijgen steeds meer marktinitiatieven en -aanvragen binnen, terwijl er nog geen heldere ruimtelijke (noch juridische, notariële, financiële) kaders bestaan.

Onderzoeksteam

Bij **PosadMaxwan** geloven we als stedenbouwkundigen in de gezonde, duurzame en slimme stad. In onze ontwerp- en onderzoeksprojecten, variërend van regionale strategieën tot masterplannen en ontwerp voor de buitenruimte, proberen we hier invulling aan te geven. Met ons onderzoek naar drijvende steden hebben we deze expertises gebundeld om de potentie van stedelijke ontwikkeling op het water zichtbaar te maken en dit te vertalen naar een concrete ruimtelijke uitwerking.

Het ontwerp van de drijvende stad vraagt om de integratie van allerlei verschillende thema's. In dit ontwerp onderzoek werken we daarom met een expertpool waarin de voor deze fase meest relevante thema's zijn gebundeld:

- **Blue Revolution** heeft zich op basis van jarenlang onderzoek ontwikkeld tot autoriteit op het gebied van drijvend bouwen. Ze voorzien het onderzoek van kennis op gebied van bouwtechniek voor drijvende objecten, bijvoorbeeld met

betrekking tot maximale bouwhoogten en ontwerpisen voor drijfconstructies.

- **PAS bv** ondersteunt het onderzoek naar de (financiële) haalbaarheid van drijvend bouwen door inzicht te verschaffen in de business case, eigendomssituatie en de daarvoor benodigde samenwerkingsvormen.
- **Buiting Advies** ondersteunt het onderzoek over hoe het bouwen op water bij kan dragen aan de ontwikkeling van nieuwe natuur boven en onder het wateroppervlak.
- **Dutch Lotus** adviseert over de technische uitwerking van drijvende bouwprojecten en drijfstructuren.

Samenwerking met omgevingspartijen

We hebben het **Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden**, de **gemeente Utrecht** en de **gemeente Rotterdam** enthousiast gevonden om ons inhoudelijk en financieel te ondersteunen bij de vraag hoe de drijvende stad een mogelijke oplossing kan zijn voor lokale

opgaven, rekening houdend met omgevingsfactoren en context.

De omgevingspartijen helpen ons met:

- het benoemen van de randvoorwaarden voor de drijvende stad: welke eisen stellen de gemeentes en het hoogheemraadschap daaraan? Deze randvoorwaarden dienen als input voor ons onderzoek;
- het delen van kennis over de lokale casus: aan welke locatie-specifieke eisen moet een drijvende stad voldoen?;
- het reflecteren op conceptversies van het ontwerp onderzoek.

Met het samenbrengen van overheden, ontwerpers en experts hopen we bovendien langdurige samenwerkingen op te kunnen starten, die ook na dit onderzoek leiden tot verdere kennisontwikkeling over drijvend bouwen.

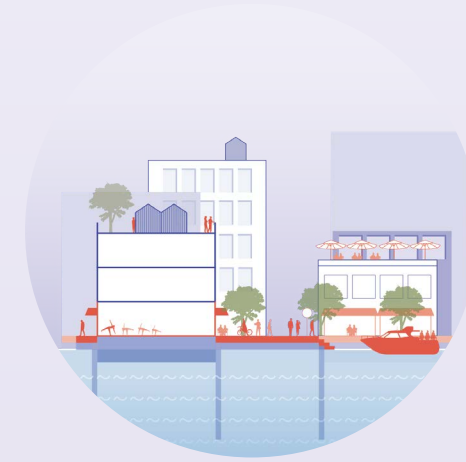
Ontwerpprincipes en casussen

Het onderzoek richt zich op het onderzoeken van de potentie van drijvend bouwen en de daarvoor benodigde ontwerpprincipes.

Deze principes zijn generiek beschreven, zodat ze breed toepasbaar zijn, en vervolgens toegepast op twee casuslocaties: het havengebied van de Merwe Vierhavens in Rotterdam en de polder Rijnenburg in Utrecht. Aanvullend is in dit document het ontwerp voor drijvende steden in de Grote Rug (Dordrecht) en Almere Meer (Markermeer) opgenomen. Deze casusuitwerkingen tonen de integrale toepassing van de ontwerpprincipes en zijn in een iteratief proces benut om de principes verder aan te scherpen. Voor de casusuitwerking geldt dat deze gericht zijn op het onderzoeken van de algemene potentie van drijvend bouwen. De ontwikkelde beelden en tekstuele toelichting dienen ter inspiratie om het denken over wervende perspectieven voor drijvend bouwen te stimuleren.

Disclaimer: De gekozen casussen zijn puur bedoeld als hulpmiddel om deze algemene beelden tot leven te brengen. Zij zijn niet bedoeld als concrete plannen en hebben daarmee geen status of impact ten opzichte van lopende gebiedsontwikkelingen of planuitwerkingen (zoals de uitwerking van het Masterplan Merwehaven). Dit geldt zowel voor de ruimtelijke uitwerking als de gepresenteerde woningaantallen.

AMBITIES



DE DRIJVENDE STAD IS... STEDELIJK

Aantrekkelijke stedelijke omgevingen hebben de kwaliteit om mensen samen te brengen. Hieruit ontstaan nieuwe ontmoetingen, interactie tussen verschillende bevolkingsgroepen en kansen voor lokale bedrijvigheid.

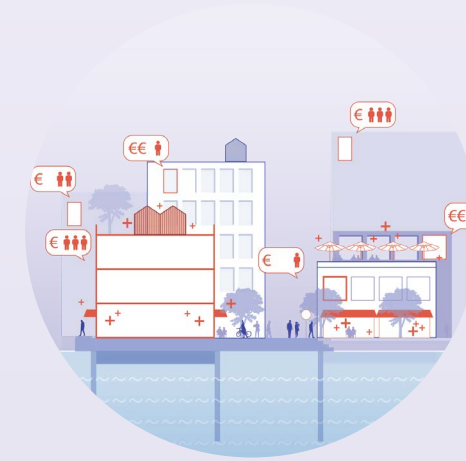
Het maken van deze stedelijkheid vereist een hoge dichtheid en functiemix; kwaliteiten die in de meeste drijvende ontwikkelingen nog ontbreken. Wij richten ons daarom op het maken van meerlaagse bebouwing, met

ruimte voor appartementen, voorzieningen en commerciële functies.

Het compact clusteren van bebouwing rondom gedeelde openbare ruimtes stimuleert ontmoetingen en zorgt ervoor dat we de beperkt beschikbare ruimte optimaal gebruiken. Bovendien maken we de knooppunten van het openbaar vervoer zo toegankelijk voor meer potentiële gebruikers.



fig. 7 Floating School, Kunlé Adeyemi, Venetië



DE DRIJVENDE STAD IS.. BETAALBAAR

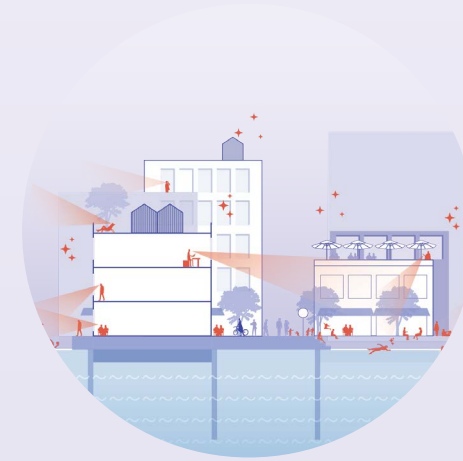
Om daadwerkelijk stad te kunnen maken op het water, is het van belang dat deze toegankelijk is voor verschillende typen gebruikers en bewoners. Om deze mix te kunnen realiseren, is betaalbaarheid van woningen en commerciële ruimtes essentieel. De inclusieve drijvende stad biedt daarom ruimte aan zowel sociale, middeldure als dure woningen, en aan voorzieningen en grotere en kleinere commerciële ruimtes.

De betaalbaarheid van de drijvende stad staat centraal in het ontwerp. Door een slimme ruimtelijke organisatie en compacte opzet kunnen zo veel mogelijk mensen gebruik maken van de openbare ruimte. Bovendien houden we rekening met het aantal dure elementen in het ontwerp, zoals bruggen. Zo zorgen we ervoor dat de drijvende stad niet enkel voor de lucky few, maar juist voor iedereen toegankelijk is.



fig. 8 Floating Island, OBBA & Dertien12, Brugge.

fig. 9 Waterwoningen IJburg, Marlies Rohmer, Amsterdam.



DE DRIJVENDE STAD IS.. AANTREKKELIJK

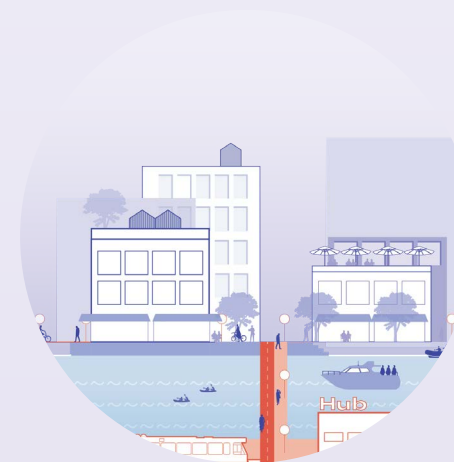
Bouwen op water biedt kansen voor het maken van een unieke leefomgeving met kwaliteiten die niet op het land te vinden zijn. De drijvende stad draagt bij aan een gevarieerde beleving van het water. De nabijheid van het water maakt het mogelijk om pootje te baden, vanuit huis op een SUP te stappen en de zon in het water onder te zien gaan. In het ontwerp wordt hier rekening mee gehouden: in de openbare ruimte is het water altijd nabij en worden pleinen, sportvelden

en ontmoetingsplekken geïntegreerd en geïntegreerd aan het water.

Ook vanuit de woning is het water dichtbij. Door iedere woning uitzicht te bieden op het water en toegang te bieden tot het water, profiteert iedere inwoner en bezoeker van de bijzondere omgeving.



fig. 10 Harbour Bath, BIG + JDS, Kopenhagen.



DE DRIJVENDE STAD IS.. DEEL VAN DE BESTAANDE STAD

Wij zien de potentie voor drijvende stad in combinatie met de huidige steden in Nederland. Geen buitenstedelijke, suburbane ontwikkelingen, maar gekoppeld aan bestaande en toekomstige OV-knooppunten. Zo voorkomen we dat drijvende steden leiden tot meer vervoer en verlies van natuur en open landschap. In de bestaande stad is bovendien nog veel ruimte: bijvoorbeeld in transformerende havengebieden en voormalig drinkwaterreservoirs.

Door te ontwikkelen bij de stad kan de drijvende stad gebruik maken van de reeds aanwezige voorzieningen, maar worden de bestaande steden ook verrijkt met nieuwe woontypologieën. De aansluiting met de stad vereist goede verbindingen voor openbaar vervoer, fietser en voetganger.

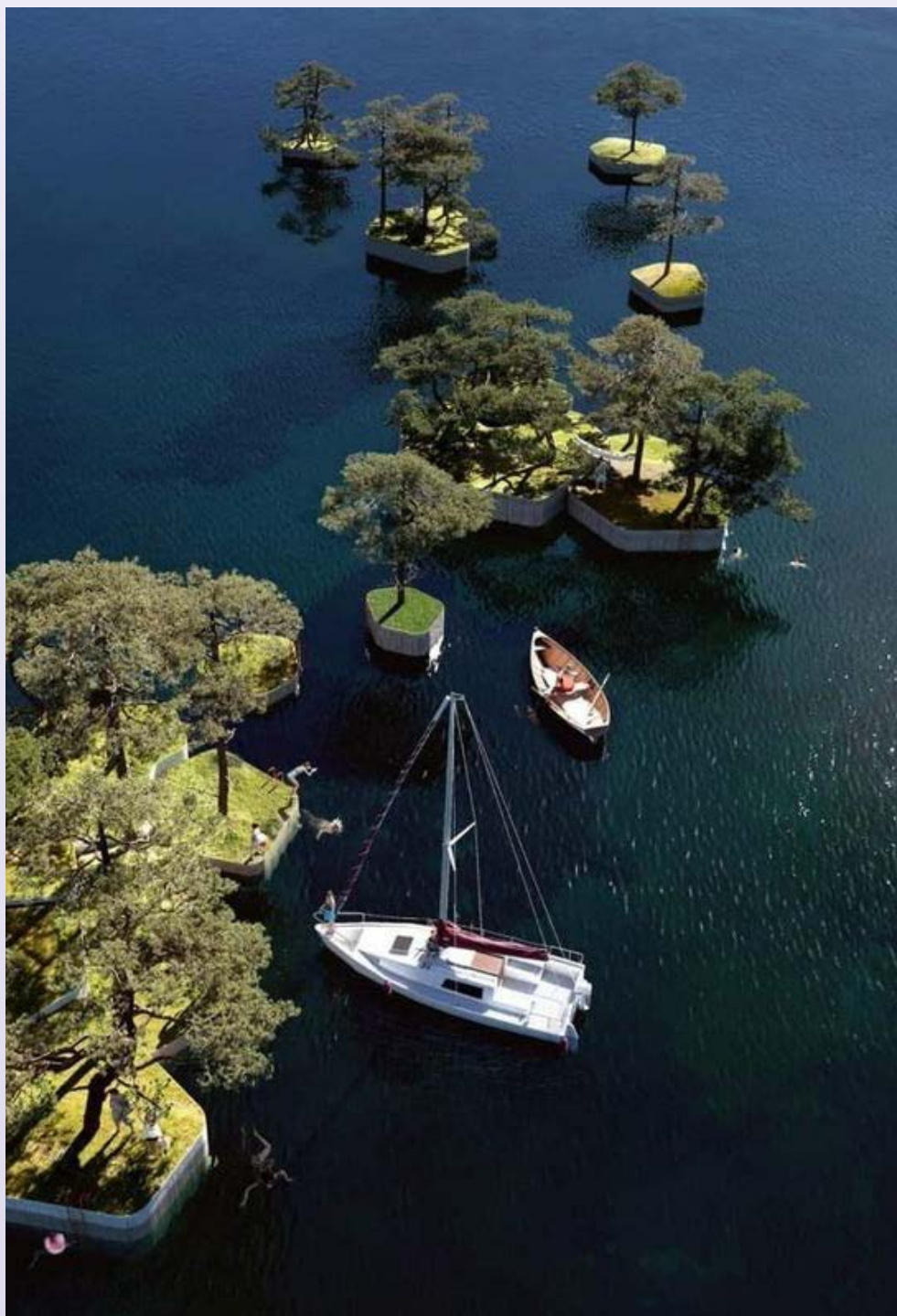


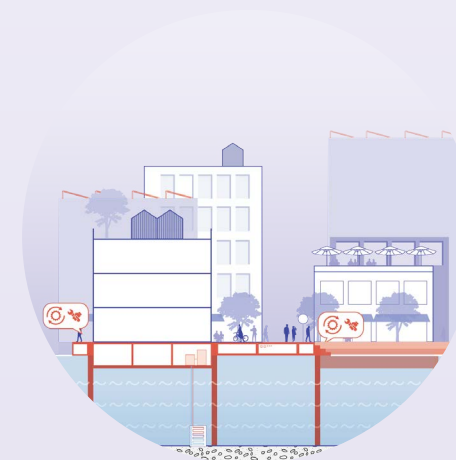
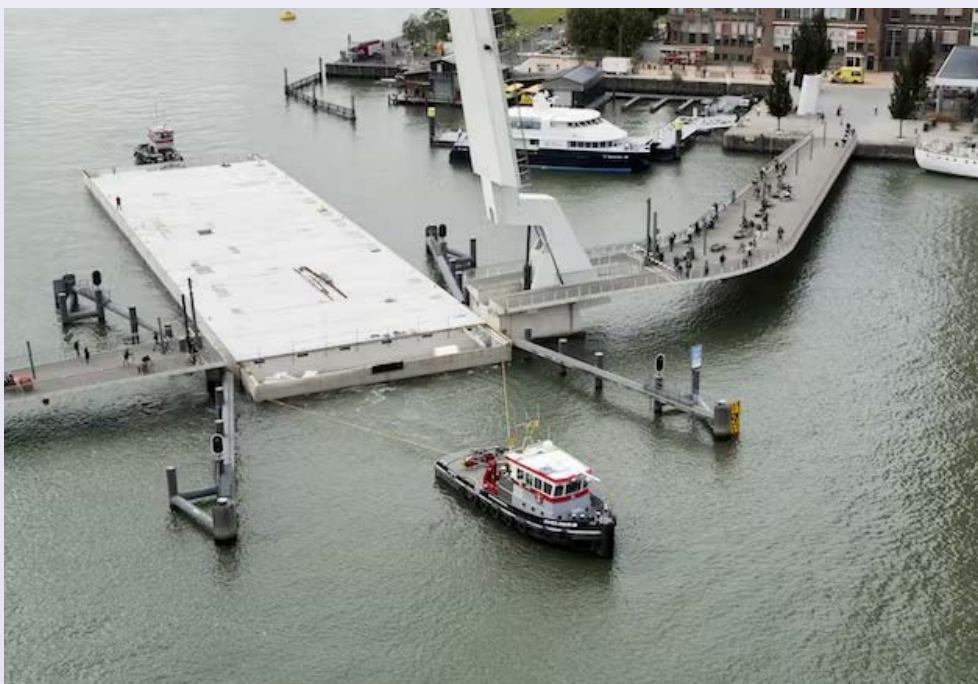
fig. 11 Floating Park, Studio Fokstrot, Kopenhagen.



DE DRIJVENDE STAD IS.. ECOLOGISCH

We hebben te maken met een enorm biodiversiteitsverlies. Daarom zou bij iedere stedelijke ontwikkeling een significante bijdrage aan de biodiversiteit en ecologie centraal moeten staan. Drijvende steden hebben de mogelijkheid om nieuwe vormen van natuur toe te voegen aan de stad. Denk bijvoorbeeld aan wetlandnatuur, verrijking van de onderwaternatuur en groeneilanden. In combinatie met natuurinclusieve drijvende bebouwing kan de stad zo een habitat worden voor allerlei

nieuwe soorten. Dit vraagt om specifieke uitgangspunten in het ontwerp, door bijvoorbeeld rekening te houden met en te compenseren voor de schaduw die gecreëerd wordt door de drijvende ontwikkeling.



DE DRIJVENDE STAD IS.. MAAKBAAR

De maakbaarheid van drijvende ontwikkelingen, zeker in hoge dichtheid, vereist specifieke aandacht: de drijfconstructie heeft voldoende ruimte nodig onder het wateroppervlak en de opbouw dient zo licht mogelijk te zijn. We gaan daarbij uit van de toepassing van zo duurzaam mogelijke materialen, zoals hout. Vanwege de flexibiliteit gaan we uit van aan elkaar gekoppelde systemen, zodat de ontwikkeling door de tijd heen kan worden aangepast. Dit maakt het bovendien mogelijk modules

elders te produceren en te vershippen naar de uiteindelijke ontwikkellocatie.

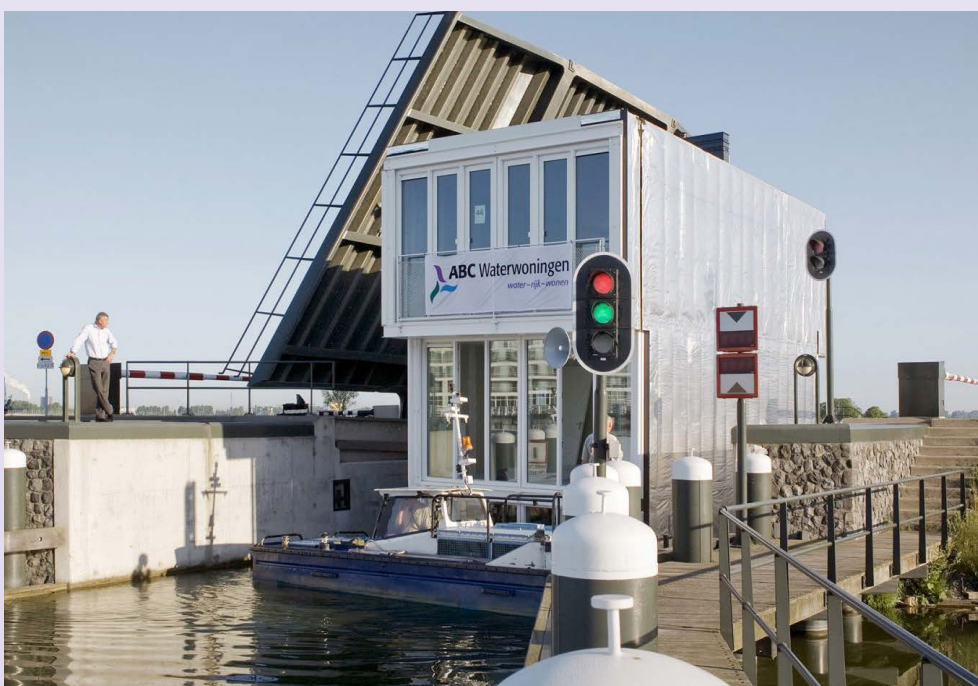


fig. 12 Verplaatsing van drijflichaam Floating Office, Powerhouse Company, Rotterdam
fig. 13 Verplaatsing van waterwoning IJburg, Marlies Rohmer Architecten, Amsterdam

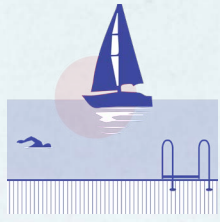
BOUWSTENEN



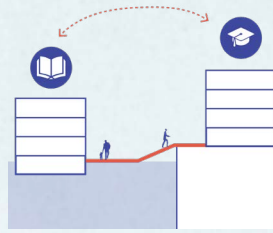
RUIMTELIJKE KWALITEIT

De ontwerpprincipes met betrekking tot ruimtelijke kwaliteit bieden handvatten bij het ontwerpen van een drijvende stad, maar laten ook ruimte voor diverse invullingen. Deze principes zijn vervolgens toegepast in de verschillende casusuitwerkingen. De ontwerpprincipes richten zich primair op het contact met het water: vanaf de openbare ruimte en de woningen is het water toegankelijk en zichtbaar. Een ander uitgangspunt is een compacte inrichting: hierdoor worden openbare ruimtes

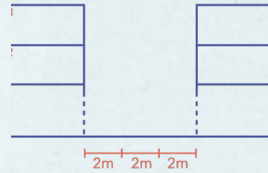
aantrekkelijker en worden voorzieningen toegankelijker. De buitenruimtes zijn dan ook primair bestemd voor gedeeld, publiek gebruik. De drijvende stad is divers en bestaat daarom niet uit eindeloze herhalingen. Integendeel: elk pier is anders door een steeds veranderende compositie van pieren en bebouwing. Met deze kenmerken ontwikkelt de drijvende stad zich tot een unieke, stedelijke omgeving die een eigen kwaliteit toe kan voegen aan de bestaande stad op land.



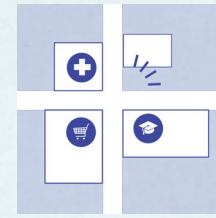
Water is vanuit huis en vanuit de openbare ruimte altijd zichtbaar.



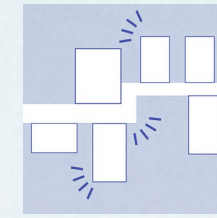
De drijvende stad is openbaar toegankelijk voor iedereen en huisvest publieke functies waar ook de omliggende stad van kan profiteren.



De drijvende stad is compact: als vuistregel voor de minimale afstand tussen twee gevels houden we aan: 2m per verdieping.



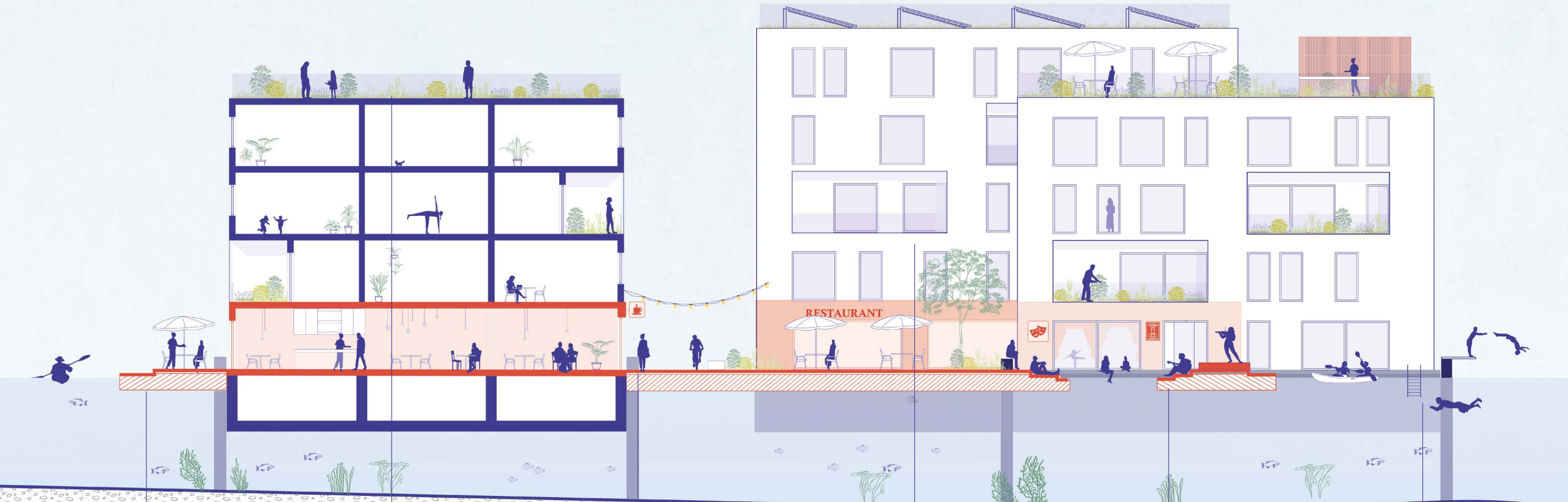
Vorzieningen zijn geclusterd rondom de kruispunten van de publieke hoofdstructuur van de drijvende stad.



De drijvende stad biedt gevarieerde buitenruimtes en architectuur, met simpele, betaalbare ingrepen zoals verspringen in de pier.



In de drijvende stad is de wateridentiteit onmiskenbaar.



Buitenruimte aan het water

Buitenruimtes (publiek en privaat) maken het water toegankelijk en zichtbaar. Buitenruimte is meer dan verkeersruimte: mogelijkheden voor interactie.

Benutten daken

Daken worden niet (alleen) ingezet voor techniek, maar ~50% wordt benut als aantrekkelijke buitenruimte en uitzichtpunt in de drijvende stad.

Smalle profielen

Door aan één kant een smal profiel te ontwerpen (5-8m) en aan de andere kant een breder profiel (10-15m) voorkom je dat de drijvende stad benaauwt.

Variatie

wordt bereikt door verspringen en afwisselende bouwvolumes.

Zachte randen door terrassen of groen maken de overgang naar het water aantrekkelijker en voorkomen dat de drijfbakken zichtbaar zijn.

Watervoorzieningen

(bijvoorbeeld zwembaden of roeibanen) versterken de wateridentiteit.



CONSTRUCTIE

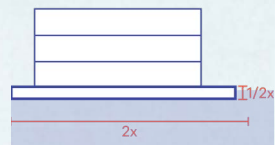
Technisch is er heel veel mogelijk: de drijvende stad is wel degelijk maakbaar. Om de drijvende stad ook haalbaar te laten zijn, is een belangrijke keuzefactor in dit onderzoek de betaalbaarheid van de constructie. Beton en EPS lijken vooralsnog de meest betaalbare materialen om toe te passen in het drijflichaam. Constructies uit deze materialen krijgen daarom in ons handboek de meeste aandacht.

We zijn ons ervan bewust dat deze opties een grote CO₂ voetafdruk

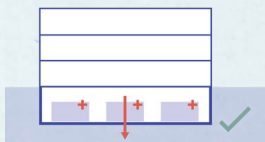
hebben. De afweging tussen klimaatimpact en betaalbaarheid lichten we nader toe in de reflectie. In dit hoofdstuk knippen we de drijfconstructie op in drie typen: het drijvende gebouw, de drijvende openbare ruimte en de drijvende (zwaar)verkeersroute voor nood- en hulpdiensten. Voor elk van deze types is een belangrijk thema de stabiliteit. De principes op de volgende pagina's wijden uit over hoe we de stabiliteit garanderen per type drijfconstructie.



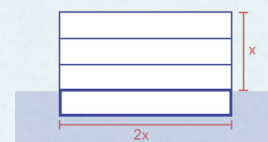
Als vuistregel hanteren we: 3 m diepe drijfbak per 4 bouwlagen.



De drijfbak kan ondieper gedimensioneerd worden als je de breedte vergroot: 0,5x zo diep = $\sim 2x$ zo breed.



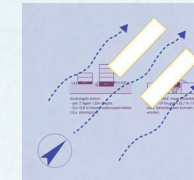
Meer stabiliteit door: meer gewicht in de kelderbak. Hoe lager het zwaartepunt hoe stabiel.



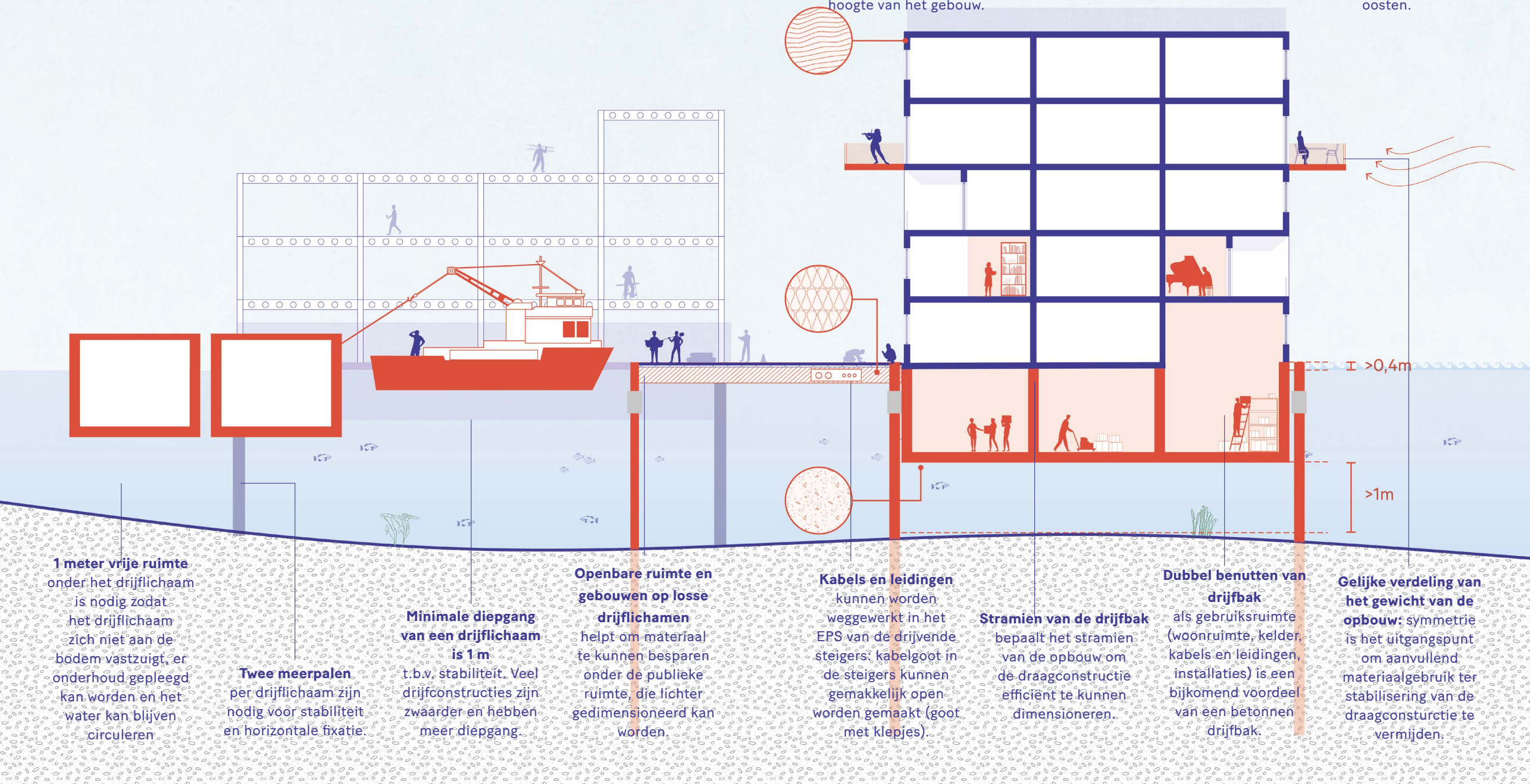
Meer stabiliteit door: breder drijflichaam. Een drijflichaam moet in ieder geval breder zijn dan de hoogte van het gebouw.



Meer stabiliteit door: lichtere opbouw. Hoe lager het zwaartepunt hoe stabiel.



Meer stabiliteit door: een gunstige oriëntatie op de wind. In Nederland betekent dit: lange gevel op het zuid-oosten.



1 meter vrije ruimte onder het drijflichaam is nodig zodat het drijflichaam zich niet aan de bodem vastzuigt, er onderhoud gepleegd kan worden en het water kan blijven circuleren.

Twee meerpalen per drijflichaam zijn nodig voor stabiliteit en horizontale fixatie.

Minimale diepgang van een drijflichaam is 1 m t.b.v. stabiliteit. Veel drijfconstructies zijn zwaarder en hebben meer diepgang.

Openbare ruimte en gebouwen op losse drijflichamen helpt om materialen te kunnen besparen onder de publieke ruimte, die lichter gedimensioneerd kan worden.

Kabels en leidingen kunnen worden weggewerkt in het EPS van de drijvende steigers; kabelgoot in de steigers kunnen gemakkelijk open worden gemaakt (goot met klepjes).

Stramien van de drijfbak bepaalt het stramien van de opbouw om de draagconstructie efficiënt te kunnen dimensioneren.

Dubbel benutten van drijfbak als gebruiksruimte (woonruimte, kelder, kabels en leidingen, installaties) is een bijkomend voordeel van een betonnen drijfbak.

Gelijke verdeling van het gewicht van de opbouw; symmetrie is het uitgangspunt om aanvullend materiaalgebruik ter stabilisering van de draagconstructie te vermijden.

IK MAAK EEN...

DRIJVEND GEBOUW

DRIJVEND PLATEAU

BELANGRIJKSTE EIGENSCHAP	PASSENDE DRIJF-CONSTRUCTIE	BELANGRIJKSTE EIGENSCHAP	PASSENDE DRIJF-CONSTRUCTIE
Betaalbaar	Betonnen bak/ EPS-beton combi	Betaalbaar	EPS - beton combinatie
Hoge draagkracht	Betonnen bak	Hoge draagkracht	EPS + betonnen schil
Geschikt voor ondiep water	EPS-beton-/Staal-composiet combi	Geïntegreerde kabels & leidingen	EPS kern + betonnen schil
Dubbel te benutten drijfbak	Betonnen bak	Vormvrijheid	EPS + betonnen balkenrooster

VOORKEURSVARIANT:

In diep water: betonnen bak

In ondiep water: EPS-beton combinatie

VOORKEURSVARIANT:

Pieren: EPS kern met betonnen schil

Park/tuin: EPS met betonnen balken

DAN KAN IK NOG KIEZEN TUSSEN ...

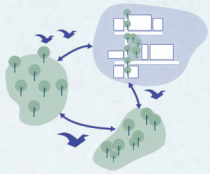
BOUWLOCATIE	VERVOER	CRITERIA	OVERWEGING
In situ constructie van totale drijfbak (niet-modulair)	<ul style="list-style-type: none"> • levering van losse onderdelen per vrachtwagen of boot 	<ul style="list-style-type: none"> • voldoende open ruimte voor grote bouwplaats op kade 	<ul style="list-style-type: none"> • kostbaarder • grote vormvrijheid • bespaart materiaal (geen dubbele wanden door modules)
Constructie van modulaire, aan één te schakelen drijfbakken bij standaard aannemer	<ul style="list-style-type: none"> • verslepen van modules over water • vervoeren van modules per vrachtwagen 	<ul style="list-style-type: none"> • per water: aannemer gelegen aan water; drijfbak niet groter dan sluis (14-15m) • per weg: drijfbak niet groter dan viaduct/brug 	<ul style="list-style-type: none"> • gemakkelijk individueel transporteerbaar • kan door verschillende aannemers worden gemaakt: versnelling bouwperiode



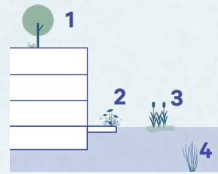
ECOLOGIE

Het bouwen van een stad op het water is niet vanzelfsprekend gunstig voor de ecologie. Zo kan drijvend bouwen negatieve gevolgen hebben door veranderende waterstroming en sedimentatie, door het creëren van zuurstofarme condities en verandering in doorluchting. Daarnaast levert het dichterbij brengen van mens en machine risico's op voor lokale vervuiling. De ecologisch bewuste drijvende stad moet in de eerste plaats van meerwaarde zijn voor de lokale ecologie, waar ze zich in plaatst en aan bijdraagt. De drijvende stad kan

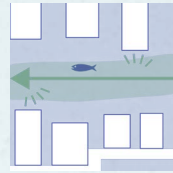
daarnaast een stepping stone zijn in het grootschalige ecologische systeem, door ecologische oppervlakte toe te voegen. Lokaal draagt het toevoegen van ecologische oppervlakte bij aan de biodiversiteit. Omdat elke ecologische doelsoort een eigen type habitat heeft, is het voor het thema ecologie nóg belangrijker om je te verdiepen in de lokale context. Dit doen we bij de casussen M4H en Rijnenburg. In dit hoofdstuk vertalen we de generieke inzichten wat betreft ecologisch drijven bouwen in ecologische basisprincipes.



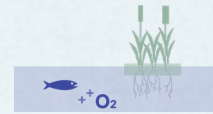
De drijvende stad kan een stepping stone zijn in het grootschalige ecologische systeem.



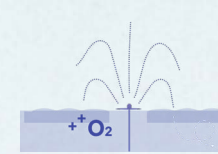
Ontwerpprincipes worden toegepast op vier niveaus: onder water, op het water, op de drijflichamen en op daken.



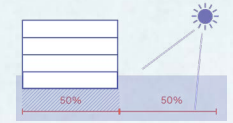
Door ecoroutes te creëren, kunnen dieren zich door de drijvende stad bewegen.



Planten en dieren kunnen het water schoner en gezonder maken.



Het (mechanisch) rondpompen van water verhoogt het zuurstofgehalte in het water.



Maximaal ~50% van het wateroppervlak mag bedekt zijn, zodat schaduwrijke gebieden onder water niet te groot worden en zuurstof in het water kan worden opgenomen.



Afgelegen eco-eilanden, waar vogels nesten bouwen, bieden (bedreigde) soorten een veilige habitat.

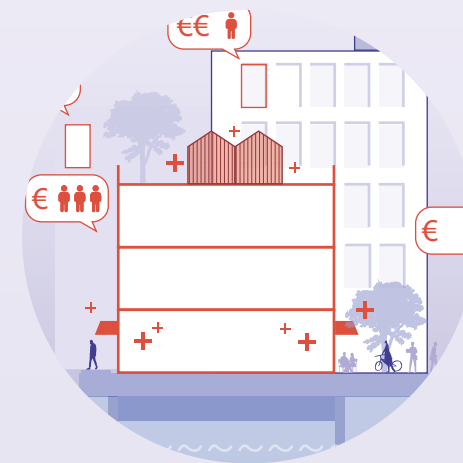
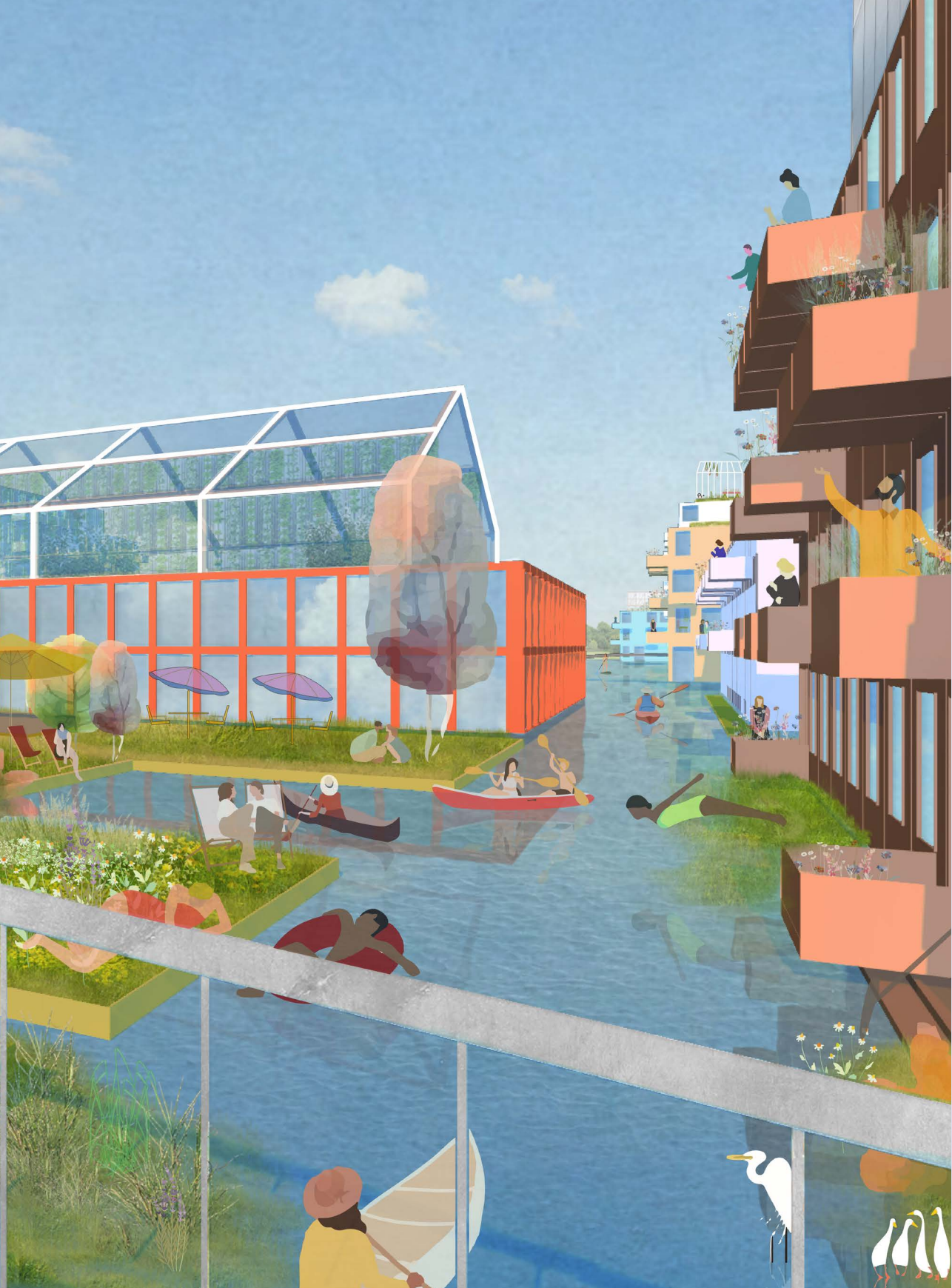
Op de watergrens geven waterplanten zuurstof af onder water. Zachte randen van de drijflichamen zorgen voor een obstakelvrije overgang voor dieren.

Onder water voegen ruwe oppervlaktes of netten ecologische waarde toe, doordat schelpdieren zich kunnen hechten.

Op de drijflichamen kunnen landdieren een plek vinden door ze van een grote diversiteit aan (drijvend) groen te voorzien.

Op daken draagt extensief groen bij aan de biodiversiteit.

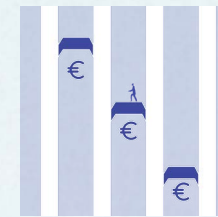
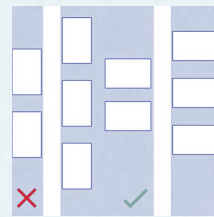
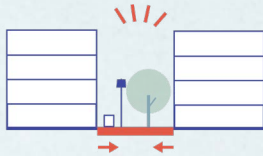
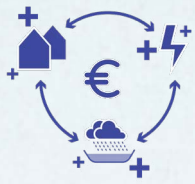
ten minste 1-meter vrije ruimte onder drijflichaam zodat water kan stromen en onderwatersoorten zich kunnen verplaatsen.



FINANCIËLE HAALBAARHEID

De drijvende stad is inclusief, gemengd en financieel toegankelijk voor een brede afspiegeling van de samenleving. Dat vereist ruimte voor verschillende woningtypen, waaronder een significant aandeel sociaal woonprogramma. Tegelijkertijd dient de ontwikkeling van de drijvende stad realistisch en haalbaar te zijn. Om daar inzicht in te verkrijgen, is deze aan de hand van verschillende bouwstenen (van bebouwing tot openbare ruimte) financieel doorgerekend. Dit heeft aangetoond dat vanuit een traditionele benadering de ontwikkelkosten van drijvende

woningen weliswaar iets hoger zijn dan een vergelijkbare woning op land, maar dat op lange termijn veel maatschappelijke kosten (door klimaatadaptief bouwen) kunnen worden voorkomen. Het combineren van functies, zoals woningbouw en waterberging, dragen bij aan het vergroten van deze maatschappelijke baten. Door de baten op voorhand inzichtelijk te maken, kunnen ze worden ingezet om de haalbaarheid te vergroten. Ook is de context van de ontwikkeling van belang voor de haalbaarheid, zoals de noodzaak tot grondaankoop en benodigde civiele ingrepen.



Ontwerpkracht alleen kan de betaalbaarheid van drijvend bouwen niet oplossen. Nieuwe rekenmodellen, die brede welvaart meerekenen in al haar facetten, zijn nodig.

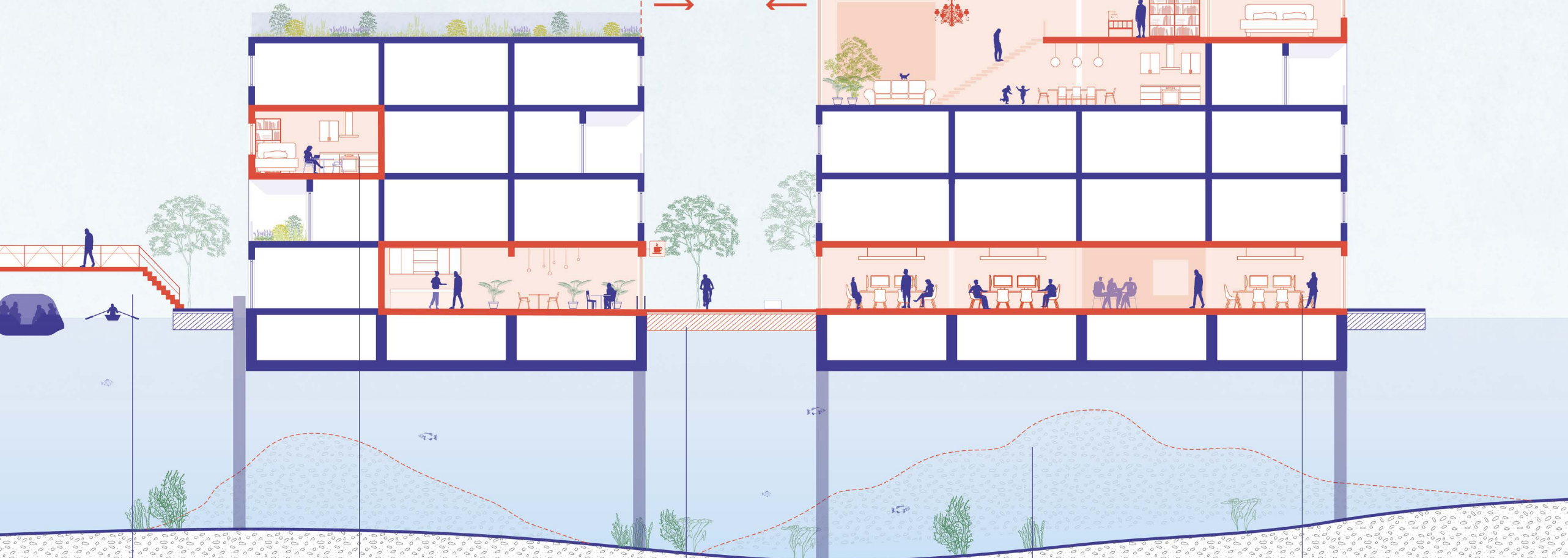
De betaalbare opties voor drijvend bouwen zijn nu nog beperkt. Innovaties in bouwtechnieken zullen leiden tot meer diversiteit.

Openbare ruimte in de drijvende stad is kostbaar. Maak deze daarom compact en combineer verschillende functies, zoals groen, recreatie en verkeersruimte.

Door bebouwing met de korte zijde richting de openbare ruimte te ontwikkelen, is er minder openbare ruimte per woning nodig.

Bruggen en aansluitingen met het vaste land zijn kostbaar. Plaats deze daarom alleen waar ze echt nodig zijn.

Ontwikkel primair op locaties waar weinig civiele ingrepen, zoals uitgraven of aanleg van dijken, nodig zijn. Dit vergroot de betaalbaarheid.



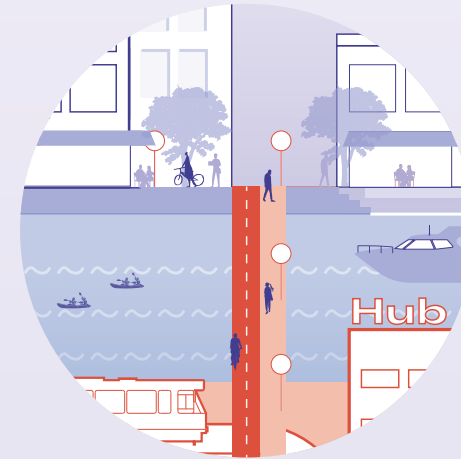
Bruggen op noodzakelijke locaties verbinden de verschillende stadsdelen met elkaar. Door drijvende wijken te koppelen aan al geplande brugverbindingen ontstaan er win-win situaties.

Verschillende woningtypen maken de stad toegankelijk voor verschillende gebruikers, maar dienen vanwege de betaalbaarheid goed op elkaar te worden afgestemd.

Compacte openbare ruimtes maken de stad betaalbaarder.

Uitgraven van de bodem om voldoende diepte maken is op sommige plekken nodig, maar wel kostbaar en dient daarom zo min mogelijk gedaan te worden.

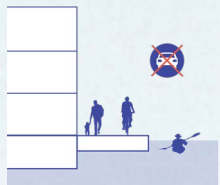
Commerciële functies maken de stad divers, maar leveren over het algemeen minder op (ca. 25%). Ga daarom op zoek naar de juiste locatie.



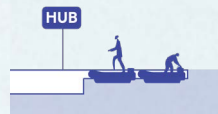
MOBILITEIT

We streven er in de drijvende stad naar dat woningen en voorzieningen te voet, te fiets en per boot bereikbaar zijn en dat duurzame mobiliteit en sociale samenhang worden gestimuleerd. We nemen de historische stad Venetië als voorbeeld van hoe mobiliteit in de drijvende stad georganiseerd kan worden. We hebben bij het bouwen van drijvende steden namelijk de kans om – net als in Venetië – de auto te weren. Dat betekent dat er veel meer ruimte en geld kan worden gestoken in groen, biodiversiteit, en ontmoeting. De lucht blijft schoon, er is geen geluidsoverlast: je creëert

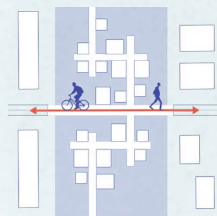
het intieme, levendige en gezonde leven waar Venetië om bekend staat. Natuurlijk blijft de drijvende stad wel bereikbaar voor bewoners en bezoekers die afhankelijk zijn van de auto. Ook zullen hulpdiensten via weg of water tot in het hart van de drijvende stad moeten kunnen komen. Daarnaast heb je te maken met veelal dezelfde logistieke stromen (levering van producten, afhalen van afval, etc.) die de stad op-land kent. De principes op de volgende pagina's lichten toe hoe we mobiliteitsambities ruimtelijk inpassen.



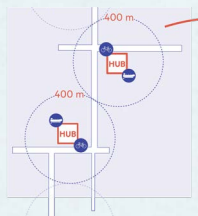
Op de drijvende stad rijden geen auto's. Alles is in enkele minuten te voet, te fiets of per boot bereikbaar.



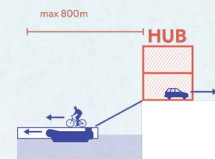
Deelboten zijn, naast wandelen, het primaire vervoersmiddel.



De drijvende stad sluit aan op doorgaande (fiets)routes en is verbonden met de omliggende stad.



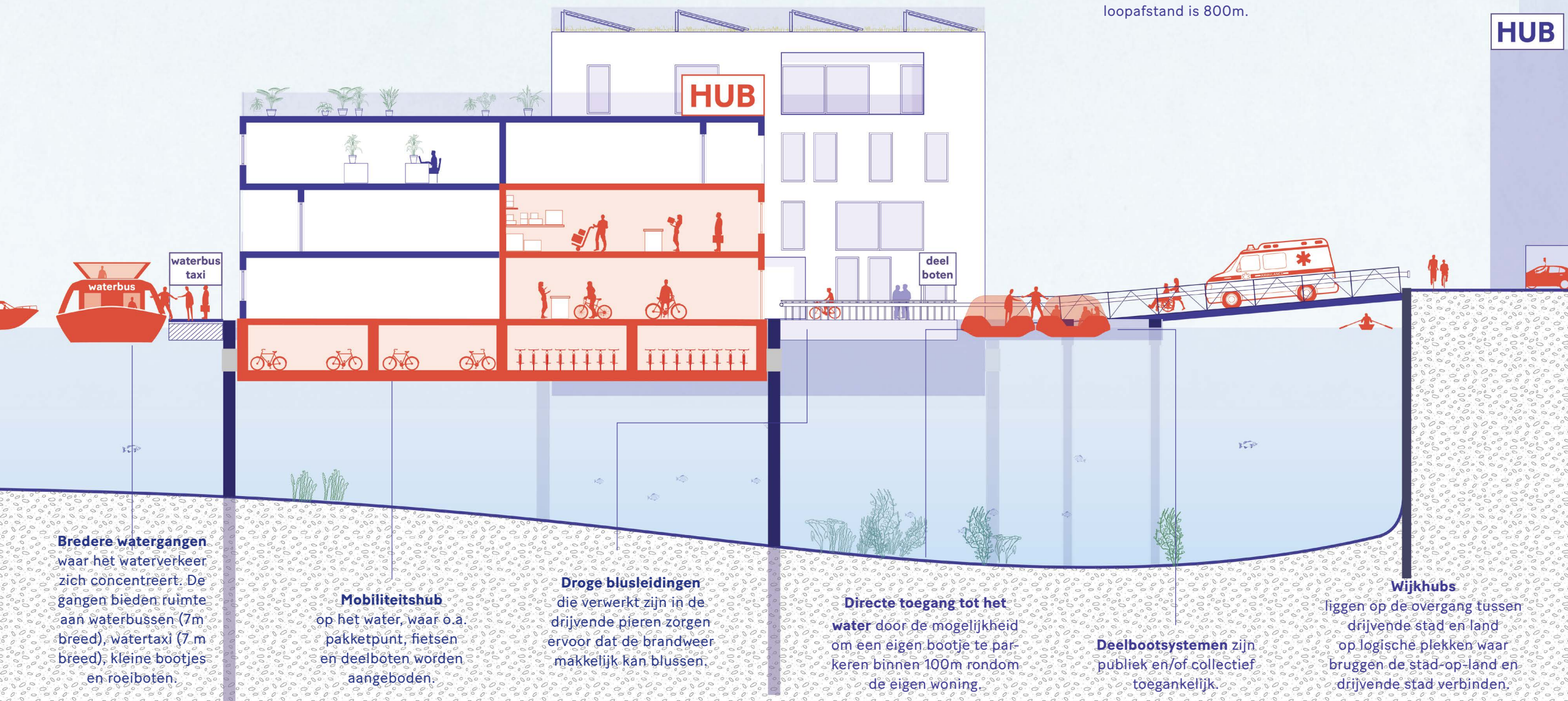
Buurthubs zijn onderdeel van de drijvende stad: hier worden deelboten en deelfietsen aangeboden. De maximale loopafstand is 400m.



Wijkhubs op de overgang tussen drijvende stad en land: hier worden deelboten, deelfietsen en deelauto's aangeboden en is overstap mogelijk op trein/tram/light rail. De maximale loopafstand is 800m.



Let op de bereikbaarheid van hulpdiensten: dimensioneer vluchtwegen met zwaardere profielen, ontwerp vluchtroutes vanuit woningen en bewaar 5 meter afstand tussen woonblokken.



Bredere watergangen waar het waterverkeer zich concentreert. De gangen bieden ruimte aan waterbussen (7m breed), watertaxi (7m breed), kleine bootjes en roeiboten.

Mobiliteitshub op het water, waar o.a. pakketpunt, fietsen en deelboten worden aangeboden.

Droge blusleidingen die verwerkt zijn in de drijvende pieren zorgen ervoor dat de brandweer makkelijk kan blussen.

Directe toegang tot het water door de mogelijkheid om een eigen bootje te parkeren binnen 100m rondom de eigen woning

Deelbootssystemen zijn publiek en/of collectief toegankelijk

Wijkhubs liggen op de overgang tussen drijvende stad en land op logische plekken waar bruggen de stad-op-land en drijvende stad verbinden.

HUB



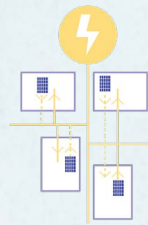
ENERGIE & INSTALLATIES

Een drijvende stad is bij uitstek geschikt om technieken voor zelfvoorzienende wijken te testen. Zelfvoorzienend zijn versterkt het adaptievevermogen, dat kenmerkend is voor de drijvende stad. Hiertoe moet de drijvende stad wel een aantal vragen kunnen oplossen. Hoe lost de drijvende stad haar eigen warmtevraag, elektriciteitsvraag en waterbehoefte op, met behoud van openbare ruimte en een deel van de ruimte op daken als verblijfsruimte? In onze studie voor De Grote Rug in Dordrecht deden we hier uitgebreid onderzoek naar.

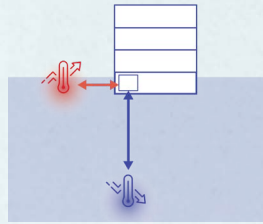
Hierbij hanteerden we de strategie: 1. beperk de vraag, 2. gebruik uit reststromen, 3. gebruik hernieuwbare bronnen. Zo kan door waterbesparende systemen toe te passen de watervraag in de drijvende stad al flink omlaag worden gebracht naar 30.000 L p.p./jaar, in plaats van het gemiddelde van ca. 50.000 L p.p./jaar. Het reduceren van de vraag is voor elke keten een belangrijke eerste stap. Op de volgende pagina's presenteren we principes die zorgen voor het reduceren van de vraag of het duurzaam oplossen van de vraag.



A+++ label voor de woningen: zeer goed geïsoleerde woningen om energie te besparen en aquathermie mogelijk te maken.



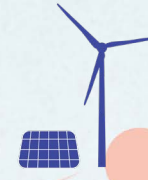
Smart grid om zo efficiënt mogelijk om te gaan met energie-overschotten.



Onttrekken van warmte aan het oppervlaktewater levert warmte, zorgt voor verbeterde waterkwaliteit en vermindering hittestress.



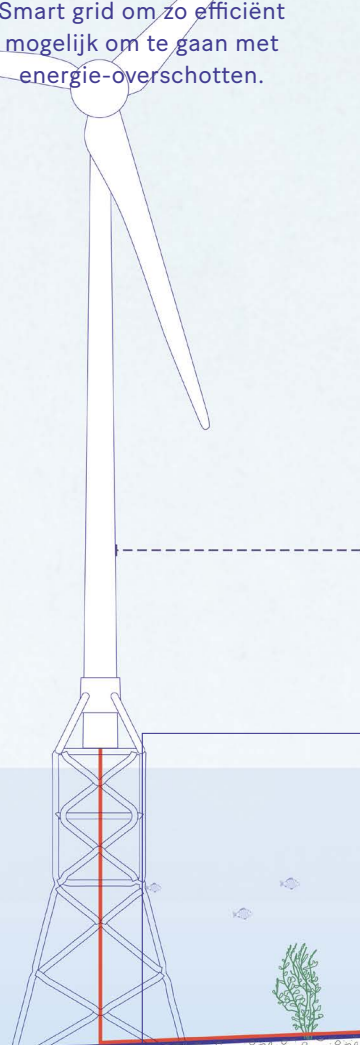
Neerslag wordt benut als grijs water.



Elektriciteit wordt duurzaam opgewekt met zonnecellen en/of windturbines.

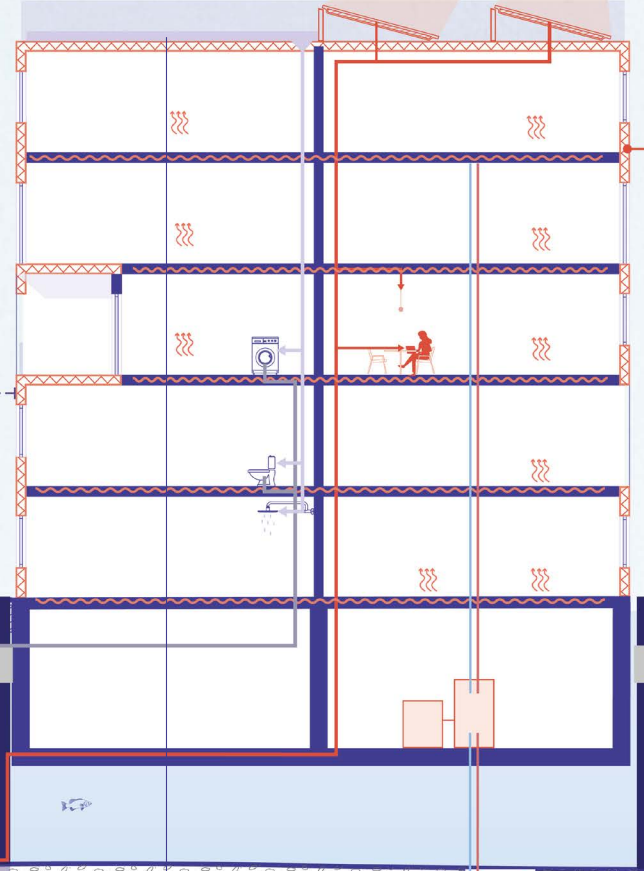


Energievoorziening wordt vanuit de bewoners georganiseerd; inkomsten hieruit worden terug geïnvesteerd in de wijk.



>500m

smart grid



A++

Elektrische boten worden voorzien van stroom bij oplaadpunten op logische plekken.

Flexibele leidingen zorgen dat de bewegende drijvende stad kan worden aangesloten op het vaste land en andere drijvende elementen.

Daken benutten voor moestuinen, overige beplanting en verblijven t.b.v. waterbuffering en vermindering van hittestress.

TEO Warmte wordt uit het oppervlaktewater gehaald middels een WKO-installatie voor het verwarmen van ruimtes en water.

Houtbouw Woningbouw heeft een beperkte CO₂-uitstoot door toepassing van hout als primair bouw materiaal.

CASUSSEN



RIJNENBURG

Utrecht

In de polder Rijnenburg wordt een stedelijk gebied met ca. 25.000 woningen ontwikkeld in combinatie met een nieuwe lightrailverbinding. Ten noorden van deze ontwikkeling is een zone aangewezen als klimaatbuffer- en energielandschap. Het ontwerp voor de drijvende stad Rijnenburg laat zien dat deze functies gecombineerd kunnen worden met significante woningbouw, tot ruim 2.500 woningen. Deze functiecombinatie biedt ook de mogelijkheid om de ruimte rond de stad in te richten als recreatief wetlandgebied, waarin nieuwe

natuur kan worden ontwikkeld. Zo ontwikkelt dit gebied zich tot een natuurlijke verbidingszone tussen de stad Utrecht en de nieuwe ontwikkeling Rijnenburg. Om nieuw water met voldoende diepte voor de drijvende stad te kunnen maken, zal een deel van de bodem moeten worden afgegraven, waarbij dient te worden gezocht naar mogelijkheden om een gesloten grondbalans te creëren. Bovendien dient bij het afgraven rekening te worden gehouden met het risico op kwel en infiltratie van grondwater in en rondom het plangebied.



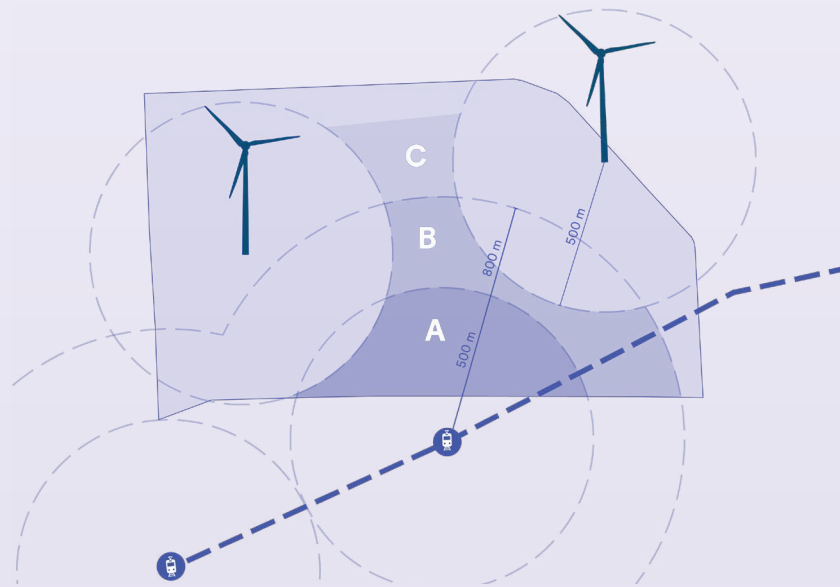


In de polder Rijnenburg heeft de gemeente de ambitie om van 25.000 woningen te ontwikkelen en een lightrailverbinding aan te leggen. De noordzijde is gereserveerd voor een combinatie van energielandschap en waterberging. Deze locatie is in deze studie als uitgangspunt genomen om de drijvende stad met wetland natuur te ontwikkelen.

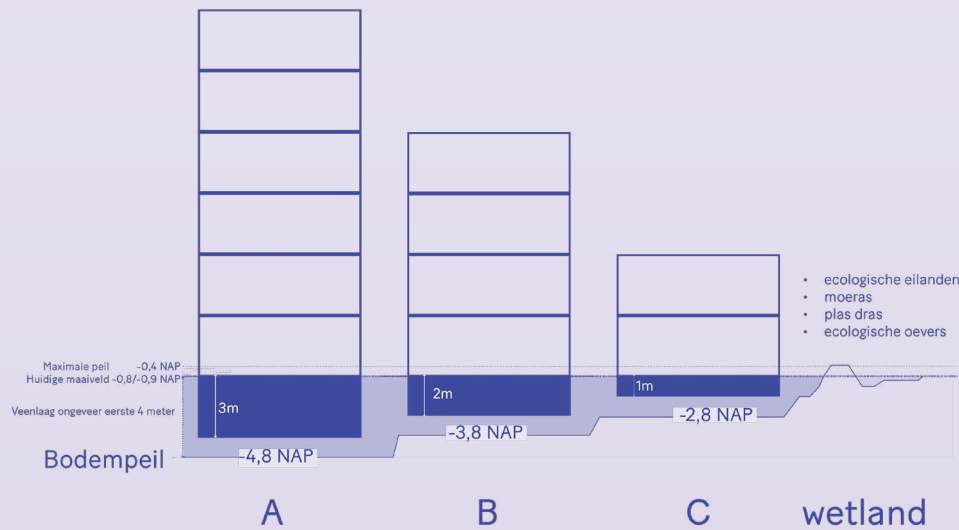
Locatie drijvende stad
Aantrekkelijke leefomgeving in
combinatie met waterberging en
energieopwekking.



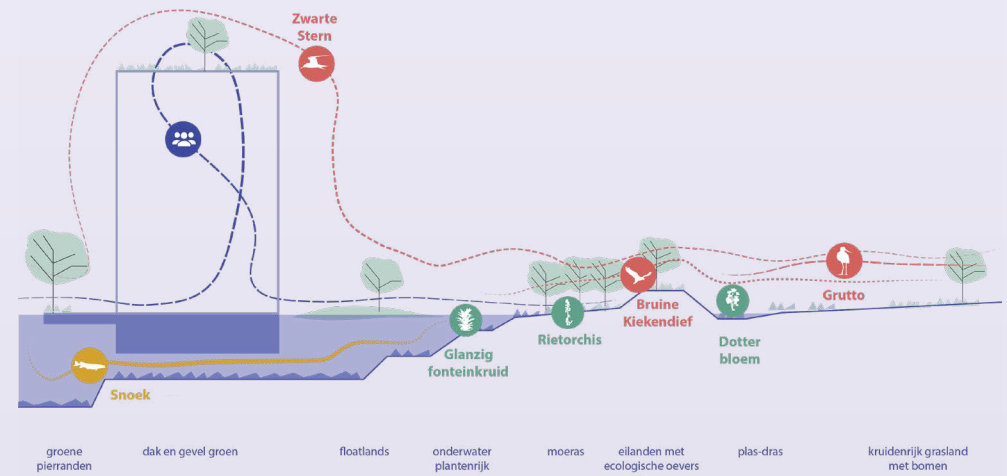
De polder in Rijnenburg wordt gekenmerkt door een zand- en veenondergrond. Het noordelijk deel van Rijnenburg ligt het laagst (-0,6 tot -0,9 NAP) en is daarmee het meest geschikt voor vernatting en drijvend bouwen. De locatie is door HDSR als zoekgebied aangewezen voor waterberging, wanneer door een maalstop bij IJmuiden vanuit de polder niet meer kan worden geloosd op het Amsterdam-Rijnkanaal.



De ontwikkeling van de drijvende stad is opgedeeld in gebieden die zijn gedefinieerd door het verzorgingsgebied van de lightrail. De dichtheid neemt af naar mate het gebied verder ligt van de lightrail: A heeft de hoogste dichtheid en C de laagste. Daarnaast wordt er niet gebouwd 500m rondom de windturbines.



De bouwhoogte neemt af naarmate het gebied verder ligt van de lightrail halte. Hetzelfde geldt voor de diepte van het drijflichaam, en daarmee de diepte van de afgraving. Deel A heeft daarom de hoogste dichtheid en grootste diepte (tot 5-6 verdiepingen, 4m afgraving) en C de laagste (tot 2-3 verdiepingen, 2m afgraving).



De drijvende stad wordt omringd door een recreatief wetland: dit landschap combineert wateropslag met natuurontwikkeling en is bereikbaar voor de inwoners van Rijnburg en Utrecht als recreatief wandelgebied. Het is daarnaast een habitat voor verschillende doelsoorten. Wetland-natuur heeft bovendien een zuiverend effect (koolstof en fosfor) en voegt zuurstof toe aan het water.



Door de lightrail en HOV routes is de drijvende stad goed bereikbaar. Aan de randen van de drijvende stad bevinden zich twee hubs, vanwaar bewoners toegang hebben tot een deelauto. Het vervoer binnen de drijvende stad bestaat primair uit wandel- en fietsroutes, en een systeem van deelboten.

Legenda



Drijvende gebouwen



Drijvende buurthubs met bijzondere openbare ruimtes



Publieke gebouwen



Ontwikkeling Klein Rijnenburg



Bestaande bebouwing



Havens (met o.a. deelboten)



Pieren



Recreatieve (wandel) routes



Hoofd fiets routes



Lightrail route



Lightrail halte



HOV route



HOV halte



Auto route



Mobiliteitshub



Windturbines



Waterdiepte



Eiland vegetatie



Kruidrijk grasland



Ecologische oevers



Plasberm



Drasberm



moeras

waterdiepte max -3 NAP (C)

waterdiepte max -4 NAP (B)

waterdiepte max -5 NAP (A)





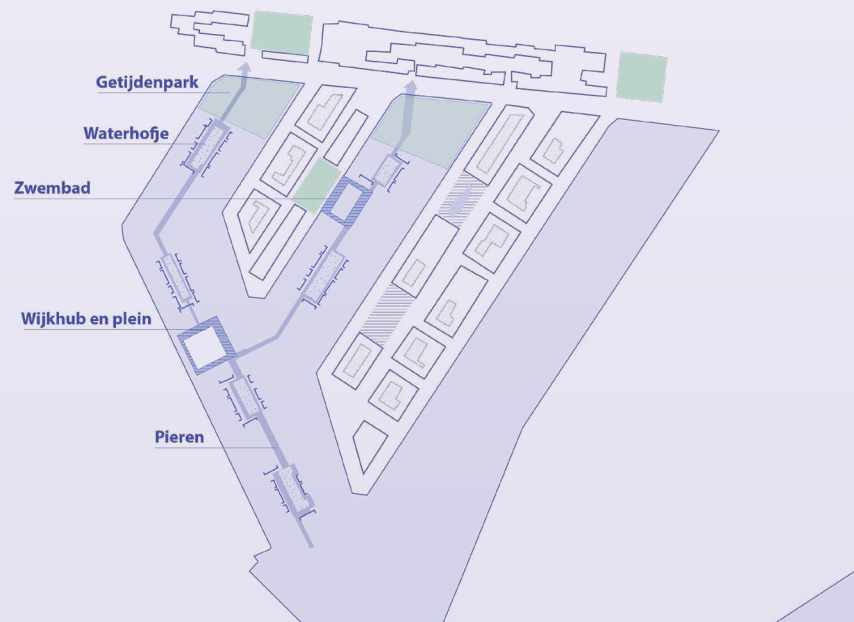


MERWE- VIERHAVENS

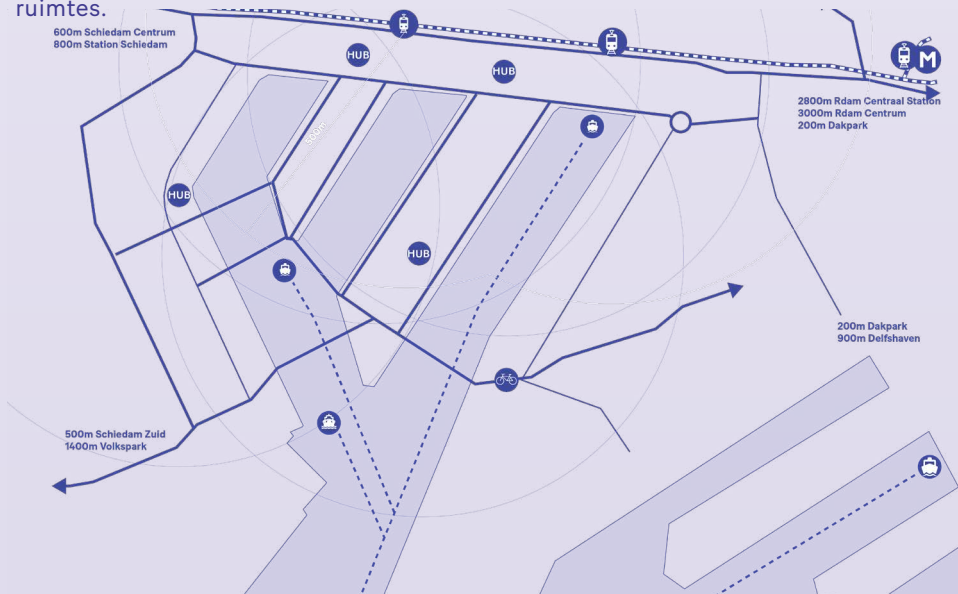
Rotterdam

De Merwe-Vierhavens (M4H) vormen een voormalig industrieel havengebied dat de komende jaren zal transformeren tot een gemengd woonwerkgebied. In combinatie met de verstedelijking van de pieren, kan de ontwikkeling van ca. 800 drijvende woningen in de havenbekkens bijdragen aan de realisatie van een aantrekkelijke nieuwe wijk. M4H is een buitendijks gebied waar waterveiligheid een belangrijk thema is, de drijvende wijk biedt hiervoor een oplossing door mee te bewegen met de lokale

getijden. Het plan combineert drijvende ontwikkeling met behoud van open water en sluit zo aan op de hoogstedelijkheid van de nieuwe ontwikkelingen, zonder de open kwaliteiten van het water weg te nemen. De drijvende gebouwen in M4H vormen collectieve buurten die in nauwe relatie staan tot de stad-op-land, door van elkaars voorzieningen te profiteren. Het drijvende stadsdeel is daarnaast een uitgelezen plek voor essentiële, overstromingsgevoelige voorzieningen.



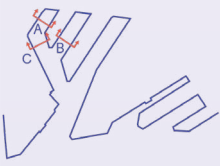
De drijvende stad voegt hoogwaardige openbare ruimtes toe aan het netwerk van openbare ruimtes op het land. De hofstructuur van de nieuwe ontwikkeling in Merwe Vierhavens komt ook terug op het water, als onderdeel van het netwerk van openbare ruimtes.



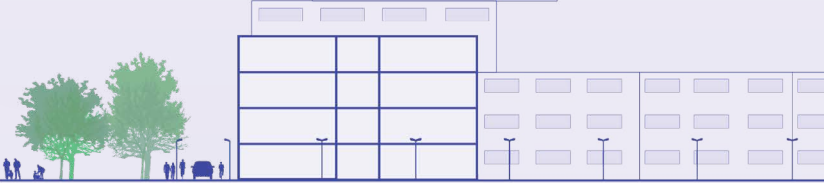
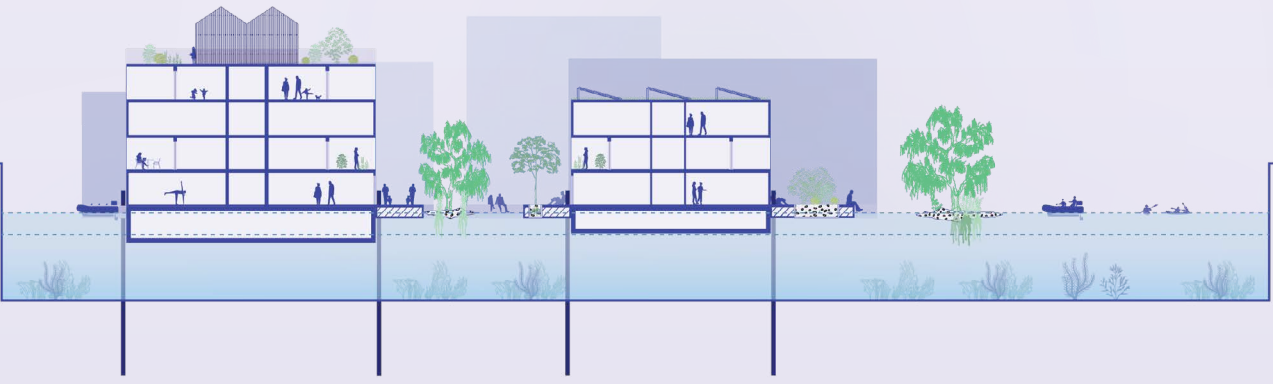
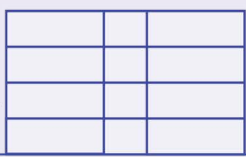
De drijvende stad is integraal onderdeel van de stad rondom. De stad is zowel goed bereikbaar vanaf het land als vanaf het water, met bijvoorbeeld een nieuwe halte voor de waterbus en watertaxi.



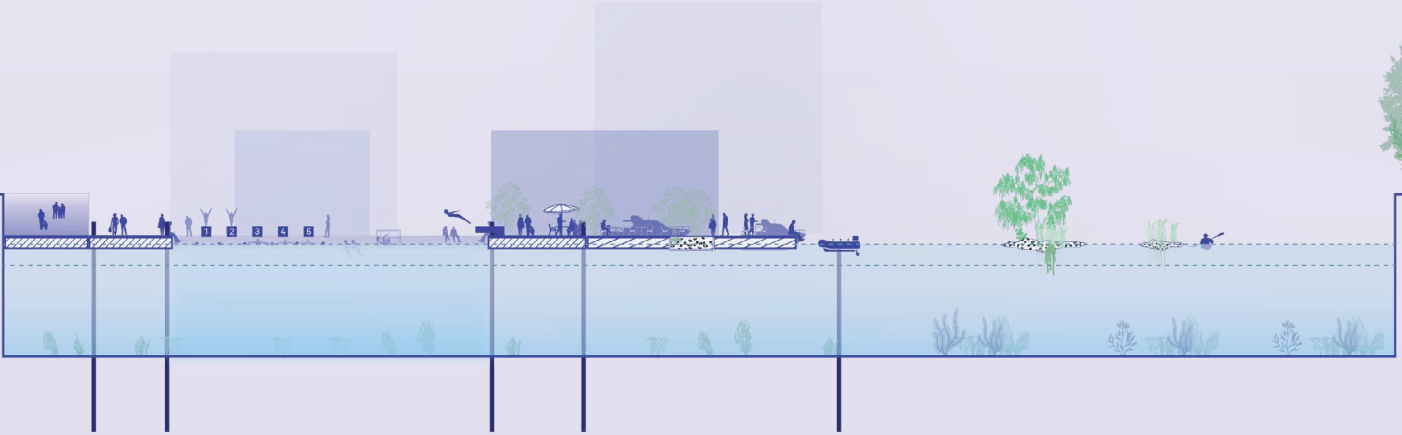
De drijvende stad is niet alleen een kwalitatieve omgeving voor mensen, het vormt ook de habitat van vele verschillende planten en dieren. Zowel onder als boven water wordt ecologische kwaliteit toegevoegd. Op bovenstaande kaart is aangegeven hoe de stad is ingericht voor geselecteerde doelsoorten.



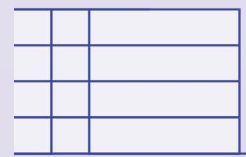
Doorsnede A

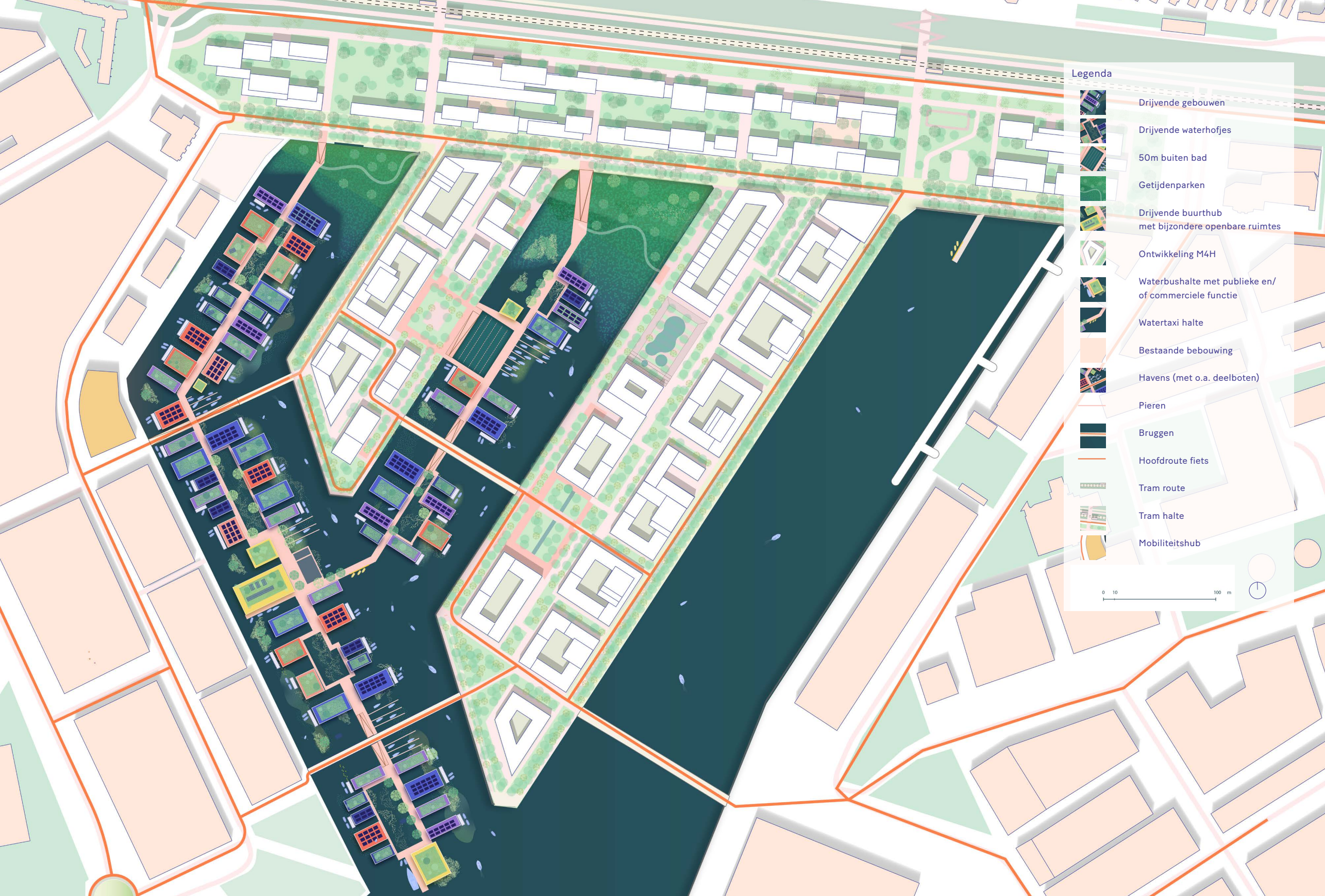


Doorsnede B



Doorsnede C





Legenda

-  Drijvende gebouwen
-  Drijvende waterhofjes
-  50m buiten bad
-  Getijdenparken
-  Drijvende buurthub met bijzondere openbare ruimtes
-  Ontwikkeling M4H
-  Waterbushalte met publieke en/of commerciële functie
-  Watertaxi halte
-  Bestaande bebouwing
-  Havens (met o.a. deelboten)
-  Pieren
-  Bruggen
-  Hoofdroute fiets
-  Tram route
-  Tram halte
-  Mobiliteitshub

0 10 100 m



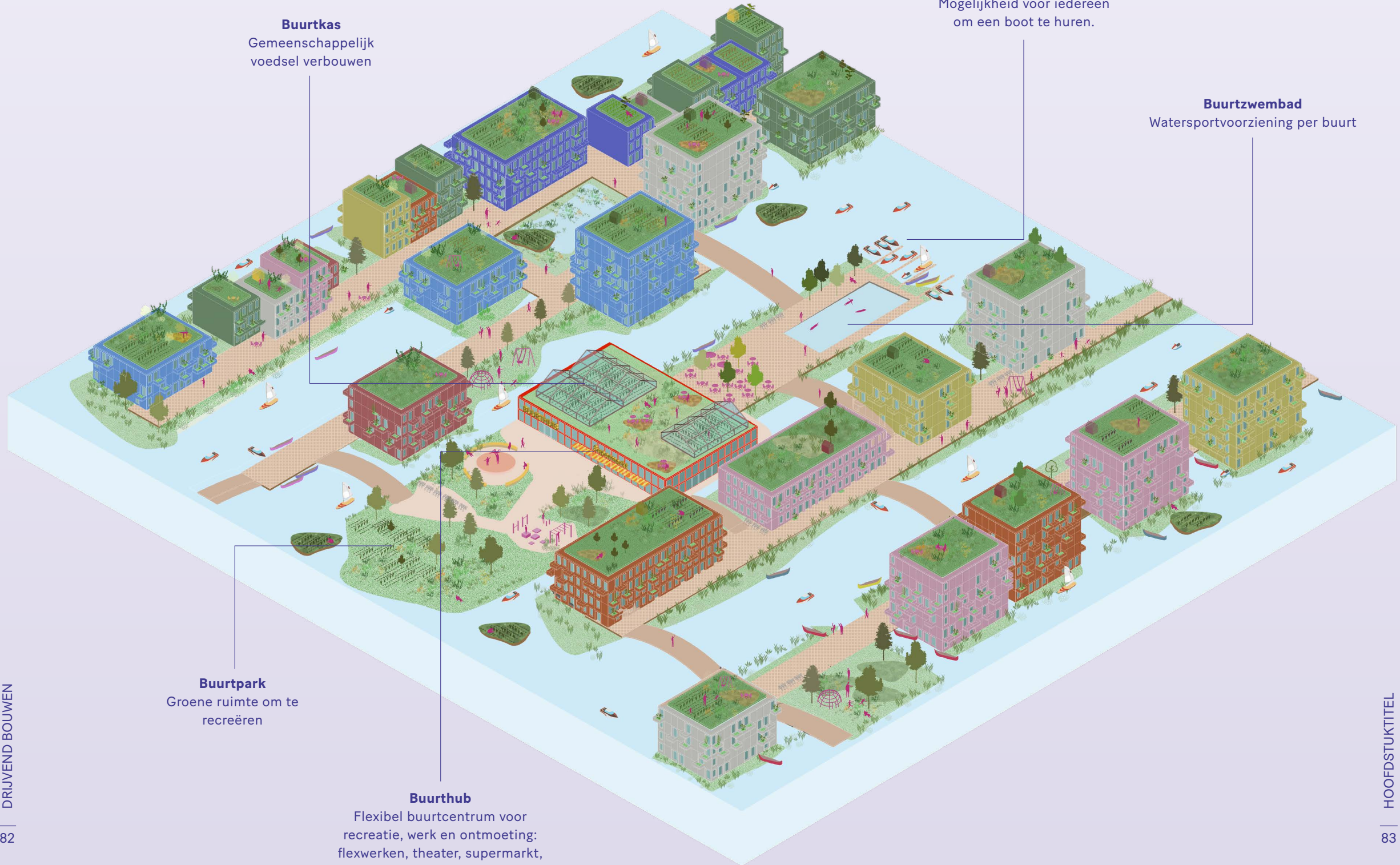


DE GROTE RUG

Dordrecht

Het ontwerp voor drijvende stad de Grote Rug onderzoekt hoe waterveiligheid kan fungeren als hefboom voor duurzame gebiedsontwikkeling. Verschillende ruimtelijke opgaven komen samen in Dordrecht: de stad groeit, wordt bedreigd door overstromingen en heeft de opgave de leefomgeving te verduurzamen. Met het ontwerp hebben we onderzocht hoe deze opgaven integraal kunnen worden opgelost en tegelijkertijd een uniek woonklimaat op kunnen leveren. De drijvende stad

bevat zo'n 2500 woningen, plus werkplekken en bijbehorende voorzieningen, en draagt daarmee significant bij aan de woningvraag. De Grote Rug onderscheidt zich dankzij een gemengd stedelijk milieu met hoge dichtheid en de aanwezigheid van publieke functies en buitenruimtes. De drijvende stad beweegt mee met de getijden van de rivier Wantij en met het waterniveau in geval van overstroming. Het ontwerp voor de Grote Rug is gepresenteerd op de Internationale Architectuur Biënnale Rotterdam 2021.



Buurtkas
Gemeenschappelijk
voedsel verbouwen

Deelbotensysteem
Mogelijkheid voor iedereen
om een boot te huren.

Buurtzwembad
Watersportvoorziening per buurt

Buurtpark
Groene ruimte om te
recreëren

Buurthub
Flexibel buurtcentrum voor
recreatie, werk en ontmoeting:
flexwerken, theater, supermarkt,
sport en voedseltuinen.





ALMERE MEER

Almere

Almere Meer vormt de volgende logische uitbreiding van Almere, gelegen naast nieuwbouwlocatie Pampus. Hier ontstaat een drijvende nieuwbouwwijk met ruimte voor minstens 10.000 woningen. De wijk bestaat uit een pierenstructuur met slim netwerk van straten, pleinen en parken. De drijvende wijk sluit aan op het land en op de IJmeerlijn, en is daarmee goed bereikbaar vanuit zowel Amsterdam als Almere. De wijk kent een hoge dichtheid, met drijvende woningen tot 6 verdiepingen hoog. Rondom

het station is de dichtheid het hoogst, aan de randen van de wijk is meer ruimte voor water. Naast de woningen zijn er werkplekken, voorzieningen én recreatiemogelijkheden. Elk gebouw en buitenruimte is verbonden met het water. Groene inrichting staat centraal in de wijk. Het ontwerp voor Almere Meer is gepresenteerd op het Ministerie van Maak, onderdeel van de Internationale Architectuur Biënnale Rotterdam 2022.



VERVOLG

REFLECTIE EN HOE VERDER?

Andere woningen, andere wijken, andere systemen; in dit ontwerpend onderzoek naar duurzame, drijvende stedenbouw komt het allemaal samen. Wat dit inspiratie- en handboek in de eerste plaats laat zien is dat drijvende stedenbouw op veel vlakken een heel andere ontwerppraktijk betekent: écht anders werken aan wonen. Dat komt terug op alle schalen: van constructiedetails tot aan de verbindingen met de omliggende omgeving.

Anders werken aan wonen is hard nodig, met name als het gaat om toekomstbestendige woningbouw. Gedurende dit onderzoek (mei 2022 – april 2023) is er veel gebeurd in Nederland. Het bewustzijn dat Nederland hard tegen de grenzen van de maakbaarheid van ons

bodem- en watersysteem loopt is enorm toegenomen. Dat gaat nog verder in de herwaardering van het nationaal ruimtelijk beleid: “Water en bodem zijn sturend bij ruimtelijke plannen: het afstemmen van ruimtelijke keuzes over natuur en landbouw, energietransitie, infrastructuur, economie en woningbouw op de staat en de kwaliteit van de ondergrond en de natuurlijke dynamiek van het water.” (Ministerie van I&W, 2022). Drijvende stedenbouw is bij uitstek een vorm van afstemming op de natuurlijke dynamiek van het water.

Van generiek naar ontwerp-specifiek

Dit onderzoek bevat een brede benadering van drijvend bouwen. Drijvend bouwen beperkt zich nu vaak tot een woning op het water,

(vrijwel) zonder openbare ruimte en financieel ontoegankelijk voor een groot deel van de samenleving. Daarnaast komt het vaak voort uit initiatieven van bewoners met voornamelijk private voordelen. Tijdens het onderzoek is ook gesproken met bewoners van drijvende woningen, die zelf aangeven hoe ingewikkeld de samenwerking met publieke partijen kan zijn. Dat bleek vaak te komen door een gebrek aan kennis. Dit inspiratie- en handboek, inclusief toepassing op de casuslocaties, laat zien dat er wel degelijk generieke ontwerpprincipes en ambities te hanteren zijn. Dat is ook nodig, want water blijft een heel belangrijke kwaliteit in Nederland. Dat wordt steeds belangrijker als potentie van drijvende stedenbouw bekender wordt.

Binnen de brede benadering is schakelen tussen generiek en ontwerp-specifiek van groot belang. Ook voor drijvende stedenbouw geldt dat veel ‘maakbaar’ is. Wat precies mogelijk is of hoe iets precies moet worden ontworpen hangt sterk af

van de locatie-eigenschappen. Voor ecologie hangt het af van de doelsoorten op een bepaalde plek, voor constructie van de bereikbaarheid en waterdiepte van een locatie en voor mobiliteit van de omliggende omgeving. In generieke zin kan veel gezegd worden over ambities en bepaalde randvoorwaarden of eisen; in ontwerp-specifieke zin wordt de morfologie van de drijvende stad pas echt duidelijk.

Vraagstuk voor het vervolg: ontwikkelpotentie voor drijvende stedenbouw

De ontwikkelpotentie voor drijvende stedenbouw vraagt veel specifieke kennis. Op het water liggen al veel ruimtelijke claims en bodem- en watersystemen laten beperkingen zien. Drijvende stedenbouw biedt kansen voor de woningbouwopgave in Nederland, maar het is van belang om in beeld te krijgen hoe groot de ontwikkelpotentie daadwerkelijk kan zijn. Dat wordt bepaald aan de hand van verschillende indicatoren binnen de categorieën:

- Eigenschappen van het bodem- en watersysteem

- Ruimteclaims (bijvoorbeeld Natura2000, scheepvaart, etc.)
- Scenario's (bijvoorbeeld overstromingsrisico's)

De indicatoren kunnen voor heel Nederland in beeld worden gebracht middels een GIS-analyse. Zo wordt inzichtelijk wat de ontwikkelpotentie van drijvende stedenbouw mogelijk kan zijn in Nederland. Hierbij geldt dat er altijd bij het inzoomen op een locatie goed moet worden gekeken naar de technische vereisten van het bodem- en watersysteem. Er is immers een minimale hoeveelheid water nodig. Die hoeveelheid hangt samen met de gewenste dichtheid, de gekozen constructie en ecologische ambities. Met name voor gebieden die nu nog niet permanent onder water staan of een beperkte waterdiepte hebben, vraagt het technische kennis om de ontwikkelpotentie te kunnen bepalen. Het gaat dan specifiek over bodemlagen en het watersysteem. Daarvoor is samenwerking met partijen als een waterschap van groot belang.

Vraagstuk voor het vervolg: van GREX naar brede welvaart

Drijvende steden zullen in Nederland niet snel ontwikkeld worden als ze op de klassieke manier bekostigd worden: via de klassieke grondexploitatie. Dat heeft te maken met de verkoopopbrengst die niet hoog genoeg is om hogere bouwkosten en aanleg van openbare ruimte te dekken. Tegelijkertijd zijn die kosten en openbare ruimte wel nodig om maatschappelijke meerwaarde te creëren. Die meerwaarde wordt nu niet meegenomen in het berekenen van de 'opbrengst'. In deze meerwaarde zitten echter ook kwaliteiten die direct bij kunnen dragen aan de bekostiging van de drijvende stad. Die redeneringen zijn nu nog niet inzichtelijk. Het doel is dat we de haalbaarheid niet vergroten door via ontwerpkrachtkosten te besparen, maar door via ontwerpkracht de maatschappelijke impact te vergroten. We zoeken immers naar ontwerpen met maatschappelijke meerwaarde op de korte en lange termijn. Eerder is deze filosofie toegepast in Almere Pampus door

The Positive Lab (partner voor het vervolg) en OneArchitecture. Daaruit bleek dat ambities voor groen en water bekostigd kunnen worden uit de maatschappelijke meerwaarde. Dat maakt het dus haalbaar om een klimaatpositieve businesscase te ontwikkelen. De positieve effecten van water en groen dragen op verschillende manieren bij aan meer impact, waaraan baathebbers en dus nieuwe samenwerkings- en financieringsvormen gekoppeld kunnen worden. Wanneer kosten van bijvoorbeeld de aanleg van groen en maatregelen om drinkwatergebruik te beperken worden vergeleken met de opbrengsten uit een hogere vastgoedwaarde, meer energieopwekking, minder verzakkingen en minder watergebruik, blijkt dat de opbrengsten financieel meer opleveren.

Deze filosofie is uiteindelijk niet alleen waardevol voor drijvende stedenbouw; ook voor overige vormen van stedenbouw is het de moeite waard om hier innovatief mee om te gaan, mits we doelen met betrekking tot

brede welvaart serieus nemen. Voor het vervolg is het een uitdaging om betrokkenen, potentiële baathebbers en dus investeerders, ontwerpers en beleidsmakers over de grenzen van de bestaande praktijk te laten kijken. Zo kan drijvende stedenbouw een wezenlijke bijdrage gaan leveren aan de toekomst van Nederland, waarin opgaven op de korte en lange termijn worden opgepakt.

Met ons meedenken over deze vraagstukken? Neem contact op via mail@posadmaxwan.nl.

BRONVERMELDING

- Ministerie I&W. Kamerbrief water en bodem sturend. URL: <https://open.overheid.nl/documenten/ronl-c35e65eba0903d738ae26dab222462337b0d8de7/pdf>
- Links afbeeldingen:**
1. BIG - Bjarke Ingels Group (2016). *Urban Rigger* [Foto]. Kopenhagen. URL: <https://urbanrigger.com/about/>.
 2. Marlies Rohmer. *Floating Houses in IJburg*. IJburg. Foto door: Archdaily. URL: <https://www.archdaily.com/120238/floating-houses-in-ijburg-architectenbureau-marlies-rohmer>
 3. Public Domain Arch. & Van Hattum en Blankevoort. *Nassauhaven* [Foto]. Rotterdam.
 4. Space & Matter. *Schoonschip* [Foto]. Rotterdam. URL: <https://www.zelfbouwinnederland.nl/informatie/duurzaam-bouwen/algemeen/de-ontstaansgeschiedenis-van-schoonschip>
 5. *Inle Lake* [Foto]. Myanmar. URL: www.twobirdsbreakingfree.com.
 6. Google Maps-streetview afbeelding van Venetië. URL: <https://www.google.nl/maps/place/Veneti%C3%AB,+Itali>
 7. Kunlé Adeyemi. *Floating School* [Foto]. Venetië. Gepubliceerd op Archdaily. URL: <https://www.archdaily.mx/mx/756922/how-kunle-adeyemi-engages-the-local-and-specific-to-have-a-powerful-effect-on-a-global-level>
 8. OBBA& Dertien 12. *Floating Island*. Brugge . Foto door: Archdaily. URL: <https://www.archdaily.com/899820/the-floating-island-obba-and-dertien12>
 9. Marlies Rohmer. *Floating Houses in IJburg*. IJburg. URL: <https://rohmer.nl/projects/waterwoningen-ijburg/>
 10. BIG+ JDF. Copenhagen. *Harbour Bath*. Kopenhagen. Foto van: Archdaily. URL: <https://www.archdaily.com/11216/copenhagen-harbour-bath-plot> ISSN 0719-8884
 11. Studio Fokstrot. *Floating Park*. Kopenhagen. Foto: Marshall Blecher. URL: <https://www.travelandleisure.com/attractions/parks-gardens/floating-park-copenhagen-islands-denmark>
 12. Powerhouse. *Floating Office* [foto]. Rotterdam. URL: <https://www.dearchitect.nl/252226/spectaculaire-sleeptocht-brengt-floating-office-rotterdam-van-powerhouse-company-naar-ligplaats-in-de-rijnhaven>
 13. (zelfde als bron 2) Marlies Rohmer. *Floating Houses in IJburg*. IJburg. Foto door: Archdaily. URL: <https://www.archdaily.com/120238/floating-houses-in-ijburg-architectenbureau-marlies-rohmer>

An aerial, isometric illustration of a city. The city is composed of numerous rectangular buildings of varying heights and colors, including shades of purple, pink, and blue. A prominent feature is a wide, blue river that flows through the city, crossed by a long, orange bridge. The riverbanks are landscaped with green spaces, trees, and small structures. In the foreground, a large green area contains a playground with colorful equipment. The overall style is modern and artistic, with a focus on urban planning and environmental integration.

DRIJVENDE STEDEN

POSADMAXWAN

BLUE REVOLUTION

PAS BV

BUITING ADVIES

DUTCH LOTUS

