



Handboek voor het ontwerpen van een Watervriendelijke woonwijk

Casestudie van Fortunapark, Vlaardingen

Nancy Nguyen
Urbanism MSc 2024

Colofon
Master thesis
Juni, 2024

MSc Architecture, Urbanism and Building
Sciences - Track Urbanism
Faculteit Bouwkunde
Technische Universiteit Delft

Nancy Nguyen
4785029

Afstudeerstudio
Metropolitan Ecologies of Place

Eerste mentor
Ir. Kristel Aalbers
Section of Environmental Technology
& Design

Tweede mentor
Prof.dr.ir. Anne Loes Nillesen
Section Urban Design

Projectleider Wijk van de Toekomst
Merel Mostert
Hoogheemraadschap van Delfland

Copyright 2024
Alle rechten voorbehouden. Tijdens het
maken van dit boekje zijn referenties
voor tekst en figuren vermeld in de
hoofdstukken en in de literatuurlijst. De
overige afbeeldingen zijn gemaakt
door de auteur en kunnen worden
gebruikt of gereproduceerd
onder vermelding van dit rapport als
referentie.

Erkenning

Dit boekje is geschreven in samenwerking met het Hoogheemraadschap van Delfland. Een afstudeeropdracht bij de Technische Universiteit Delft die is opgezet binnen de waternetwerken van Schoon en Gezond water, Netwerk Waterketen Delfland (NAD) en Klimaatadaptatie. In dit project werken verschillende gemeenten, drinkwaterbedrijven en het hoogheemraadschap samen, op zoek naar een betrouwbare, toekomstbestendige en duurzame watercyclus op wijkniveau, voor de voorspellingen van de klimaatomstandigheden in het jaar 2100.

Onder begeleiding van eerste mentor Kristel Aalbers, tweede mentor Anne Loes Nillesen en het kernteam van het NAD: Merel Mostert, Ewald Oude Luttikhuis, Nathalie Lorenz, Kitty Vollering en Rolf Bloemheuvel, is dit project ontwikkeld.

Daarnaast is samengewerkt met experts, beleidsmedewerkers en projectontwikkelaars zoals: Erik de Bruine, Cas Eggerding, Rob van der Most en Sanne van den Heuvel die hebben geholpen met watergerelateerde zaken. Sarita Mateboer en Kes Nieuwpoort die kennis hebben geleverd over sociaal gedrag. Joep de Koning en Roos Groenewoud die hebben geholpen met onderwerpen over ecologie. Pieter Vellekoop, Mayra Doerga, Angeline Sijsenaar en Melitta van Bracht die meer informatie hebben gegeven over de locatie van Fortunapark en Nick de Goeij en Martin Verzijde die inzichten hebben gegeven over het bestaande Fortunapark project.



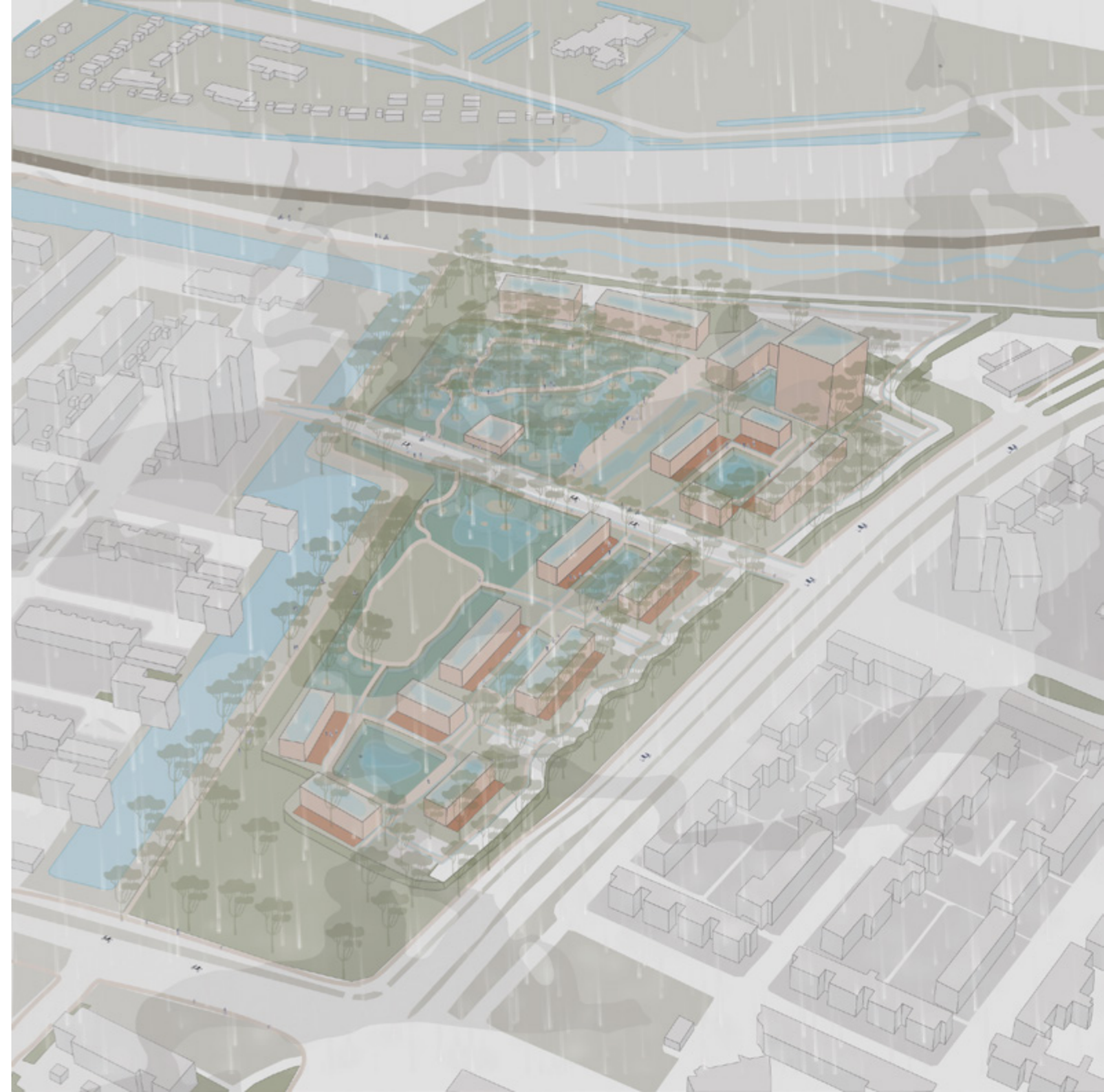
Manifesto

Naar een Watervriendelijke woonwijk

In het licht van klimaatverandering, de uitdagingen op het gebied van water en de snelle verstedelijking staan we op een cruciaal moment waarop de manier hoe we onze steden inrichten van grote invloed zal zijn op hoe we in de toekomst zullen leven. Water speelt een essentiële rol bij het vormgeven van onze gebouwde omgeving en is fundamenteel voor het bestaan van leven. Nu het water- en bodemsysteem zijn grenzen bereikt in een poging te voldoen aan de behoeftes van de mens, is er een verschuiving nodig naar een watergerichte stedelijke ontwikkeling om een duurzame toekomst veilig te kunnen stellen.

Een Watervriendelijke woonwijk vertegenwoordigt een nieuw tijdsgeest waarin ruimtelijke beslissingen worden gebaseerd op het perspectief van water in relatie tot ecologie en mens. Een verschuiving die de onderlinge relaties erkent en gelooft dat de synergie tussen deze elementen een evenwichtige watercyclus kan creëren voor veerkrachtige wijken.

Door als ontwerpers samen te werken, kunnen we wijken verbeelden en bouwen die deel uitmaken van een bloeiend water metabolisme, waar mens en ecologie in harmonie kunnen samenleven en waar water kan worden ervaren, gevierd en gewaardeerd als een gedeelde bron.





Hoofdstuk 1.

Water vriend of vijand?

Aan de ene kant vormt water een essentiële bron van leven en kwaliteit op aarde, terwijl het aan de andere kant potentieel verwoestende gevolgen kan hebben voor menselijke samenlevingen. Dit hoofdstuk biedt een introductie tot de waterproblematiek en belicht de diepgaande verbondenheid tussen water en mensen.

“Een klemmende oproep aan alle partijen in het ruimtelijk domein: kijk naar de consequenties voor de lange termijn bij de keuzes van vandaag.”

*- Deltacommissaris
Peter Glas*

1. Water vriend of vijand?

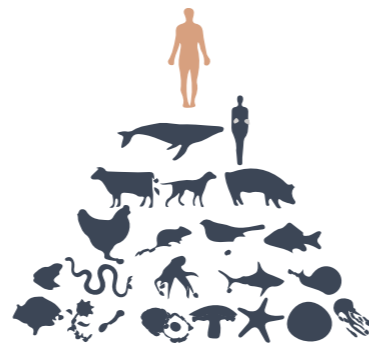
1.1. Onthullen van de onevenwichtige waterkringloop

Sinds de industriële revolutie is de invloed van de mens op het klimaat snel toegenomen. Dit komt vooral door de uitstoot van broeikasgassen zoals koolstofdioxide en methaan. Als de uitstoot van broeikasgassen in hetzelfde tempo doorgaat, zal de aarde steeds warmer worden (Ritchie & Roser, 2017). Dit betekent dat er in Nederland steeds nattere winters en drogere zomers zullen zijn (KNMI, 2023).

Met grote gevolgen die vooral merkbaar zijn in de watercyclus, aangezien klimaatverandering en de watercyclus onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn (Figuur 2). De gevolgen van klimaatverandering zijn vastgesteld voor de waterkwantiteit (overlast en tekorten) en -kwaliteit.

Deze verslechterende watercyclus maakt deel uit van een ecologische crisis die om een verandering vraagt om duurzamer op en met de aarde te leven. Desondanks is de menselijke soort niet in staat geweest om de grenzen van andere soorten leven te erkennen en zich daarop aan te passen (Plumwood, 2002). Een ecologische crisis die fundamenteel gebaseerd is op een zienswijze (antropocentrisme) waarbij vanuit het belang van de mens wordt gehandeld met een onverschilligheid voor ecologische relaties (Figuur 1). Als gevolg zijn er vernietigende mechanismen gecreëerd in de context van water, aangezien elke menselijke activiteit de watercyclus beïnvloedt.

In een tijdperk waarin we de natuurlijke grenzen van de planeet bereiken, is er behoefte aan een ecologische manier van redeneren waarbij mensen in staat zijn om goede afwegingen te maken over hoe we leven en hoe dat de niet-menselijke wereld beïnvloedt.



Figuur 1: Antropocentrisme (Montgomerie, 2016)



Figuur 2: Invloed van klimaatverandering op de watercyclus



Hoofdstuk 2.

Hoe ontwerp je een Watervriendelijke woonwijk?

Dit hoofdstuk toont de belangrijkste concepten die een Watervriendelijke woonwijk definiëren. Het gaat in op de bestaande kennis die de betekenis en onderlinge relaties tussen water, ecologie en mens beschrijft. Het reikt daarnaast handvatten die kunnen helpen met het realiseren van een Watervriendelijke woonwijk en geeft aanbevelingen voor andere locaties in het laaggelegen Nederland.

“Ik ben water

*zacht genoeg om leven te
bieden, hard genoeg om het
te laten verdrinken”*

- Rupi Kaur

2. Hoe ontwerp je een Watervriendelijke woonwijk?

2.1. Pijlers voor een watervriendelijke woonwijk

Het schema (Figuur 3) toont de concepten voor een Watervriendelijke woonwijk waarin de watercyclus in balans wordt gebracht door de leidende thema's: water en bodem, groen en landschap en mens en water. In de binnenste ring schetsen de drie richtlijnen een integrale toekomstbestendige water benadering waarin de relatie tussen water, ecologie en mens opnieuw wordt gedefinieerd. Naast de drie richtlijnen zijn er drie hefboom punten geïdentificeerd. Deze zullen een tijdsgeest verschuiving in gang zetten naar een integrale watercyclus, waarin de concepten van waterkwantiteit en -kwaliteit in balans worden gebracht (buitenste ring). Bovenal staat het begrip Leefbaarheid voor het type stedelijke omgeving waarin deze evenwichtige watercyclus moet plaatsvinden.

Water en Bodem

Om op lange termijn leefbare omgevingen te kunnen creëren die minder kwetsbaar zijn voor weersextremen als gevolg van klimaatverandering, moeten onze waterbronnen worden beschermd, moet de ecologie in het water veerkrachtig zijn en moet de bebouwde omgeving voorbereid zijn op extreme regenval en droogte. Om deze reden moet water en bodem de leidende factor vormen bij ruimtelijke ordening.

Groen en landschap

Omdat ecologie essentieel is voor het algemene welzijn van mensen en soorten, vormt het een belangrijke stakeholder bij het ontwerpen van de gebouwde omgeving. Groen en landschap zijn de tastbare hoofdrolspelers voor de levering van onze ecosysteemdiensten. Elke stedelijke ingreep heeft immers gevolgen tot de aanleg van verkeersinfrastructuur, het vereist allemaal ruimte en aanpassing in de ondergrond en voor de vegetatie. Daarom zijn duurzame ecologische praktijken nodig om het pad te effenen voor een veerkrachtigere en milieubewustere toekomst.

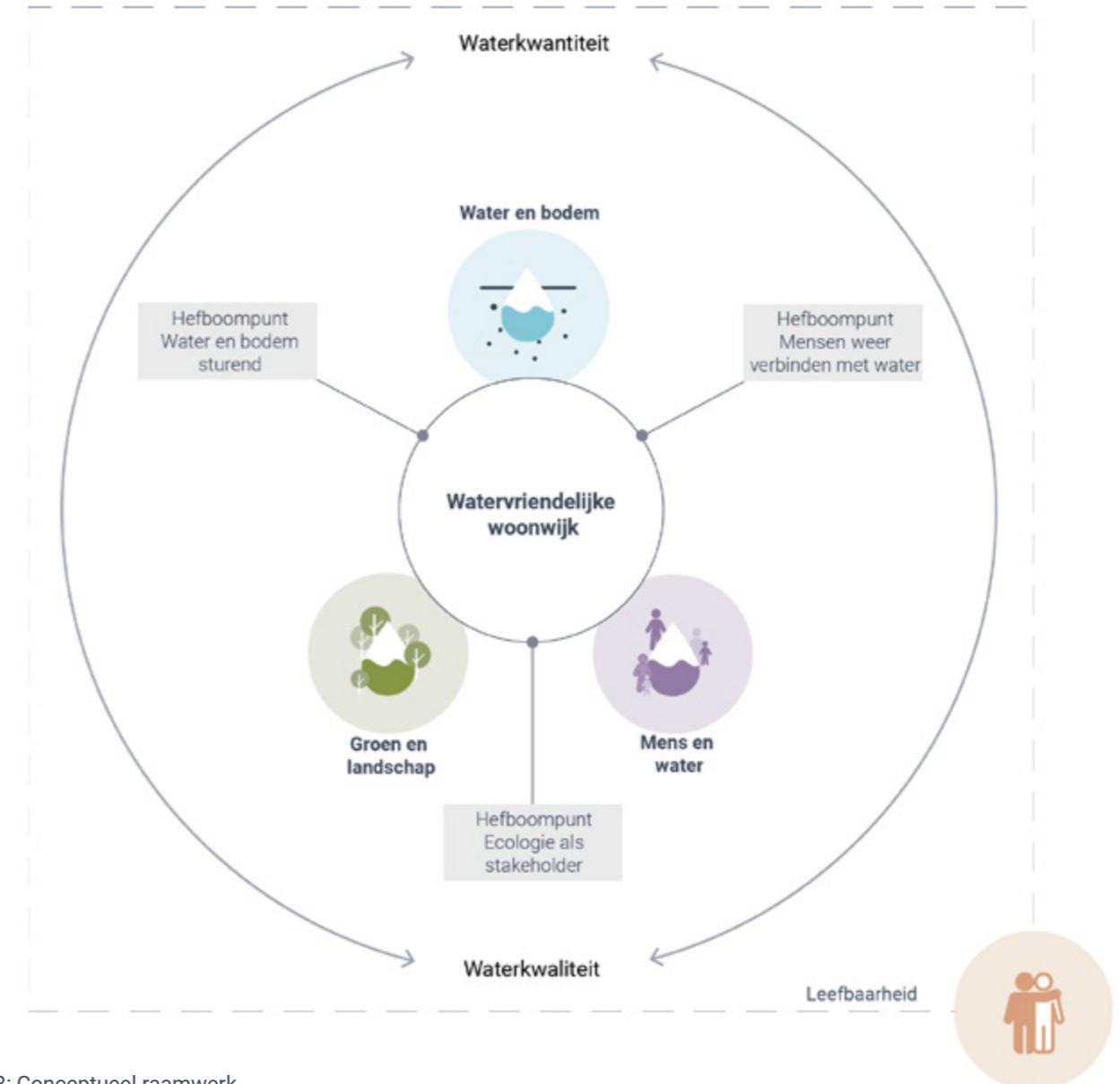
Mens en water

Menselijke activiteiten hebben gevolgen voor de watercyclus. Daarom is het belangrijk om een menselijke relatie met water te creëren waarin bewustzijn wordt gecreëerd en sociale interacties met water kunnen worden beoefend. Op deze manier wordt een verschuiving gestimuleerd naar een watervriendelijke sociale cultuur waarin lokale bewoners kunnen helpen om de watercyclus in balans te brengen.

Leefbaarheid

Leefbaarheid staat voor het algehele gevoel van tevredenheid in het leven. In dit project zal Leefbaarheid zich vooral richten op de menselijke behoeften aan sociale interactie, rust en fysieke beweging. Aangezien een woonwijk een thuis moet vormen voor mensen waar leefbaarheid moet worden gewaarborgd, zal de Watervriendelijke woonwijk worden ontworpen om aan deze behoeften te voldoen.

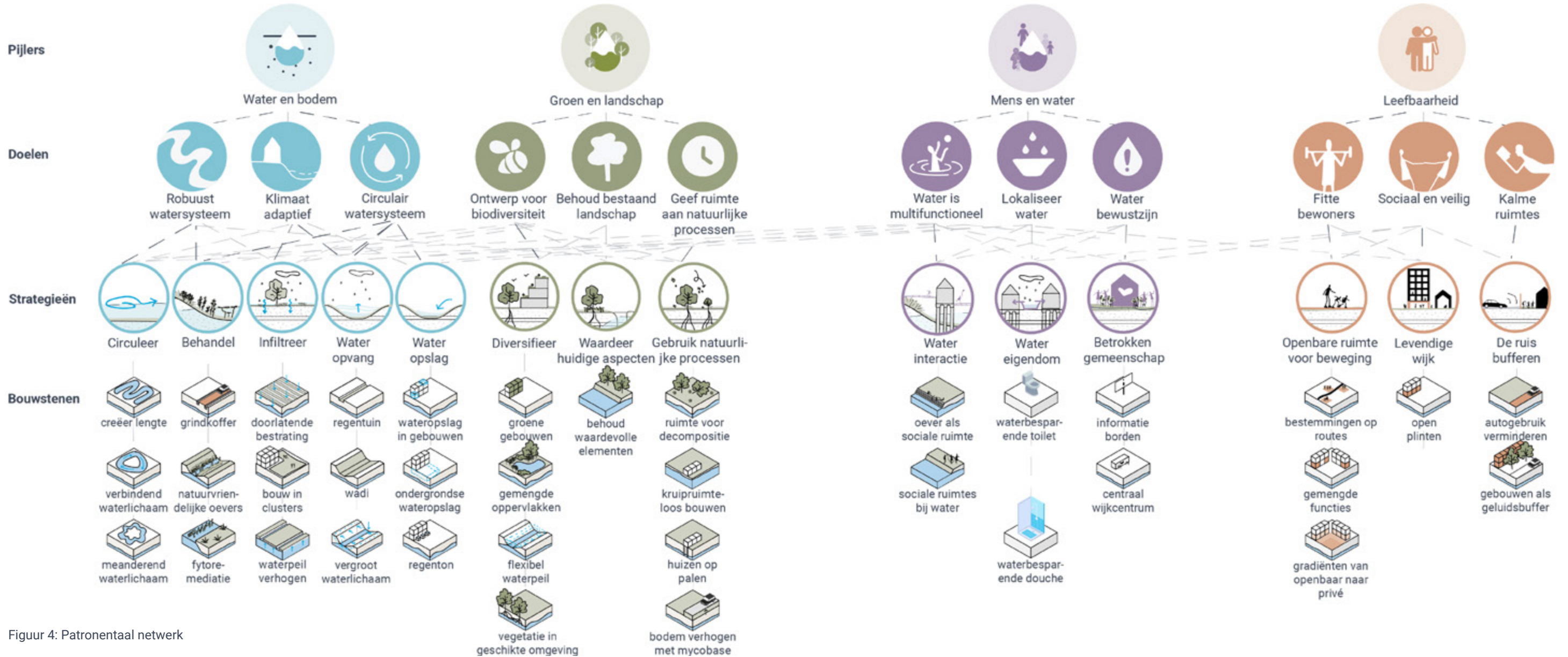
Ontwerpen met de pijlers voor een Watervriendelijke wijk met als doel synergieën te vinden kan een complexe onderneming zijn. Om met de complexiteit om te gaan, zijn de pijlers vertaald in een patronen taal voor een holistische benadering. In de volgende patronen taal zijn de vier pijlers uitgewerkt en vereenvoudigd in een multiscale structuur. De pijlers zijn gedefinieerd in 'doelen' voor een grotere schaal. Daarna zijn 'strategieën' gemaakt die laten zien hoe de doelen bereikt kunnen worden, en vormen de verschillende 'bouwstenen' op kleinere schaal de lokale interventies.



Figuur 3: Conceptueel raamwerk

2. Hoe ontwerp je een Watervriendelijke woonwijk?

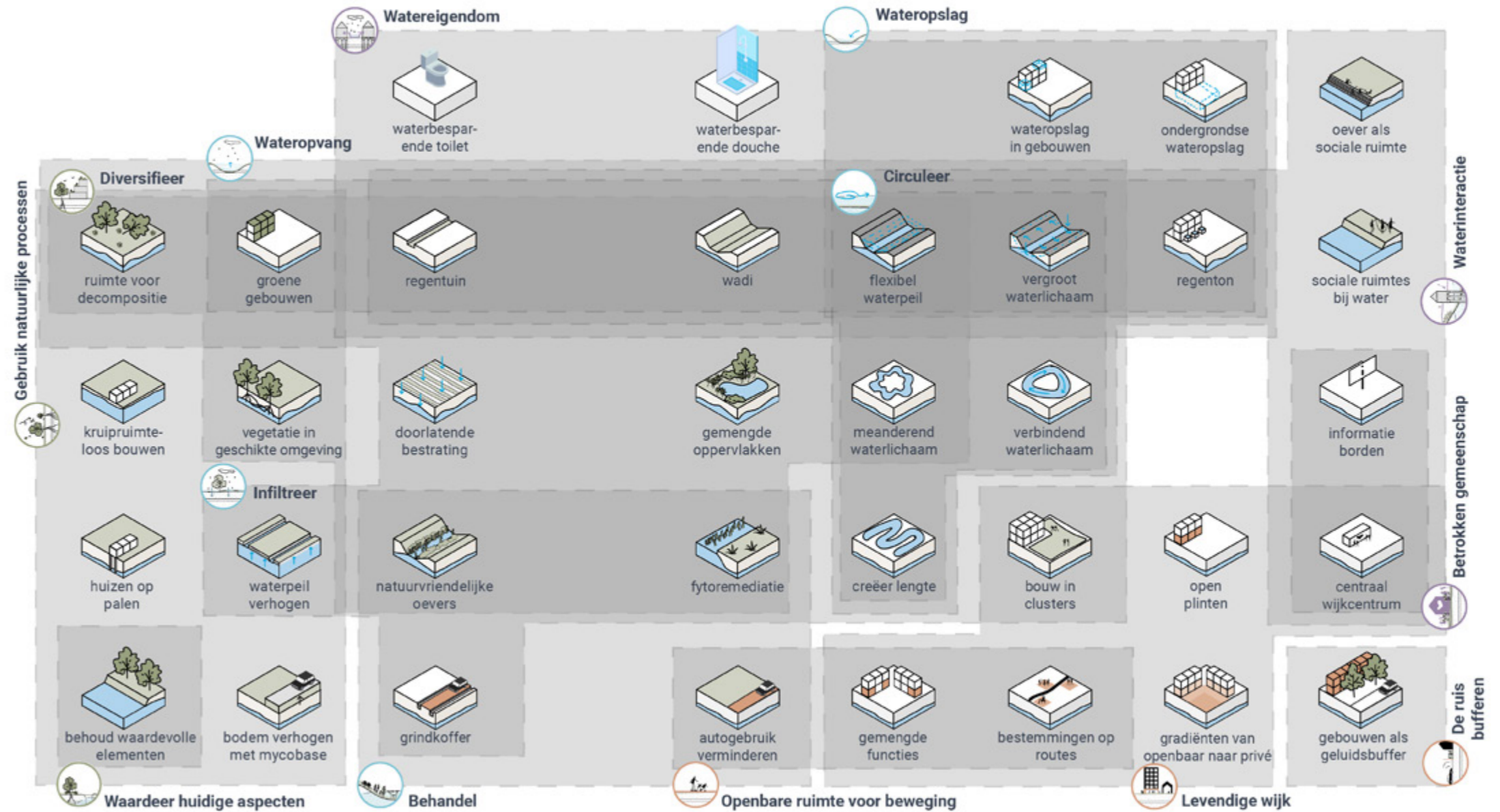
2.2. Patronentaal netwerk



Figuur 4: Patronentaal netwerk

2. Hoe ontwerp je een Watervriendelijke woonwijk?

2.3. Bouwstenen



Figuur 5: Bouwstenen

2. Hoe ontwerp je een Watervriendelijke woonwijk?

2.4. Patronentaal



Hierbij een toelichting voor de doelen, strategieën en bouwstenen van de pijlers voor een Watervriendelijke woonwijk.

Water en Bodem doelen

Robuust watersysteem

Een robuust watersysteem wordt gedefinieerd door het creëren van ideale omstandigheden waarin water zijn natuurlijke gedrag kan vertonen. Omdat water zich altijd heeft moeten aanpassen aan de gebouwde omgeving, is de water ecologie afgenomen. Om van dit perspectief af te stappen, zal de verstedelijking zich in plaats daarvan aanpassen aan het water. Het creëren van verbonden, meanderende en zachte waterwegen om het watersysteem te verbeteren.






Klimaatadaptief

Om op lange termijn leefbare omgevingen te kunnen creëren die minder kwetsbaar zijn voor weersextremen als gevolg van klimaatverandering, moet de gebouwde omgeving voorbereid zijn op extreme regenval en droogte. In de huidige situatie wordt water zo snel mogelijk uit de stad verplaatst, maar omdat dit niet duurzaam is voor toekomstige scenario's gaan we over op een andere aanpak. De spons benadering wordt geïntroduceerd, waarbij de waterstroom wordt vertraagd en zo lang mogelijk binnen de stad wordt opgeslagen.

Circulair watersysteem

Het is belangrijk om onze drinkbehoefte veilig te stellen tijdens perioden van droogte. Water moet zoveel mogelijk worden verminderd, hergebruikt en gerecycled. Op dit moment maakt schoon water deel uit van een lineaire keten waarin het maar één keer wordt gebruikt en wordt ingezet voor niet-drink activiteiten. Dit vormt een verspilling voor een van onze meest waardevolle hulpbronnen. Het proces kan worden geoptimaliseerd door te streven naar een circulair watersysteem waarin de gebouwde omgeving kan worden ontworpen om dit proces te bevorderen.

Strategieën

-  1. Circuleer
-  2. Behandel
-  3. Infiltratie
-  4. Wateropvang
-  5. Wateropslag

Groen en landschap doelen

Ontwerp voor biodiversiteit

Om een gezond ecologisch systeem te kunnen creëren, is biodiversiteit een eerste vereiste. Ecosystemen zijn veerkrachtiger als ze divers zijn. Verschillende soorten dragen op hun eigen manier bij aan het algehele evenwicht en functioneren van het ecosysteem. Dit betekent dus dat je landschappen moet ontwerpen met verschillende karaktertrekken in natheid, droogte, open of begroeid en koude of warme ruimten.


Behoud bestaand landschap

Bestaande landschappen hebben hun eigen ecosysteem opgebouwd. Door de waarde ervan te erkennen en ermee samen te werken, kan verstoring tot een minimum worden beperkt en kan de biodiversiteit worden behouden.

Geef ruimte aan natuurlijke processen

Natuur speelt zich af in de tijd en in seizoenen. Door ruimte te geven voor soorten om te groeien kunnen relaties met anderen aangegaan worden en afgebroken worden. Elke fase draagt bij aan de ontwikkeling van het ecologische systeem en dit proces is essentieel voor het herstel van een gezond ecosysteem. Daarom moeten de fysieke omstandigheden zo worden gepland dat er ruimte is voor deze cyclus.

Strategieën

-  1. Diversifieer
-  2. Waardeer bestaande elementen
-  3. Werk met natuurlijke processen

Mens en water doelen

Water is multifunctioneel

Wanneer water wordt gebruikt voor andere doeleinden dan het primaire gebruik (zoals drinken, sanitaire voorzieningen en irrigatie), zullen mensen meer betekenis en waardering voor water vinden in hun dagelijks leven.




Lokaliseer water

Wanneer waterbronnen gelokaliseerd zijn, hebben gemeenschappen een sterker gevoel van eigendom en verantwoordelijkheid over hun waterbeheer. Dit stelt mensen en gemeenschappen in staat om actief deel te nemen aan initiatieven voor waterbeheer.

Water bewustzijn

Inzicht krijgen in de bestaande en toekomstige problemen met water is de eerste stap naar verandering. Door bewustzijn te verspreiden, kunnen bewoners het belang inzien van waterbeheer en het implementeren van duurzame waterpraktijken.

Strategieën

-  1. Waterinteractie
-  2. Watereigendom
-  3. Betrokken gemeenschap

Leefbaarheid doelen

Fitte bewoners

Lichamelijke beweging speelt een rol voor onze lichamelijke en geestelijke gezondheid omdat het het risico op chronische ziekten afneemt en tekenen van verdriet, angst en stress vermindert. Dit komt doordat bij lichaamsbeweging endorfine en neurotransmitters vrijkomen die het geluksgevoel verhogen en de algehele levenskwaliteit verbeteren.




Sociaal en veilig

Een omgeving waarin je je veilig voelt is de basis voor geluk en welzijn. Hierdoor hebben mensen minder stress en angst en kunnen ze hun energie richten op positieve ervaringen. Zoals het onderhouden van relaties. Sociale netwerken spelen hierbij een cruciale rol, aangezien ze mensen het gevoel geven dat ze erbij horen wat bijdraagt aan geluk.

Kalme ruimtes

Wanneer we tijd doorbrengen in rustige ruimtes, kunnen stressniveaus en angst verminderen en kan ontspanning worden gestimuleerd, wat ons welzijn verbetert.

Strategieën

-  1. Openbare ruimte voor beweging
-  2. Levendige wijk
-  3. De ruis bufferen

2. Hoe ontwerp je een Watervriendelijke woonwijk?

2.5. Ontwerp methodologie

De maximalisatie methode (Figuur 6) kan gebruikt worden wanneer u op zoek bent naar synergieën tussen verschillende pijlers. De maximalisatie methode bestaat uit drie fases: maximalisatie, optimalisatie en integratie. In de eerste fase wordt het meest wenselijke resultaat uitgevoerd voor de pijlers. Vervolgens worden in de optimalisatie fase de verschillende maximalisatie lagen over elkaar heen gelegd, om keuzes te maken. Een beoordelingskader zal worden geïntroduceerd om te helpen bij het maken van beslissingen. Met als resultaat een integraal ontwerp.

Met behulp van de maximalisatie methode is binnen het raamwerk van een Watervriendelijke woonwijk gekeken naar de ambities van de verschillende pijlers van water en bodem, groen en landschap, mens en water en leefbaarheid. Om vervolgens synergieën te vinden waarbij water en bodem op het gebied van waterkwantiteit en waterkwaliteit de leidende factor is.

Probleemstelling



Maximalisatie methode

Fase 1:
Maximaliseer pijlers



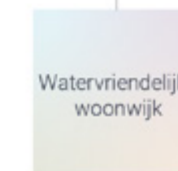
Fase 2:
Optimaliseer



Evalueer



Fase 3:
Integreer



Figuur 6: Ontwerp methodologie

2. Hoe ontwerp je een Watervriendelijke woonwijk?

2.6. Overkoepelende aanbevelingen

Er is binnen dit project onderzoek gedaan naar de ruimtelijke uitwerking van een Watervriendelijke woonwijk. Hierbij zijn de scenario's van een open watersysteem versus een tijdelijk watersysteem verkend. De conclusies die bruikbaar zijn voor andere locaties, in het laaggelegen Nederland, zijn hier samengevat. Deze lessen kunnen door de verschillende schalen van wijk, stad naar regio, gebruikt worden en zijn onderverdeeld in overkoepelende aanbevelingen met specifiek advies over het gebruik van een open watersysteem versus een tijdelijk watersysteem.

1. Integrale aanpak

Alle problemen met betrekking tot de leefomgeving zijn gekoppeld aan die van water en bodem. Water en bodem vormen de dragende lagen en zijn essentieel om onze ecosystemen te beschermen en de effecten van klimaatverandering te beperken. Het is daarom belangrijk om elk probleem aan te pakken met het water- en bodemsysteem als leidende factor. Daarbij is het belangrijk om de onderlinge relaties tussen water, ecologie en mens te erkennen en te zoeken naar een gedeelde synergie om een evenwichtige watercyclus te creëren voor veerkrachtige wijken.



Figuur 7: Integrale aanpak

2. Water als metabolisme

Water metabolisme verwijst naar de processen van water, hoe het zich beweegt tussen zee, atmosfeer en land. Door te begrijpen hoe water door stedelijke omgevingen stroomt en transformeert, kan een evenwichtig duurzaam metabolisme in termen van waterkwaliteit en -kwantiteit worden ontworpen en kunnen veranderingen worden aangepakt.



Figuur 8: Water als metabolisme

3. Ontwerp met temporaliteit

Met de verwachte extreme weersomstandigheden, van nattigheid tot droogte, is het belangrijk om omstandigheden te creëren waarin de tijdelijkheid van seizoenen en tijd zich kan voordoen. Terwijl het tegelijkertijd kwaliteit toevoegt in plaats van overlast en waarin bewoners merkbaar de omstandigheden van de seizoenen kunnen ervaren. Dit vraagt om een ruimtelijk ontwerp dat flexibel, multifunctioneel en zichtbaar is.



Figuur 9: Ontwerp met temporaliteit

4. Wees een teamplayer

Het is noodzakelijk om toekomstige en huidige problemen van omliggende gebieden mee te nemen in het ontwerp van de locatie. Op deze manier kan er worden samengewerkt naar een duurzame stedelijke ontwikkeling.



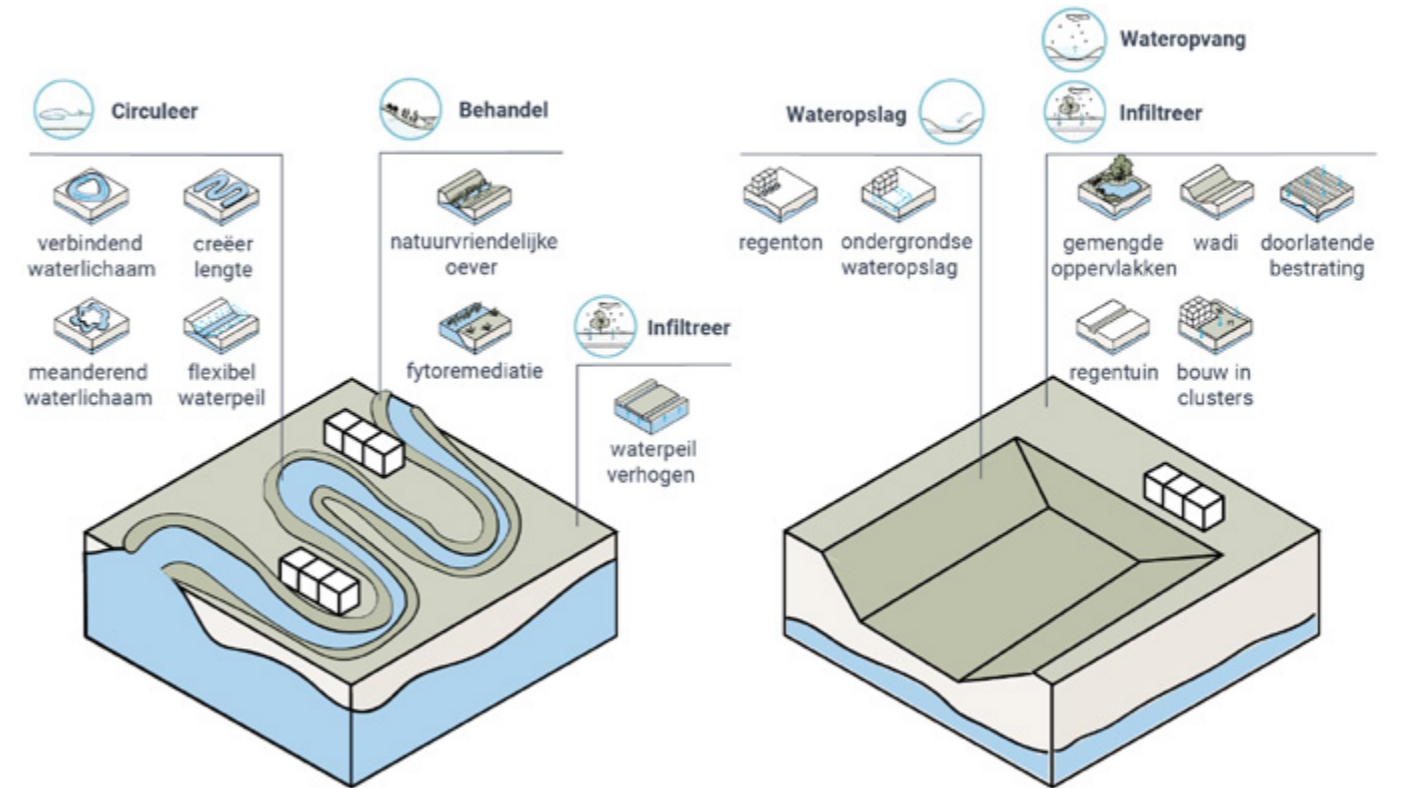
Figuur 10: Wees een teamplayer

2. Hoe ontwerp je een Watervriendelijke woonwijk?

2.7. Open watersysteem en tijdelijk watersysteem

Een **open watersysteem** (Figuur 11) is een systeem, waar gewerkt wordt met de ideale omstandigheden waarin water kan circuleren. Er wordt gewerkt met verbindende, meanderende waterlichamen met flexibele peilen. Een open watersysteem biedt de mogelijkheid om water bovengronds op te slaan en water te zuiveren. Door de lengte te maximaliseren kan er namelijk veel gebruikgemaakt worden van natuurvriendelijke oevers en helofytenfilters. Verder kan bij dit systeem eventueel het waterpeil ook verhoogd worden om bodemdaling tegen te gaan.

Een **tijdelijk watersysteem** (Figuur 11) daarentegen, is geïntegreerd in de bebouwde omgeving, waarin ruimte is gegeven voor water om op een tijdelijke manier te circuleren door middel van opvang en infiltratie. Een systeem waar water bovengronds of ondergronds bewaard kan worden voor hergebruik.

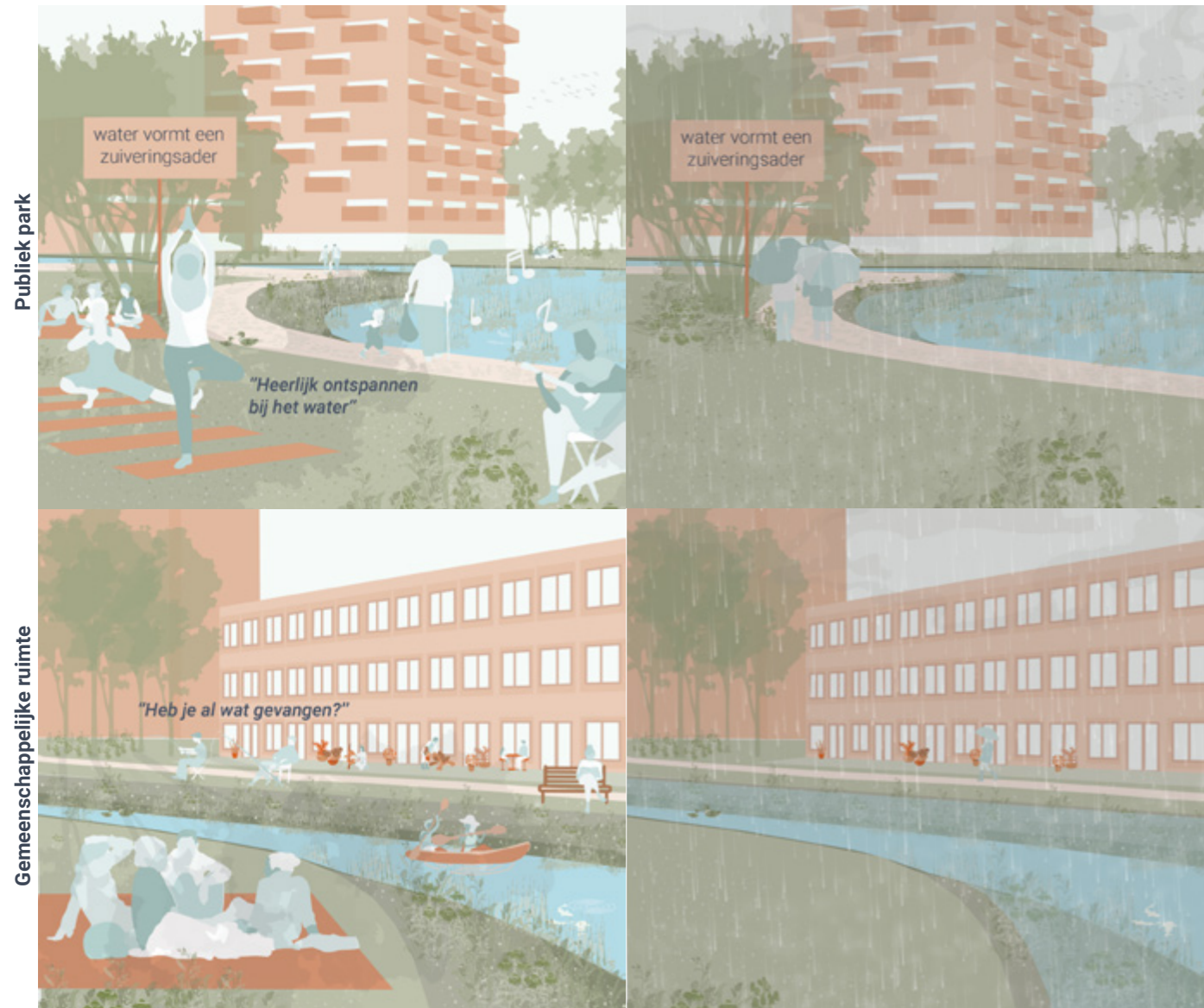


Figuur 11: Open watersysteem

Tijdelijk watersysteem

2. Hoe ontwerp je een Watervriendelijke woonwijk?

2.8. Open watersysteem en tijdelijk watersysteem sfeerbeelden



Figuur 12: Open watersysteem sfeerbeelden



Figuur 13: Tijdelijk watersysteem sfeerbeelden

2. Hoe ontwerp je een Watervriendelijke woonwijk?

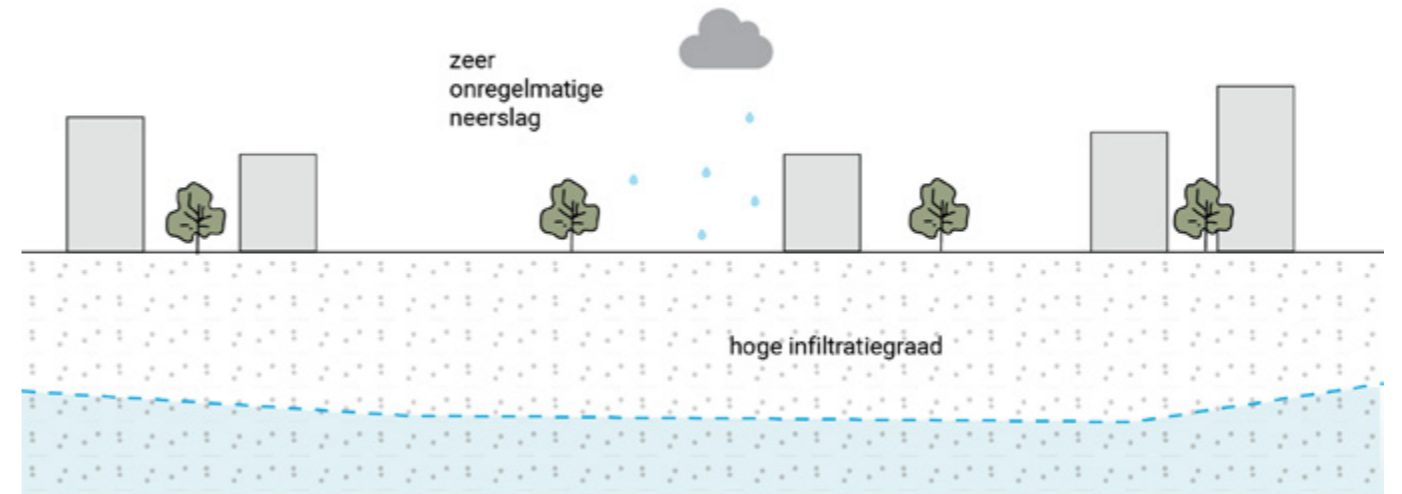
2.9. Open watersysteem versus tijdelijk watersysteem

Keuze afweging:

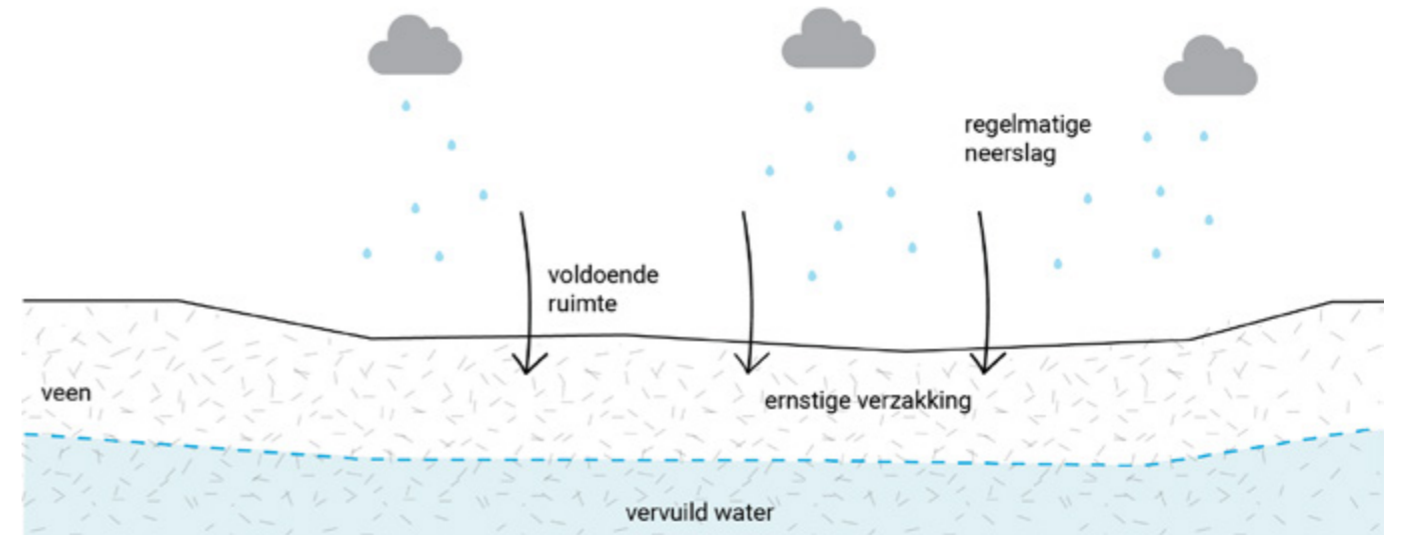
Aangezien een tijdelijk watersysteem het meest bestand is tegen de stress van hitte, droogte en wateroverlast vormt het tijdelijke watersysteem het uitgangspunt voor het creëren van een duurzame Watervriendelijke woonwijk. Desalniettemin, biedt een open watersysteem ook heel veel voordelen op het gebied van water, ecologie en mens. Daarom is het belangrijk bij het maken van een keuze tussen de twee karakters om specifieke behoeftes en omstandigheden van de locatie mee te nemen. Factoren die onderverdeeld kunnen worden in bodemcondities, klimaatomstandigheden en ruimtelijke mogelijkheden.

Zo is een **open watersysteem** ideaal bij de volgende ruimtelijke omstandigheden: problematische bodemdaling, vervuild water, regelmatige neerslag en er sprake is van voldoende ruimte. Bovendien voegt een open watersysteem toe aan een hoge soortendiversiteit en recreatieve doeleinden. De ruimtelijke voorwaarden worden weergegeven in Figuur 12.

Terwijl de vereisten voor een **tijdelijk watersysteem** (Figuur 13) een hele onregelmatige neerslag is en een hoog infiltratiegraad. Zo is een tijdelijk watersysteem handig wanneer er beperkte ruimte is in stedelijke omgevingen. Wel moet er ruimte gereserveerd worden op privaat of gemeenschappelijk terrein om water op te vangen voor hergebruik. Op deze manier kan er een groen multifunctioneel waternetwerk gecreëerd worden dat zowel de seizoensgebondenheid van water een plek kan geven, groen kan accommoderen en sociale behoeftes.



Figuur 13: Ruimtelijke voorwaarden voor een tijdelijk watersysteem



Figuur 12: Ruimtelijke voorwaarden voor een open watersysteem

2. Hoe ontwerp je een Watervriendelijke woonwijk?

2.10. Voor en nadelen van een open watersysteem

Open water systeem

Voordelen (Figuur 14):

1. Bodemdaling voorkomen

Als er permanente waterlichamen worden gebruikt, is het gemakkelijker om het grondwaterpeil te reguleren en zo bodemdaling te voorkomen.

2. Ruimte voor waterzuivering

Open water biedt ruimte voor omstandigheden waarin water gezuiverd kan worden. Met behulp van meanderende structuren, natuurvriendelijke oevers en helofytenfilters kan open water bijdragen aan een gezonde waterkwaliteit.

3. Klimaatregulatie

Door een flexibel waterniveau te gebruiken, kan water worden opgevangen en hergebruikt als grijs water. Bovendien kan open water, afhankelijk van het ontwerp, verkoeling brengen tijdens hitte seizoenen.

4. Hoge soortenrijkdom

Permanente watersystemen creëren habitats voor verschillende planten- en diersoorten, wat de biodiversiteit bevordert.

5. Recreatieve doeleinden

Open water draagt bij aan de beleving van een omgeving omdat het een aantrekkelijk landschapselement is en rust uitstraalt. Het kan bijvoorbeeld gebruikt worden om te vissen of kanoën.

6. Bewustzijn

Door het gebruik van een flexibel waterpeil is de seizoensgebondenheid van het water zichtbaar. Aangezien dit waterlichaam fungeert als gemeenschappelijke wateropslag, hebben de bewoners bovendien de verantwoordelijkheid om hun eigen waterkwaliteit te bewaken.

Nadelen (Figuur 15):

1. Kwetsbaar voor droogte

In de toekomst worden hogere temperaturen met langere perioden van droogte verwacht. Tijdens deze periodes neemt de verdamping sterk toe. Open waterlichamen kunnen hierdoor water verliezen, wat ze extra kwetsbaar maakt.

2. Onderhoud

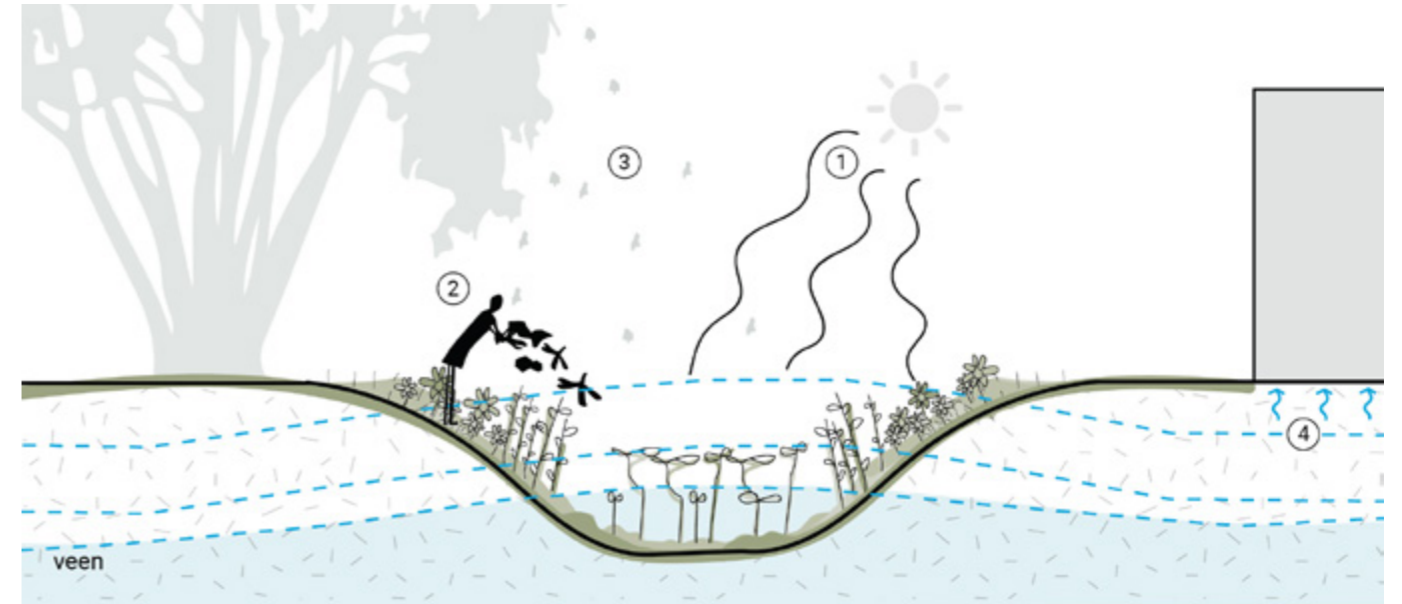
Open watersystemen zijn gevoelig voor algengroei als ze niet goed ontworpen zijn, of mogelijke vervuiling door externe factoren. Dit kan extern onderhoud vereisen.

3. Gevoelig voor natuurlijke processen

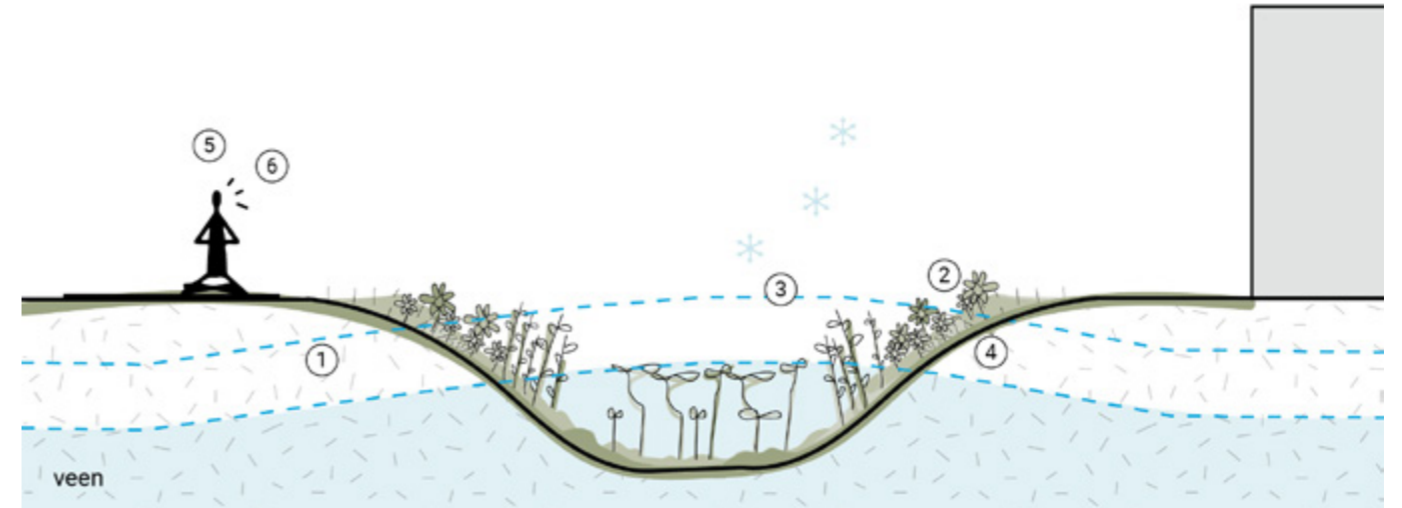
De afbraak van vegetatie kan niet plaatsvinden in open watersystemen, omdat verterende bladeren zuurstof aan het water onttrekken. Hierdoor is er minder ruimte voor deze natuurlijke processen bij het plaatsen van groen.

4. Mogelijke schade aan huizen

Wanneer er meer ruimte voor water ontstaat en er ruimte is voor hogere waterstanden, kunnen bestaande woningen en huidige bouwmethoden extra kwetsbaar worden voor waterschade. Dit betekent dat er behoefte is aan innovatieve waterdichte of waterbestendige woningen (drijvende en amfibische huizen) om dit mogelijk te maken.



Figuur 15: Nadelen van een open watersysteem



Figuur 14: Voordelen van een open watersysteem

2. Hoe ontwerp je een Watervriendelijke woonwijk?

2.10. Voor en nadelen van een tijdelijk watersysteem

Tijdelijk watersysteem

Voordelen (Figuur 16):

1. Aanvullen grondwater

Door ruimte te bieden aan een tijdelijk flexibel watersysteem wordt groen op grote schaal gebruikt voor infiltratie. Hierdoor kan het grondwaterpeil op peil worden gehouden.

2. Klimaatadaptief

Een tijdelijk watersysteem is bestand tegen hitte, droogte en wateroverlast. Het groene karakter brengt verkoeling, wateropvang, infiltratie en opslagmogelijkheden met zich mee.

3. Multifunctioneel waternetwerk

Een tijdelijk watersysteem kan worden geïntegreerd in de bebouwde omgeving. Dit biedt een multifunctioneel karakter waar het seizoensgebondenheid van water een plek kan krijgen, biodivers groen kan bestaan en sociale behoeften kunnen worden bediend.

4. Ruimte besparen

Tijdelijke watersystemen nemen minder ruimte in beslag.

5. Bewustzijn

Bewoners kunnen de kwetsbaarheid en de kracht van de seizoensgebondenheid van water in de ruimte ervaren. Bovendien kunnen bewoners actief participeren in hun watereigendom voor een circulaire watercyclus. Aangezien wateropslag plaats vindt op gemeenschappelijke of particuliere grond.

6. De waterkwaliteit behouden

Door geen open water te hebben, kunnen de bestaande waterkwaliteiten behouden blijven, aangezien verschillende waterkwaliteiten niet gemengd worden.

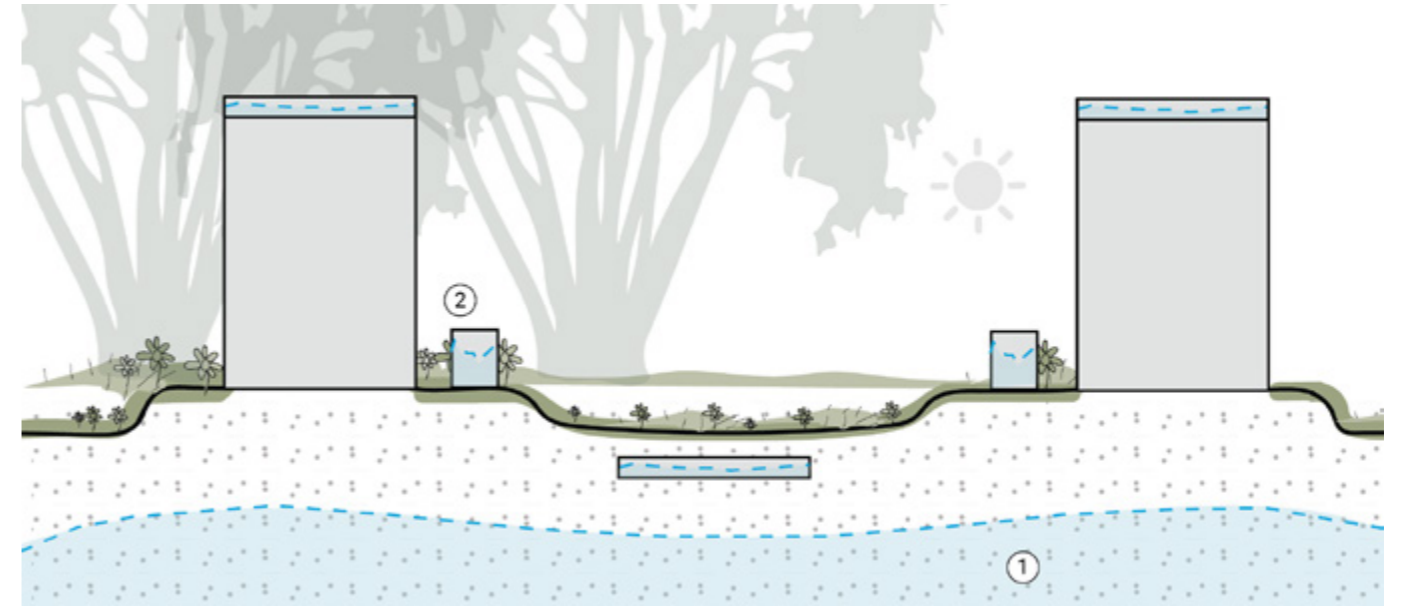
Nadelen (Figuur 17):

1. Minder effectieve regulering van grondwaterniveaus

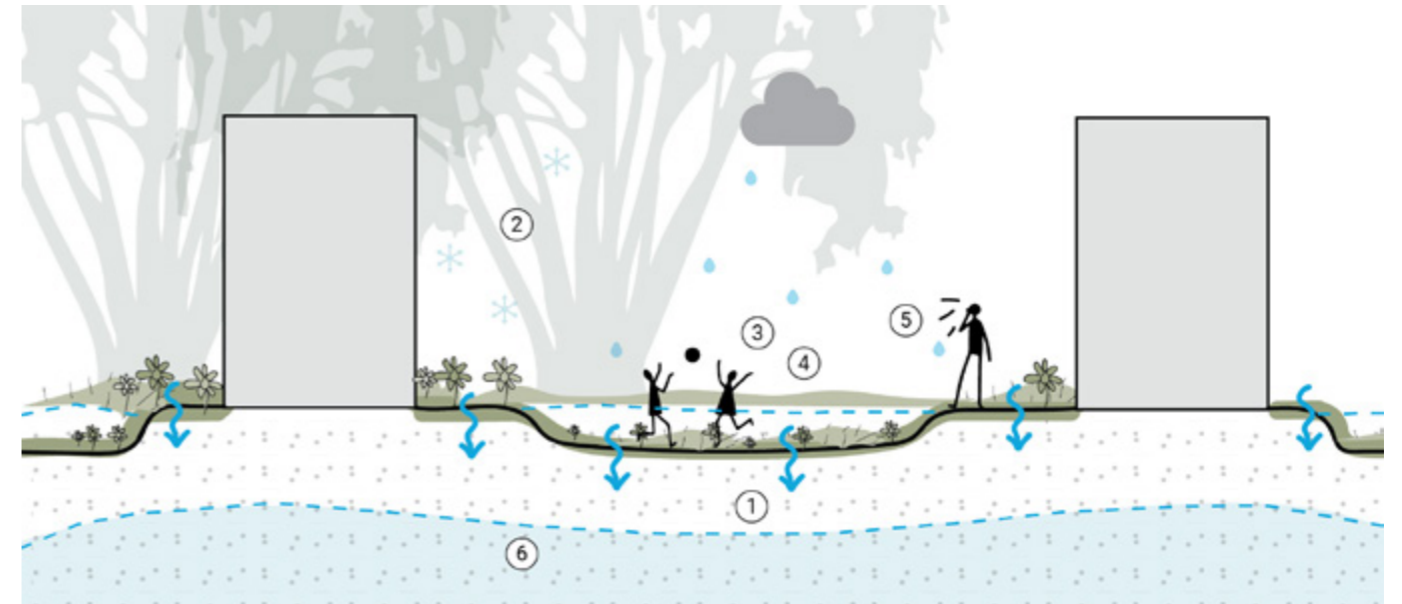
Tijdens perioden van droogte kunnen grondwaterniveaus niet zo effectief worden gereguleerd.

2. Wateropslag op privaat of gemeenschappelijk terrein

Om water te besparen moet er wateropslag zijn op privaat of gemeenschappelijk terrein voor grijs water.



Figuur 17: Nadelen van een tijdelijk watersysteem



Figuur 16: Voordelen van een tijdelijk watersysteem



Hoofdstuk 3.

Bouwstenen catalogus

De bouwstenen van het patronentaal voor een Watervriendelijk woonwijk worden in dit hoofdstuk individueel grondig toegelicht.

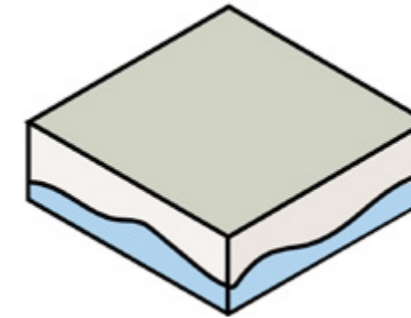
*“God schiep de aarde,
behalve Nederland. Dat liet hij
aan de Hollanders over.”*

- René Descartes

3. Bouwstenen catalogus

Het patronentaal netwerk is een hulpmiddel dat kan helpen bij het begrijpen en communiceren van complexiteit in ontwerp. In dit netwerk bestaat elke pijler uit doelen waarin strategieën zijn gemaakt die bestaan uit bouwstenen. De bouwstenen vormen concrete interventies voor een evenwichtige watercyclus. Scenario's kunnen worden opgebouwd met behulp van verschillende bouwstenen. Belangrijk om op te merken is dat het probleemoplossend vermogen van de bouwstenen alleen kan worden getest in een geleefde context en dus heel scenario afhankelijk is.

B00 Bouwsteen



Hypothese

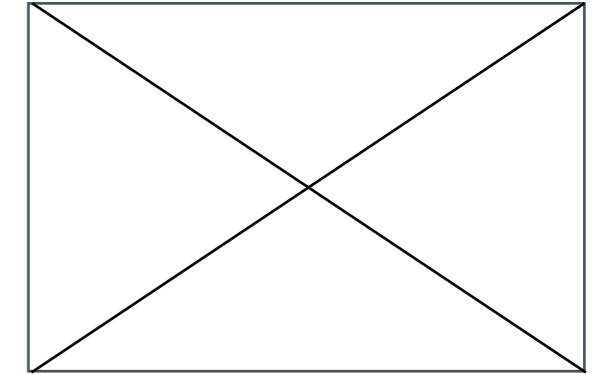
Een voorgesteld idee

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Theoretische onderbouwing van literatuur, referenties of observaties. Daarnaast een uitleg over hoe een bouwsteen in de praktijk kan worden gebracht, met de voorwaardes om het optimaal te laten zijn.

Behoort tot strategie

Referentie beschrijving (bron, jaar)



Mogelijke combinaties

B01 Creëer lengte



Hypothese

Meer lengte draagt bij aan de circulatie van het water terwijl er meer ruimte ontstaat voor infiltratie.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Langere watergangen bieden meer randen voor zuiveringsprocessen zoals natuurvriendelijke oevers. Hierbij wordt de reistijd van het water verlengd en is er meer tijd om het water te zuiveren (Van Rijnland, 2021). Daarnaast wordt het contactoppervlak vergroot en neemt het zuurstofgehalte toe (Kennisportaal Klimaatadaptatie, n.d.). Tot slot ontstaat er meer ruimte voor infiltratie.

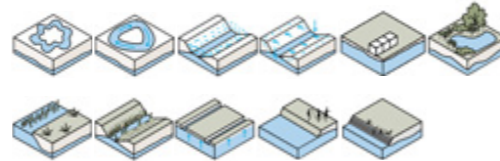
Behoort tot strategie



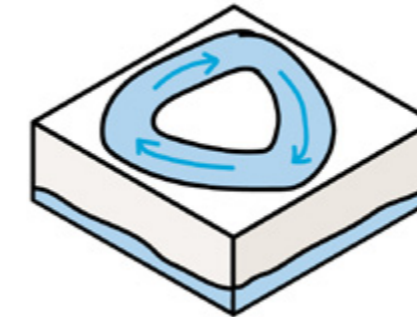
Referentie
Waternetwerk (WUR, n.d.)



Mogelijke combinaties



B02 Verbindend waterlichaam



Hypothese

Door watergangen met elkaar te verbinden zijn ze minder kwetsbaar voor een degradatie van de waterkwaliteit. Daarnaast ontstaat er meer ruimte voor infiltratie.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Door water open of met een duiker te verbinden is er een betere doorstroming. Aangezien stil water kan leiden tot kroos, flab of (blauw)alg groei (Kennisportaal Klimaatadaptatie, n.d.). Tot slot vormen verbindende watergangen ook ruimtes voor infiltratie.

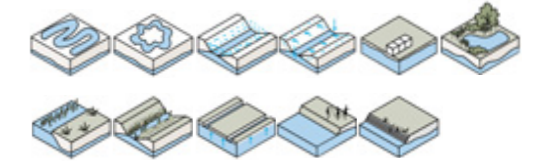
Behoort tot strategie



Referentie
Waternetwerk (WUR, n.d.)



Mogelijke combinaties



B03 Meanderend waterlichaam



Hypothese

Water meandert van nature en creëert hierdoor meer ruimte voor infiltratie en een betere waterkwaliteit en biodiversiteit.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Meanderend water creëert verschillende microhabitats. Doordat water op verschillende snelheden en dieptes stroomt, is er dus meer ruimte voor verschillende dieren en planten (Clothier & Zeedyk, 2009). De kronkels verbeteren daarnaast de circulatie, doordat het water meer in contact komt met zuurstof en hiermee dus de waterkwaliteit verbetert (Boeren, 2022). Tot slot vormen meanderende watergangen ook ruimte voor infiltratie.

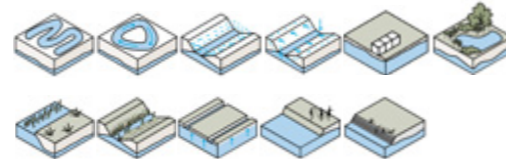
Behoort tot strategie



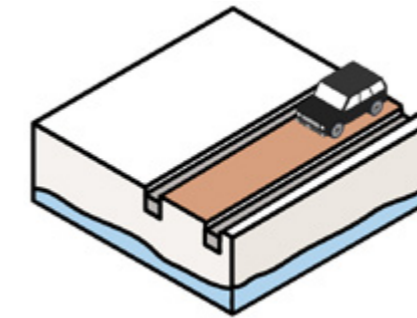
Referentie
Meanderend water in de Vecht (DODelta, 2022)



Mogelijke combinaties



B04 Grindkoffer



Hypothese

Een grindkoffer draagt bij aan het beperken van wateroverlast en beschermt tegelijkertijd de grondwaterkwaliteit.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Een kuil met een worteldoek, gevuld met grind, wordt een grindkoffer genoemd. Regenwater kan langzaam in de bodem worden opgenomen, zonder dat de bodem dichtsluip. Met behulp van het worteldoek kan worden voorkomen dat zand en gronddeeltjes tussen het grind komen. Bovendien kan een grindkoffer naast wegen worden aangelegd als verzamelpunt voor vervuilende stoffen van voertuigen. Hierdoor wordt voorkomen dat de vervuilende stoffen in de bodem terechtkomen (Joostdevree, n.d.-a).

Behoort tot strategie



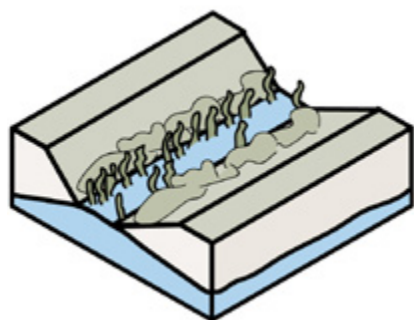
Referentie
Grind strook (Huisje Boompje Beter, n.d.)



Mogelijke combinaties



B05 Natuurvriendelijke oevers



Hypothese

Een natuurvriendelijke oever draagt bij aan de biodiversiteit en de waterkwaliteit.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Een natuurvriendelijke oever wordt gekenmerkt door de geleidelijke overgang van water naar land. Het biedt ruimte voor leefmogelijkheden voor diverse planten en vissen. Daarnaast hebben veel waterplanten een zuiverende werking (HDSR, n.d.). Verder kan de geleidelijke overgang gerealiseerd worden door landinwaarts af te graven. Hierbij is een helling van de talud maximaal 1 op 3 gewenst (Van Rijnland, 2021).

Behoort tot strategie

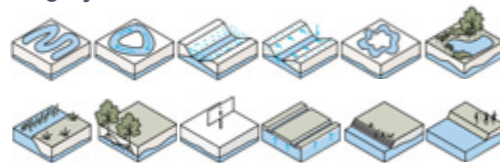


Referentie

Natuurvriendelijke oever (Biodivers, 2021)



Mogelijke combinaties



B06 Fytoremediatie



Hypothese

Planten kunnen verontreinigingen uit oppervlaktes van water of bodem halen.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Fytoremediatie omvat technieken waarbij gebruik wordt gemaakt van planten die verontreinigingen uit bodem of (grond) water kunnen verwijderen (Emis, n.d.). Zo zijn er waterplanten die toe behoren aan de verzamelnaam helofyten die kunnen bijdragen aan de zuivering van de waterkwaliteit. Terwijl er grassen en klaver soorten zijn die ideaal zijn om op bodem niveau te reinigen.

Behoort tot strategie

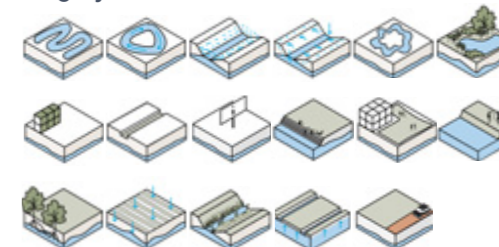


Referentie

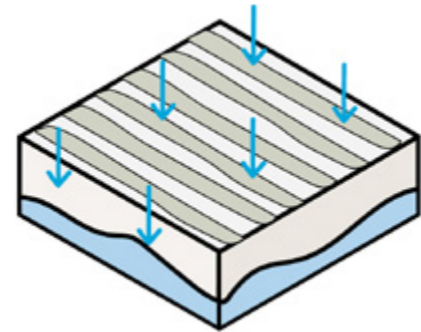
Zuiverende riet planten (Lemmers, 2019)



Mogelijke combinaties



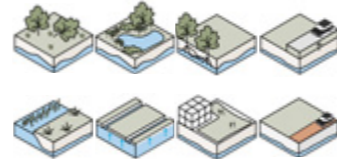
B07 Doorlatende bestrating



Referentie
Waterdoorlatende bestrating (Gardenlux, n.d.)



Mogelijke combinaties



Hypothese

Waterdoorlatende bestrating creëert betere afvoer van regenwater.

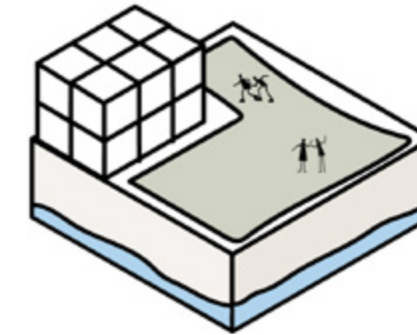
Theoretisch kader en praktische uitvoering

Door ruimte te geven aan groen tussen de tegels door, ontstaat er een betere afvoer van regenwater.

Behoort tot strategie



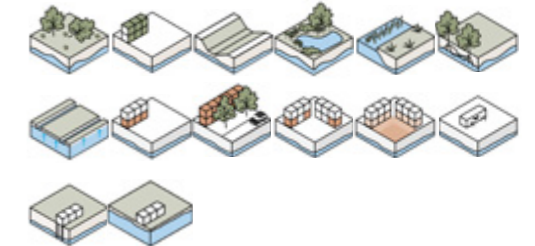
B08 Bouw in clusters



Referentie
Compacte groene straat (blixembosch buiten, n.d.)



Mogelijke combinaties



Hypothese

Wanneer er compact gebouwd wordt, is er meer ruimte voor infiltratie, beweging en interactie tussen bewoners.

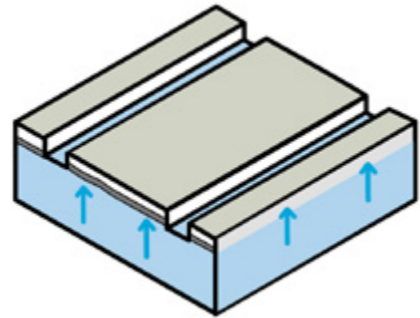
Theoretisch kader en praktische uitvoering

Door compact te bouwen ontstaat er meer oppervlak voor groen waar water kan infiltreren. Tegelijkertijd ontstaat er publieke ruimte waar mensen kunnen bewegen, elkaar kunnen ontmoeten en kunnen verblijven.

Behoort tot strategie



B09 Waterpeil verhogen



Hypothese

Door het waterpeil te verhogen en het veen onder water te zetten kan bodemdaling worden tegengegaan.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Met behulp van stuwen kan het waterpeil verhoogd worden in de watergangen (Stout & Dijkman, 2021). Hierbij kan er gebruik worden gemaakt van drainagebuizen om het water in het gebied te controleren en reguleren. Daarnaast is er een pomp nodig om het water vanuit omliggende lagere waterpeilgebieden te laten circuleren

Behoort tot strategie

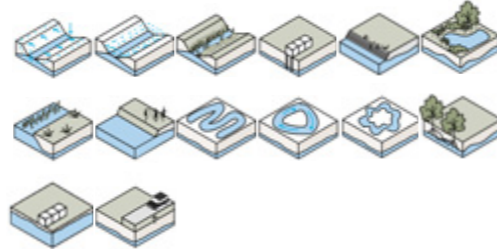


Referentie

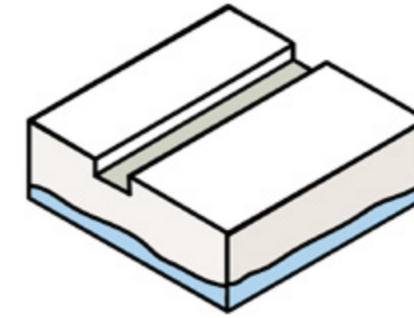
Verhoogd waterpeil, Krimpenwaard (Daamen, n.d.)



Mogelijke combinaties



B10 Regentuin



Hypothese

Regentuinen bieden opslag en infiltratie die tijdelijk gevuld kunnen worden met regenwater.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Regentuinen zijn verlaagde groengebieden met een harde omranding. Regenwater van het omliggend gebied kan naar de regentuinen stromen en kan vervolgens infiltreren of vast gehouden worden. Hierbij is de opnamecapaciteit van het regenwater afhankelijk van de bodem en de dimensionering. Verder kunnen ze verbonden worden met andere wadi's of regentuinen. Tot slot moeten planten worden gekozen die bestand zijn tegen verschillende waterniveaus, waaronder droogte (Groen blauwe netwerken, n.d.).

Behoort tot strategie

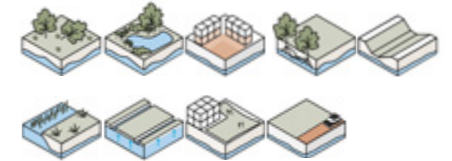


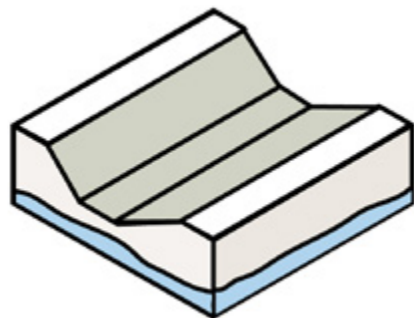
Referentie

Regentuin (gidsduurzamegebouwen, n.d.)



Mogelijke combinaties





Hypothese

Natuurlijke wadi's bieden opslag en infiltratie die tijdelijk gevuld kunnen worden met regenwater.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Wadi's zijn verlaagde groengebieden met een zachte omranding. Regenwater van het omliggend gebied kan naar de wadi's stromen en kan vervolgens infiltreren of vast worden gehouden. Hierbij is de opnamecapaciteit van het regenwater afhankelijk van de bodem en de dimensionering. Verder kunnen ze verbonden worden met andere wadi's of regentuinen. Tot slot moeten planten worden gekozen die bestand zijn tegen verschillende waterniveaus, waaronder droogte (Groen blauwe netwerken, n.d.).

Behoort tot strategie

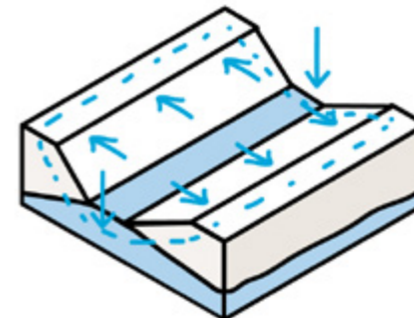
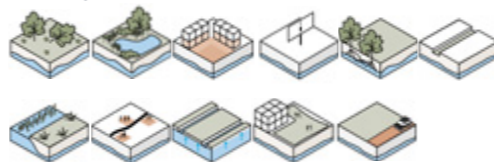


Referentie

Wadi (Groenblauwe netwerken, n.d.)



Mogelijke combinaties



Hypothese

Door waterlichamen te vergroten kan er meer water worden opgevangen en opgeslagen.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Bestaande waterlichamen kunnen meer ruimte nemen in het stedelijk gebied om water op te vangen en op te slaan. Hierbij kan de diepte, breedte of lengte van een watergang vergroot worden.

Behoort tot strategie

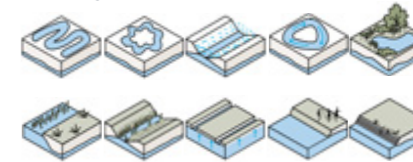


Referentie

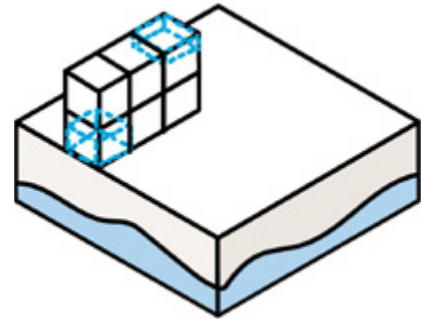
Meer ruimte voor water (Rijkswaterstaat, 2024)



Mogelijke combinaties



B13 Wateropslag in gebouwen



Referentie
Polderdak (Bouwwereld, 2024)



Hypothese

Regenwater kan in gebouwen worden opgeslagen.

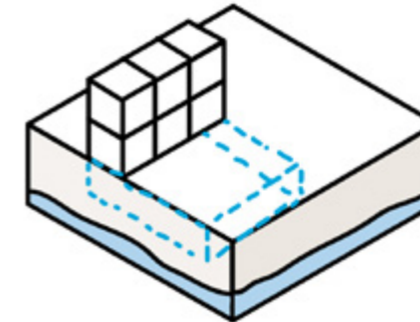
Theoretisch kader en praktische uitvoering

Waterbergingen kunnen in het gebouw gerealiseerd worden via daken of externe volumes in de vorm van tanks of kratten.

Behoort tot strategie



B14 Ondergrondse wateropslag



Referentie
Watertank (De Hovenier, 2023)



Hypothese

Regenwater kan ondergronds (tijdelijk) opgeslagen worden om eventueel herbruikt te worden.

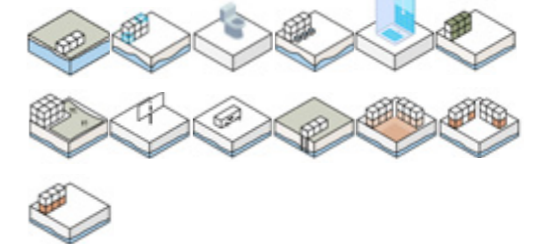
Theoretisch kader en praktische uitvoering

Waterbergingen kunnen ondergronds gerealiseerd worden met behulp van watertanks of kratten.

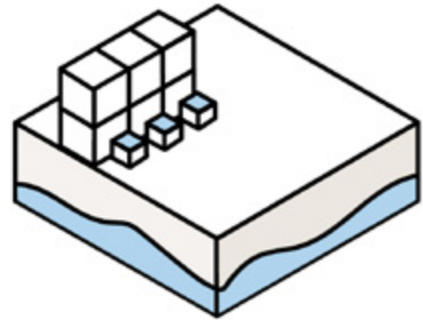
Behoort tot strategie



Mogelijke combinaties



B15 Regenton



Referentie
(Regenton (Tuin, n.d.))



Hypothese

Regenwater kan bewaard worden in een private regenton.

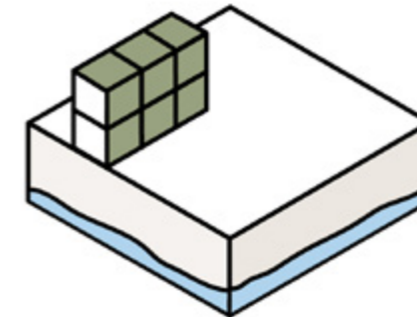
Theoretisch kader en praktische uitvoering

Een regenton met voldoende capaciteit kan genoeg water opvangen voor privégebruik, zoals tuinieren en auto's wassen.

Behoort tot strategie



B16 Groene gebouwen



Referentie
(Groen dak (Homekeur, 2024))



Hypothese

Groene daken en gevels helpen met het bergen van regenwater en dragen bij aan de lokale biodiversiteit.

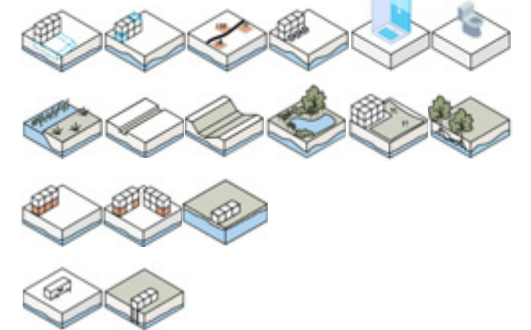
Theoretisch kader en praktische uitvoering

Bij het gebruik van groene gevels en daken is het belangrijk om na te gaan welke geschikte plantensoorten gebruikt kunnen worden die bestand zijn tegen klimatologische omstandigheden en weinig onderhoud nodig hebben.

Behoort tot strategie



Mogelijke combinaties



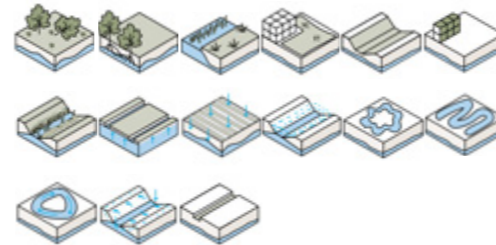
B17 Gemengde oppervlakken



Referentie
Hoge soortendiversiteit (Atlas Leefomgeving, n.d.)



Mogelijke combinaties



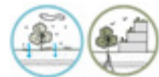
Hypothese

Door een variatie aan soortendiversiteit te creëren kan een goede biodiversiteit gerealiseerd worden.

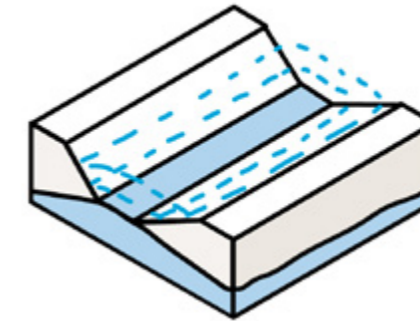
Theoretisch kader en praktische uitvoering

Soortendiversiteit kan gevonden worden in natheid, vegetatiesoort, temperatuur of bodem et cetera. Deze gradiënten werken samen om ecosystemen in stand te houden en hiermee een goede biodiversiteit te realiseren (World Wide Fund for nature, n.d.).

Behoort tot strategie



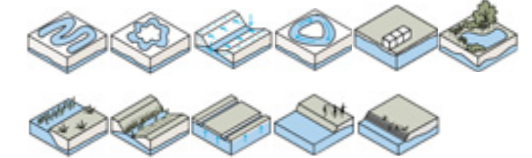
B18 Flexibel waterpeil



Referentie
Flexibel waterpeil, Utrecht (Nieuwe Oogst, 2017)



Mogelijke combinaties



Hypothese

Een flexibel waterpeil creëert meer ruimte voor wateropvang, wateropslag en verbetert de biodiversiteit en waterkwaliteit.

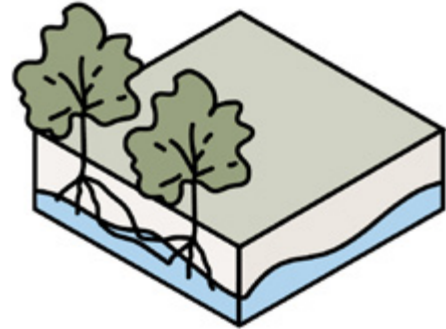
Theoretisch kader en praktische uitvoering

Een waterlichaam met een flexibel waterpeil laat het water vrij fluctueren binnen een vooraf vastgestelde boven- en ondergrens met behulp van een stuw (STOWA, n.d.). Hierdoor hoeft er binnen een gebied minder water worden binnengehaald en is er minder inlaat van voedingsstoffen van andere waterlichamen. Daarnaast creëert een flexibel waterpeil voor meer gradiënten van oppervlaktes wat de biodiversiteit bevordert.

Behoort tot strategie



B19 Vegetatie in geschikte omgeving



Hypothese

Vegetatie moet gekozen worden op basis van de omstandigheden van de omgeving, om ze te kunnen laten gedijen.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Door rekening te houden met de omstandigheden omtrent atopische factoren zoals waterpeil, bodem, klimaat en tijd kan er een gezond milieu gerealiseerd worden (Gandy, 2004).

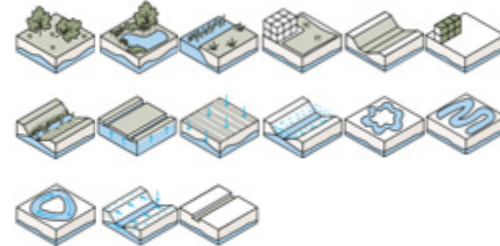
Behoort tot strategie



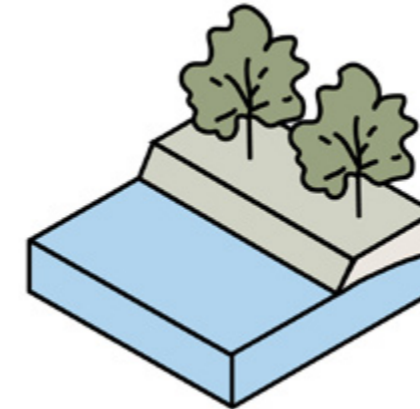
Referentie
Wilgen gedijen in flexibele toestanden
(Van Aalsburg, 2023)



Mogelijke combinaties



B20 Behoud waardevolle elementen



Hypothese

Waardevolle elementen moeten worden bewaard.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Voor een duurzame 'natuurlijke' ontwikkeling van flora en fauna is het belangrijk om gebruik te maken van de lokaal aanwezige bodemtypen, waterhuishouding, planten en reliëf (World Wide Fund for nature, n.d.).

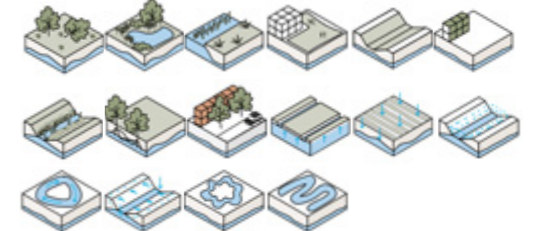
Behoort tot strategie

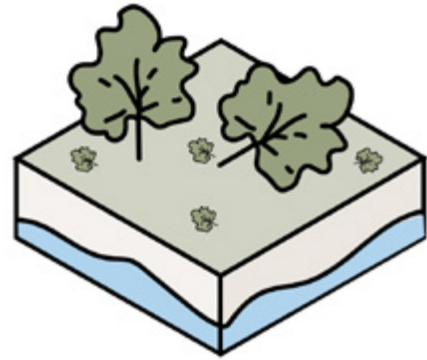


Referentie
Waardevolle bomen Fortunapark



Mogelijke combinaties

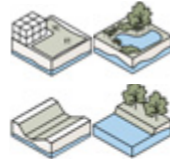




Referentie
Dode planten brengen leven (Vermeeren, 2023)



Mogelijke combinaties



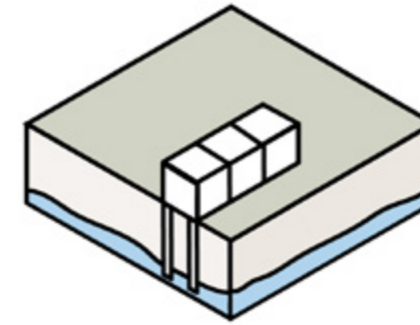
Hypothese

Door bladeren ruimte te geven om uiteen te vallen wordt de bodem gevoed met nutriënten.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Reserveer ruimtes rondom bomen, om ruimte te geven aan de decompositie van bladeren. Hiermee wordt de bodem gevoed met nutriënten (World Wide Fund for nature, n.d.).

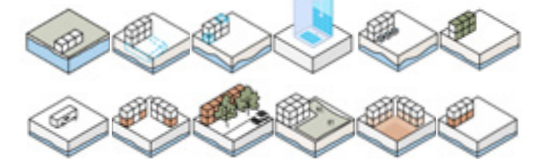
Behoort tot strategie



Referentie
Betonnen palen (Khрутmuang, n.d.)



Mogelijke combinaties



Hypothese

Gebouwen kunnen op betonnen palen gebouwd worden voor stabiliteit in verband met bodemdaling.

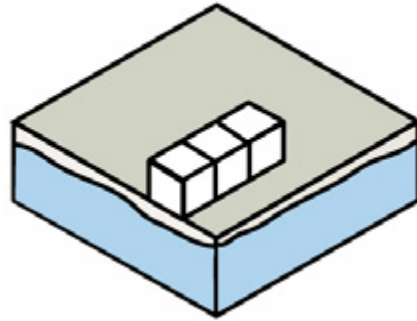
Theoretisch kader en praktische uitvoering

Fundering op betonpalen kan worden toegepast om stabiliteit te creëren in een bodem die daalt. De paal verkrijgt zijn draagvermogen doordat de paalpunt op vaste grond, zoals zand gesitueerd is (Joostdevree, n.d.-b).

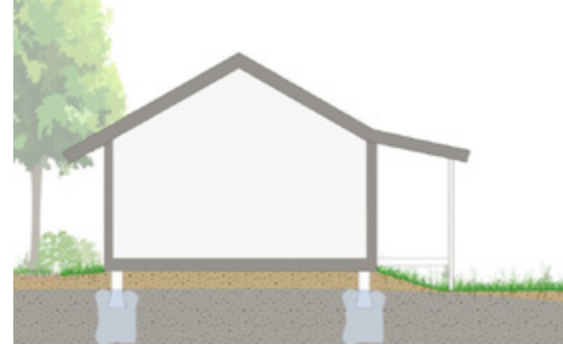
Behoort tot strategie



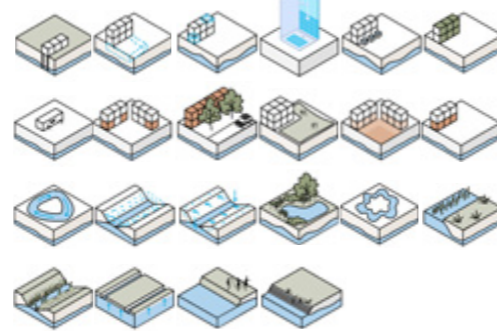
B23 Kruipruimteloos bouwen



Referentie
Kruipruimteloos bouwen
(Groenblauwe Netwerken, n.d.)



Mogelijke combinaties



Hypothese

Kruipruimteloze woningen hebben een lagere ontwateringsdiepte nodig.

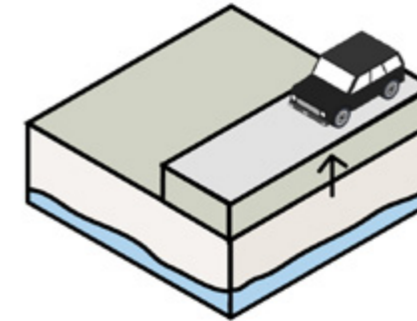
Theoretisch kader en praktische uitvoering

Het bouwen zonder kruipruimte is een manier van bouwen waarbij er geen kruipruimte onder de begane grondvloer wordt gecreëerd (Groenblauwe Netwerken, n.d.). Door gebruik te maken van kruipruimteloze woningen kunnen er lagere eisen gesteld worden aan de ontwateringsdiepte. Hiermee hoeft het grondwaterpeil minder of niet verlaagd te worden.

Behoort tot strategie



B24 Bodem verhogen met mycobase



Referentie
Mycobase (Slappe bodem, n.d.)



Mogelijke combinaties



Hypothese

Mycobase is een natuurlijk ophoogmateriaal om bodemdaling tegen te gaan.

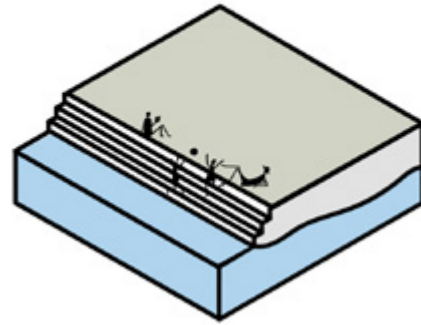
Theoretisch kader en praktische uitvoering

Mycobase is een lichtgewicht organisch ophoogmateriaal dat bestaat uit natuurlijke materialen zoals hout, riet, lisdodde et cetera. De productie vereist een lage energie gebruik, wordt lokaal verbouwd en is volledig geschikt voor hergebruik. Mycobase kan gebruikt worden om bodemdaling tegen te gaan en stabiliteit te geven aan infrastructuren (KBF, 2020).

Behoort tot strategie



B25 Oever als sociale ruimtes



Hypothese

Oevers kunnen gebruikt worden als dynamische sociale ruimtes.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Door gebruik te maken van harde oevers zoals trapgewijze steigers, kunnen sociale en recreatieve ruimtes gerealiseerd worden. Hierdoor ontstaat er meer interactie tussen mens en water en wordt het water als een esthetische kwaliteit gezien.

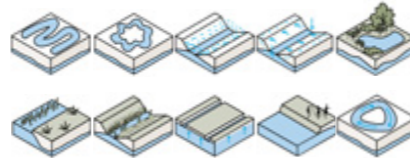
Behoort tot strategie



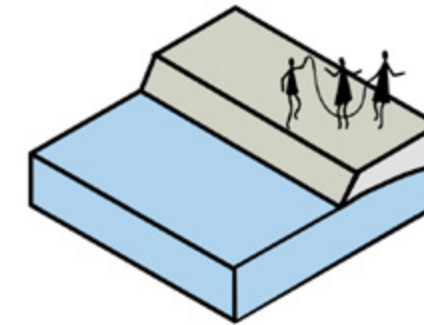
Referentie
Sociale waterkant (LABLAND, 2018)



Mogelijke combinaties



B26 Sociale ruimtes bij water



Hypothese

Ruimtes die nabij het water gesitueerd zijn, vormen esthetische kwalitatieve ruimtes waar mensen van kunnen genieten.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Door gebruik te maken van de ruimtes die nabij het water gesitueerd zijn, kunnen kwalitatieve ruimtes gecreëerd worden. Ruimtes die dienen voor sociale interactie of waarbij water als uitzicht fungeert. Hierdoor ontstaat er meer interactie tussen mens en water en wordt het water als een esthetische kwaliteit gezien.

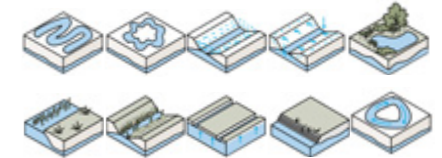
Behoort tot strategie



Referentie
Ligweide naast de Krabbeplass (Midden-Delfland, n.d.)

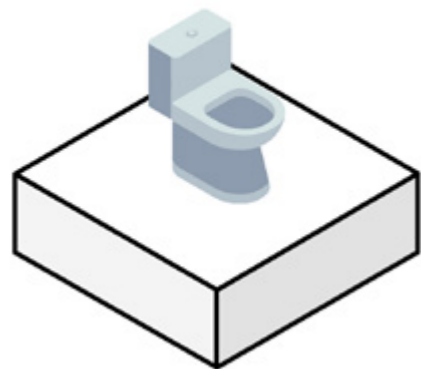


Mogelijke combinaties



B27

Waterbesparende toilet



Referentie
Vacuümtoilet (York, 2019)



Hypothese

Waterbesparende toilets kunnen helpen bij het besparen van drinkwater.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

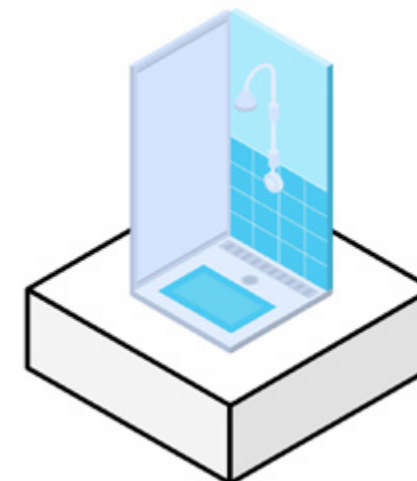
Waterbesparende toilets zoals vacuümtoilet, of gebruik maken van spoelonderbrekers of grijs water dragen bij aan het besparen van drinkwater.

Behoort tot strategie



B28

Waterbesparende douche



Referentie
Zuinige douchekop (EcoRain, n.d.)



Hypothese

Waterbesparende douches kunnen helpen bij het besparen van drinkwater.

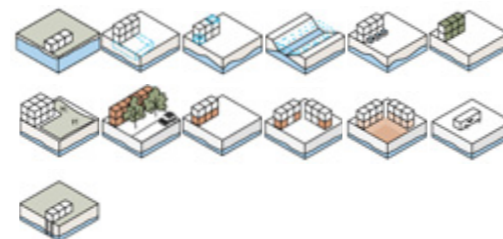
Theoretisch kader en praktische uitvoering

Waterbesparende douches maken gebruik van een zuinige douchekop, waarmee minder drinkwater wordt gebruikt. (Arcadis & Berenschot, 2022).

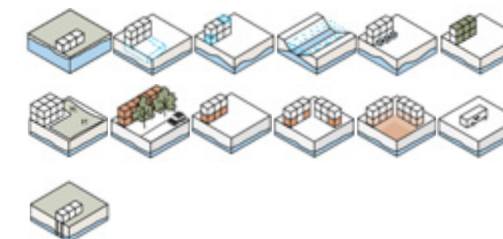
Behoort tot strategie



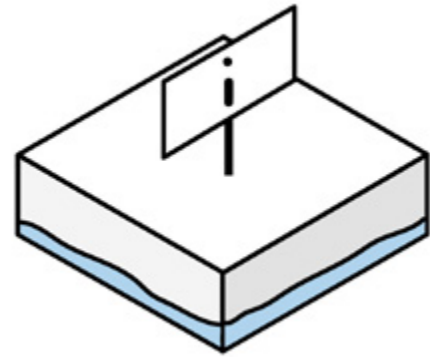
Mogelijke combinaties



Mogelijke combinaties



B29 Informatie borden



Referentie
Informatiebord over water (PressArt B.V., n.d.)



Hypothese

Informatieborden kunnen bewoners en bezoekers informeren over waterbeheerprocessen.

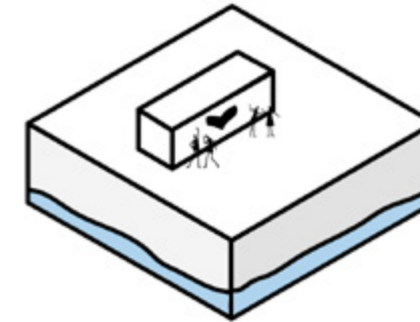
Theoretisch kader en praktische uitvoering

Informatieborden kunnen gebruikt worden om waterbeheer processen uit te leggen die plaatsvinden op locatie. Dit kan gaan over zuiveringsprocessen, wateropvang, wateropslag et cetera.

Behoort tot strategie



B30 Centraal wijkcentrum



Referentie
Wijkcentrum West (Schaper, 2024)



Hypothese

Wijkcentra vormen het hart van een wijk waar bewoners elkaar kunnen ontmoeten, verblijven en kennis met elkaar kunnen delen.

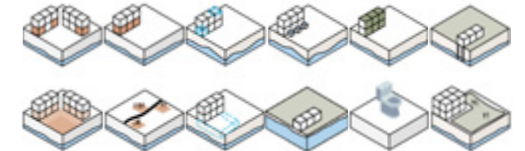
Theoretisch kader en praktische uitvoering

Om een uitnodigend en warm wijkcentrum te creëren, moet het wijkcentrum een centrale en toegankelijke locatie hebben. Zichtbaar vanuit de straat en met ruimte voor lokaal georganiseerde activiteiten binnen en rondom het gebouw (De Jong, 2023).

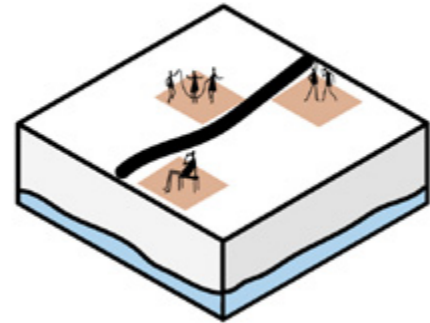
Behoort tot strategie



Mogelijke combinaties



B31 Bestemmingen op routes



Hypothese

Een goed verbonden netwerk naar toegankelijke bestemmingen, kan mensen stimuleren om te gaan bewegen.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Door een verscheidenheid aan bestemmingen binnen loopafstand aan te bieden, kan bewegen aantrekkelijker gemaakt worden (Gehl, 2011).

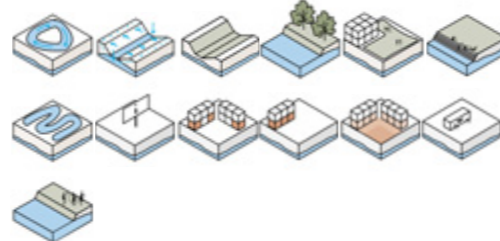
Behoort tot strategie



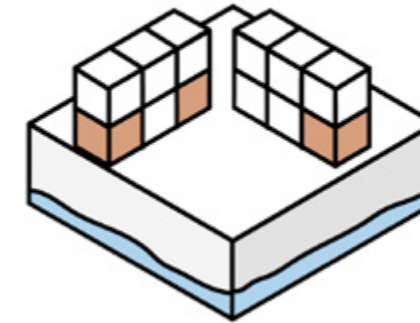
Referentie
Het Lint (Hansreijnen, 2021)



Mogelijke combinaties



B32 Gemengde functies



Hypothese

Gemengde functies die actief zijn op verschillende momenten op de dag, zorgen voor een levendige sfeer in een wijk.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Gemengde functies voegen faciliteiten toe in de wijk waar bewoners van en rondom de wijk gebruik van kunnen maken. Dit creëert plekken waar naartoe gelopen kan worden en actief gebruik van kan worden gemaakt gedurende de dag. Lokale functies zoals kinderopvangen, restaurants of kappers kunnen op deze manier bijdragen aan een levendige sfeer, sociale interacties, veilige openbare ruimte en beweging (Jones et al. 2007).

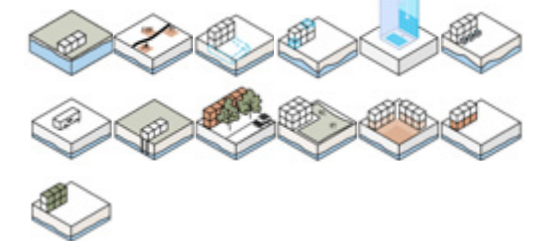
Behoort tot strategie



Referentie
Restaurant in een woningstraat (Van der Boom, n.d.)



Mogelijke combinaties





Hypothese

Mensen zullen beter zorg dragen aan hun omgeving als ze eigenaar mogen zijn van de zones tussen openbaar en privé.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Om bewoners te laten hechten aan hun omgeving, kan er gewerkt worden met een psychologische eigenaarschap. Met behulp van ontwerp kunnen de grenzen tussen publiek en privaat verzacht worden (Clossick, 2017). Hierdoor kunnen bewoners ruimtes toe-eigenen. Typologieën die hiervoor lenen zijn gedeelde tuinen, stoepen, plinten van gebouwen en steegjes. Het gebruik van materialen speelt hier ook een rol in om aan te kunnen geven wat de mate van toe-eigening is.

Behoort tot strategie

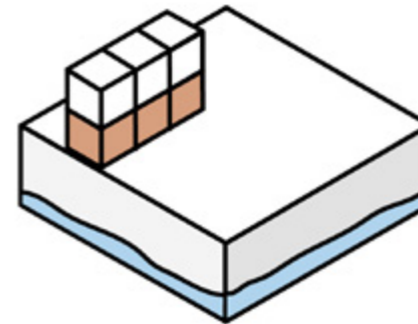
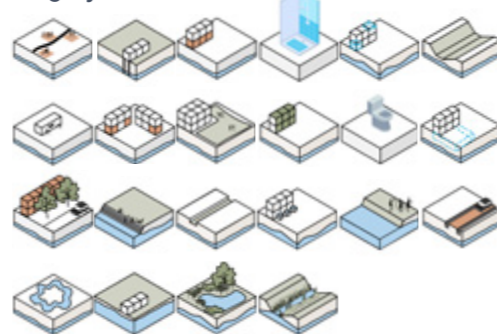


Referentie

Toe-eigening van de straat (Mol, 2018)



Mogelijke combinaties



Hypothese

De voorkant van het gebouw met gebruik van open en actieve plinten moet naar de openbare ruimte gericht zijn voor meer sociale veiligheid en interactie.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Jacobs (2015) betoogt het belang van actieve en levendige plinten, aangezien ze cruciaal zijn voor het creëren van veilige, levendige en diverse stedelijke omgevingen. Met actieve plinten worden er 'ogen' op de straat gerealiseerd en kunnen mensen deze ruimte in de gaten houden. Als resultaat wordt het gevoel van veiligheid verhoogd en worden straten levendiger en gastvrijer voor voorbijgangers.

Behoort tot strategie

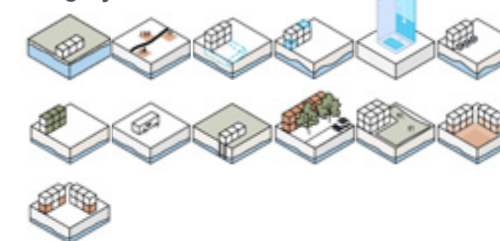


Referentie

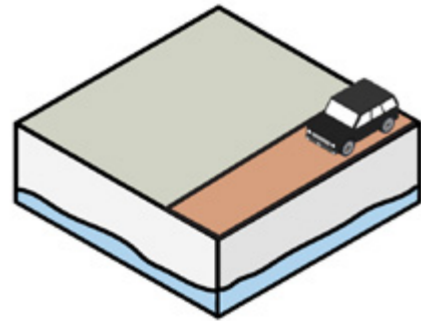
Open plinten in een woonwijk (Van Wijnen, 2023)



Mogelijke combinaties



B35 Autogebruik verminderen



Hypothese

Door autowegen te verminderen worden vervoersmiddelen zoals fietsen en lopen gestimuleerd.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Jacobs (2015), geeft aan hoe een vermindering van gemotoriseerde voertuigen, wandelen en fietsen kan stimuleren onder bewoners. Dit resulteert in een betere volksgezondheid.

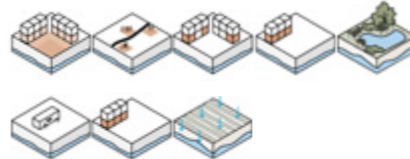
Behoort tot strategie



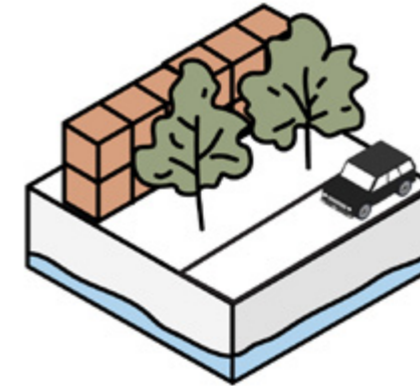
Referentie Autovrije wijk (Cie, n.d.)



Mogelijke combinaties



B36 Gebouwen als geluidsbuffer



Hypothese

Geluidswerende gebouwen dragen bij aan het dempen van omgevingsgeluid zoals van verkeer.

Theoretisch kader en praktische uitvoering

Gebouwen kunnen gebouwd worden op een geluidsdempende manier door gebruik te maken van een hoge isolatiewaarde (Merford, n.d.). Daarnaast kunnen ruimtes in het gebouw die behoefte hebben aan rust aan de rustige zijde geplaatst worden.

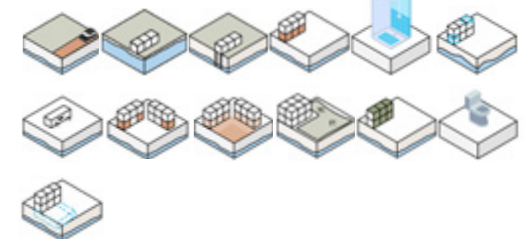
Behoort tot strategie



Referentie Geluidwerend gebouw (GWL Terrein, 2023)



Mogelijke combinaties





Hoofdstuk 4.

Fortunapark als casestudie

Om te laten zien hoe de synergie tussen water, ecologie en mens kan worden gevonden voor een Watervriendelijke woonwijk, zijn ontwerpen op schaalniveaus uitgevoerd voor de casestudie van Fortunapark, een locatie in Vlaardingen.

“Elk aspect van ons leven is in zekere zin een stem voor het soort wereld waarin we willen leven.”

- Frances Moore Lappé

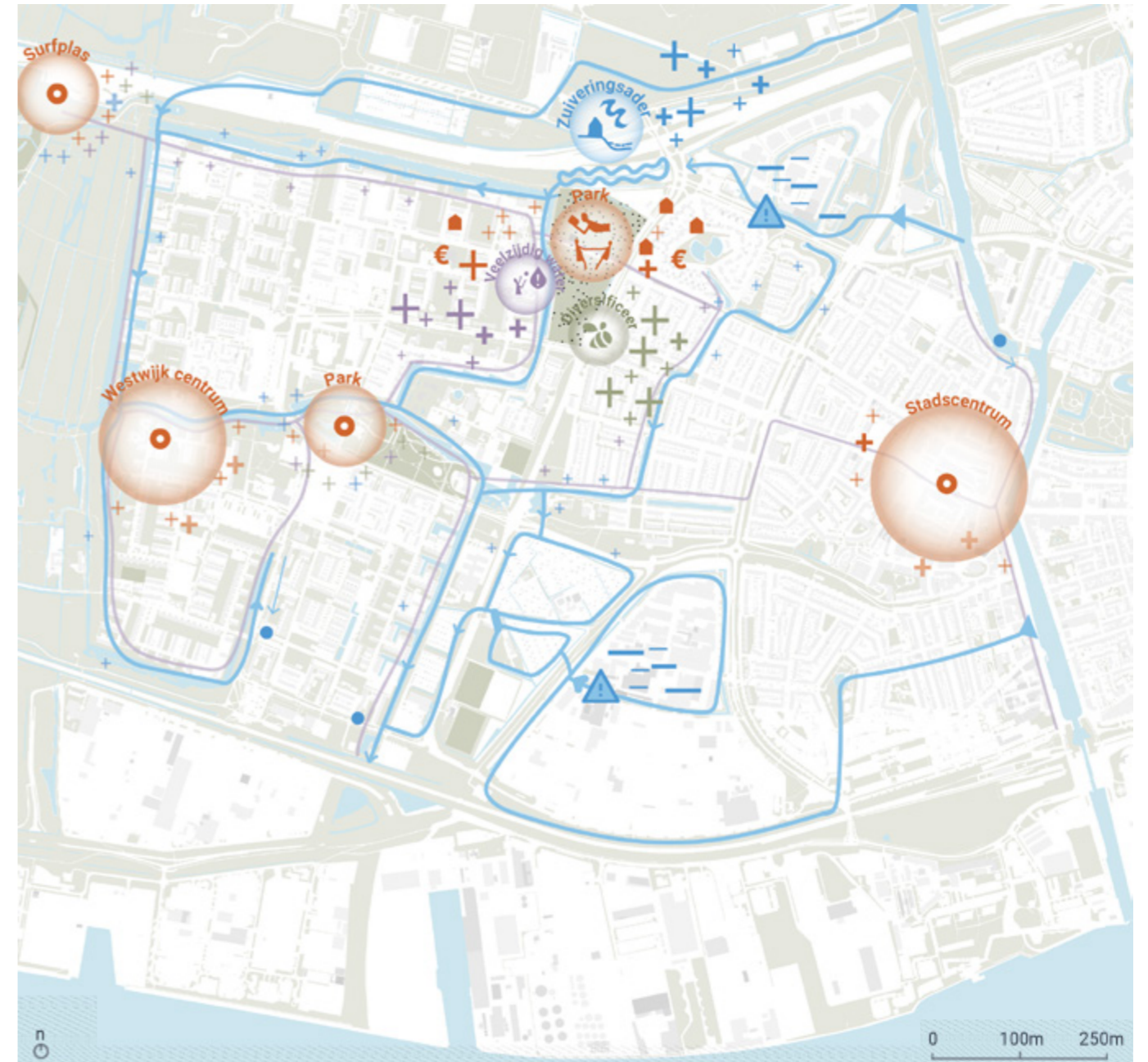
3. Casestudie Fortunapark

3.1 Watervriendelijke woonwijk | Macro-schaal

In de visie op macro-schaal (Figuur 18) zal Fortunapark haar open watersysteem gebruiken om het water dat door de polder stroomt te zuiveren. Hierdoor kan ook de wateroverlast van het bedrijventerrein aan de oostzijde afnemen. Door het toevoegen van een variatie aan beplanting en het behouden van voldoende ruimte voor infiltratie zal de bodemdaling verminderen, terwijl de biodiversiteit zal bloeien. Dit creëert een aangename omgeving waarin hogere inkomens worden aangetrokken, waardoor er meer economische kansen ontstaan voor Westwijk als geheel. Fortunapark wordt een centrale plek, door middel van het openbare park, het nieuwe wijkcentrum en lokale voorzieningen. Hierdoor hebben inwoners van binnen en buiten Fortunapark een plek om rond te hangen, elkaar te ontmoeten en activiteiten te organiseren. Tot slot kunnen bewoners door het gebruik van de ruimte de kracht van water ervaren, door de mogelijke overstrooming van het landschap en kunnen ze via het buurthuis meer leren over de kwetsbaarheid van water.

legenda

- groen
- recreatiegroen
- gebouwen
- verhard
- water
- polder water lichaam
- water looproute
- Fortunapark
- water vervuiling
- positieve effecten op de pijlers door Fortunapark



Figuur 18: Visie grote schaal

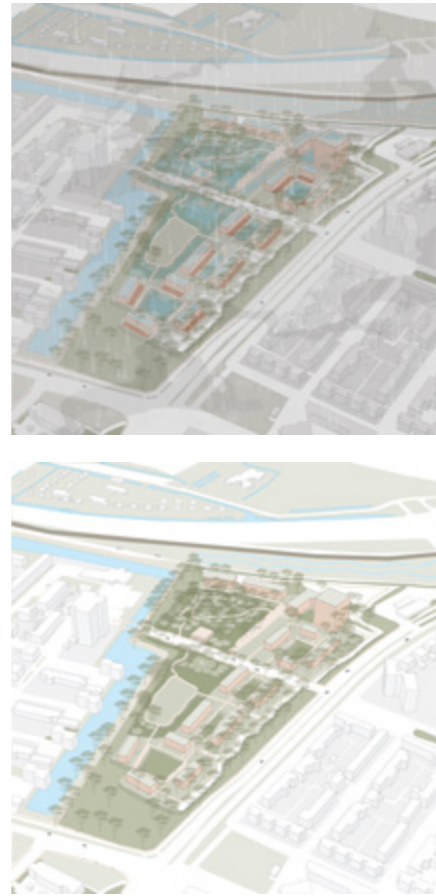
3. Casestudie Fortunapark

3.2 Visie Fortunapark | Meso-schaal

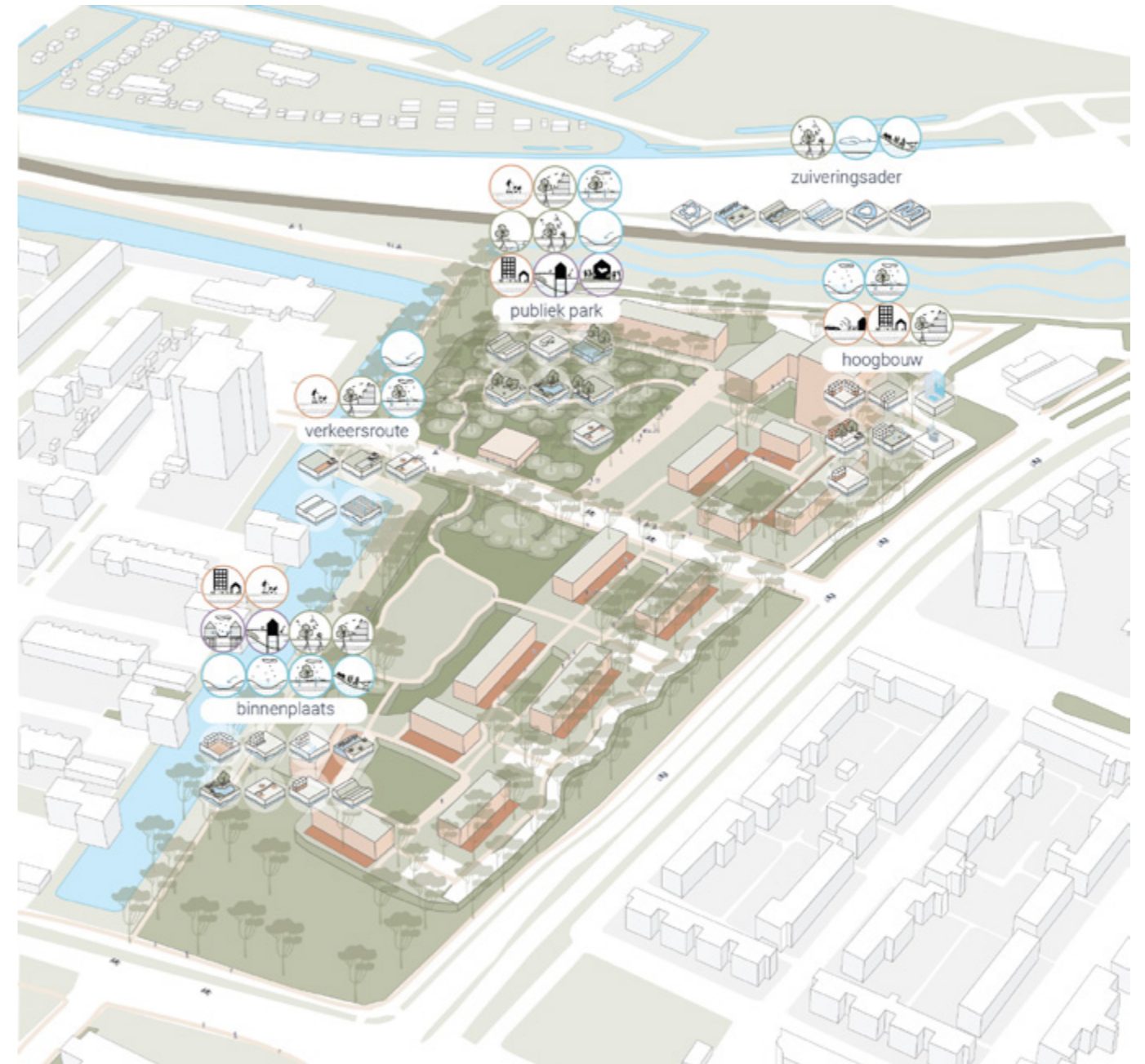
Door het balanceren van de watercyclus centraal te zetten en op zoek te gaan naar synergieën tussen water en bodem, groen en landschap, mens en water en leefbaarheid is er een Watervriendelijke woonwijk tot stand gekomen in Fortunapark (Figuur 19). Hierbij is er een wijk gecreëerd dat voorbereid is voor de natte seizoenen van 2100 door ruimte te geven voor een geïntegreerde tijdelijke waterstroming, waar drinkwater op dagelijkse basis wordt bespaard door middel van water te verminderen, water her te gebruiken en te recycleren (100 liter woningen) en waarmee de waterkwaliteit van de polder wordt verbeterd.

In Fortunapark zal water tijdelijk door het groene landschap circuleren, waar het wordt opgevangen, kan infiltreren en kan worden opgeslagen. Opslag voor grijs water vindt ondergronds plaats in de binnenplaatsen of bovengronds in regentonnen. Door het groen te diversificeren kan de infiltratiecapaciteit toenemen en wordt de lichte bodemdaling tegengegaan. Daarnaast kan de bodemdaling verminderd worden door met lichte materialen te bouwen en kunnen er huizen op palen gerealiseerd worden. Hier kunnen synergieën op de pijler, **groen en landschap** worden gevonden in het verbeteren van de biodiversiteit door gebruik te maken van verschillende vegetatietypen, door het behoud van bestaande bomen en door het creëren van ruimtes voor afbraak. Terwijl de relatie tussen **mens en water** wordt versterkt door het creëren van de ervaring van de seizoensgebondenheid van water, aangezien natte en droge omstandigheden zichtbare gevolgen

hebben voor de stedelijke functies, zoals het publiek park of de binnenplaats (Figuur 20). Daarnaast worden bewoners betrokken en geïnformeerd over de kwetsbaarheid van de hoeveelheid water door ze te laten participeren in hun water eigendom. Water kan namelijk particulier of gemeenschappelijk opgevangen worden. Deze kennisdeling kan worden uitgebreid in het wijkcentrum in het publieke park. Tot slot kunnen de synergieën tussen **leefbaarheid** en water en bodem gevonden worden in het stimuleren van beweging en het creëren van rustige ruimtes door het minimaliseren van auto's om meer ruimte voor groen te creëren. Hierdoor wordt vervuiling van zware voertuigen in het grondwater namelijk geminimaliseerd en ontstaat er meer ruimte voor infiltratie. Bovendien wordt de levendigheid en de sociale cohesie bevorderd, bij het creëren van ruimtes zoals het publieke park of de binnenplaatsen. Terwijl het ook een plek geeft voor wateropvang. Door sociale interacties te stimuleren kan er ook een grotere samenwerking plaatsvinden tussen bewoners op het gebied van water gerelateerde kwesties.



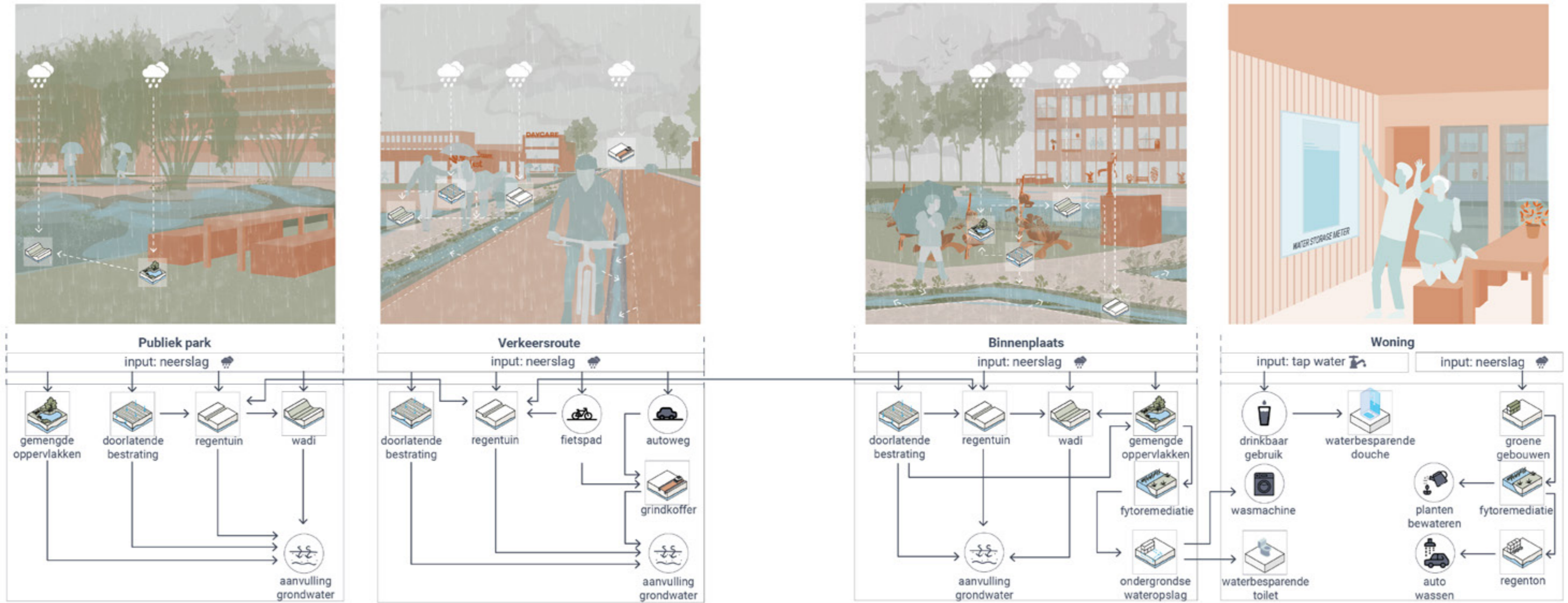
Figuur 20: Fortunapark door de seizoenen



Figuur 19: Visie Fortunapark

3. Casestudie Fortunapark

3.6 Water metabolisme



Figuur 21: Watermetabolisme door openbare- en privé ruimten

3. Casestudie Fortunapark

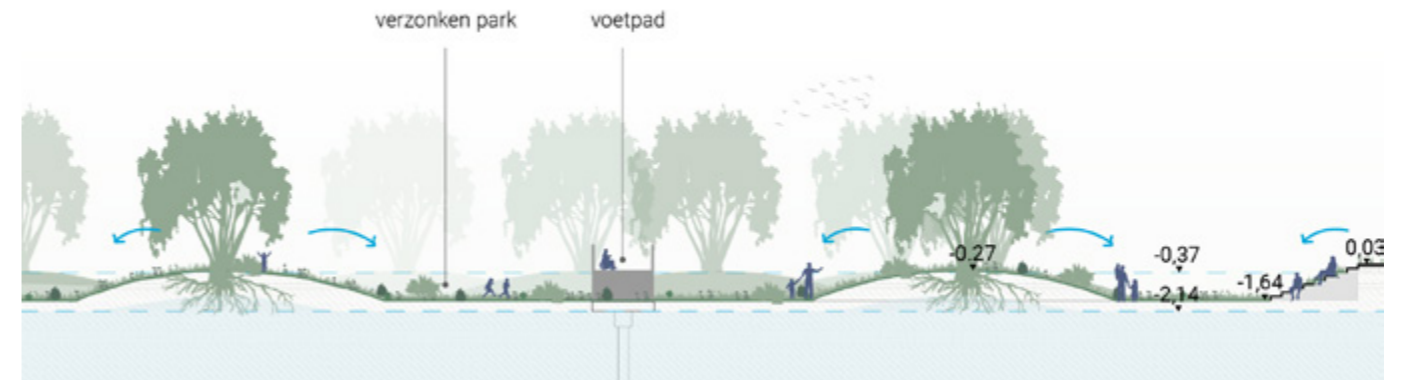
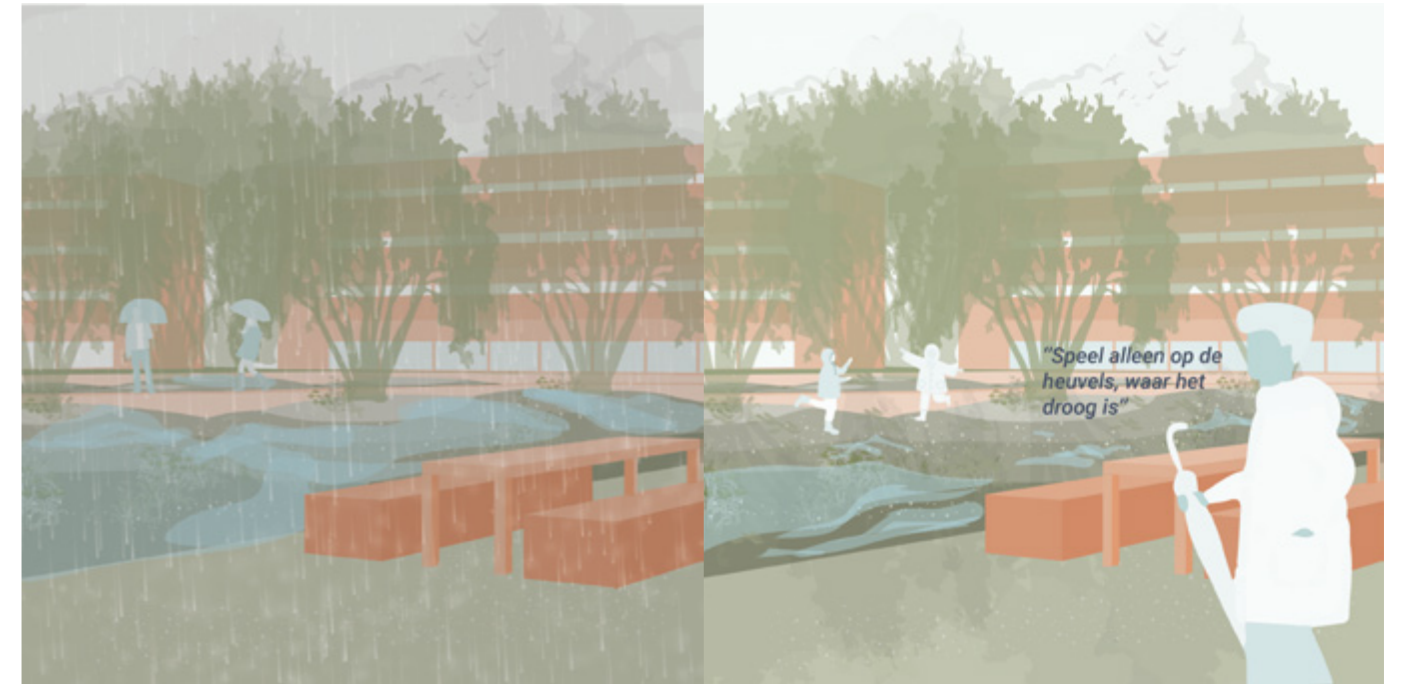
3.8 Watervriendelijke woonwijk | Micro-schaal publiek park

In de doorsnede in Figuur 22 is de watercyclus van het publieke park weergegeven. Hierbij is het gebruik van ruimte in de seizoenen van droogte, regen en na de regenbui, te zien in Figuur 21.

Het openbare park vormt een groene ruimte waar bewoners uit Fortunapark en uit de omgeving van Westwijk elkaar kunnen ontmoeten, kunnen spelen en rust kunnen vinden. Tegelijkertijd is het een plek waar water kan ophopen door seizoenen van neerslag, om het grondwaterniveau weer aan te vullen en een temporele gradiënt van nattigheid toe te voegen om de biodiversiteit te vergroten. Het behoud van de wilgenbomen is gebruikt als leidend ontwerpprincipe voor het ontstaan van het wadi landschap. Hierbij zijn er heuvels gecreëerd met bomen en diverse planten die bestand zijn tegen de seizoensgebondenheid van het water. Deze seizoensgebondenheid draagt ook bij aan de relatie tussen mens en water doordat de multifunctionaliteit van het openbare park ervaren wordt.



Figuur 21: Seizoensgebondenheid van het publiek park



Figuur 22: Publiek park doorsnede: 1:350

3. Casestudie Fortunapark

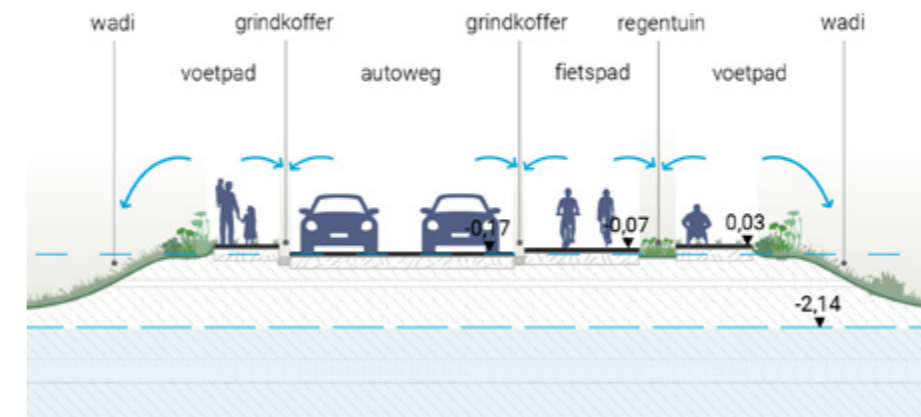
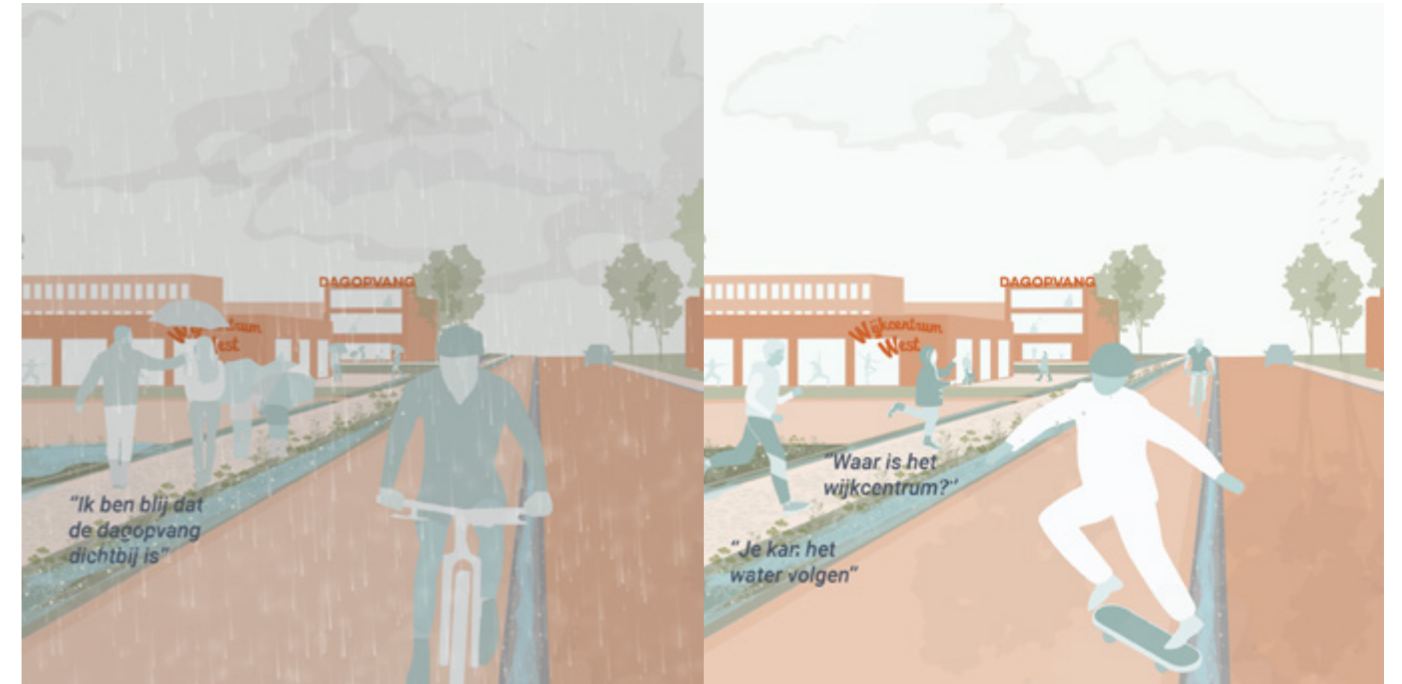
3.8 Watervriendelijke woonwijk | Micro-schaal verkeersroute

In de doorsnede in Figuur 24 is de watercyclus van de verkeersroute weergegeven. Hierbij is het gebruik van ruimte in de seizoenen van droogte, regen en na de regenbui, te zien in Figuur 23.

In de hoofd verkeersroute kan water via de doorlatende verhardingen worden geïnfiltreerd naar het grondwater, of kan het verder stromen door middel van regentuinen naar de wadi's zoals het publieke park of de binnenplaats. Hierbij kunnen mensen dus mogelijk het tijdelijke water volgen om bij sociale ruimtes te komen. Verder stroomt het water van de autowegen naar de grindkoffers om vormen van auto vervuiling tegen te houden voor dat het in het grondwater terecht komt.



Figuur 23: Seizoensgebondenheid van de verkeersroute



Figuur 24: Verkeersroute doorsnede: 1:200

3. Casestudie Fortunapark

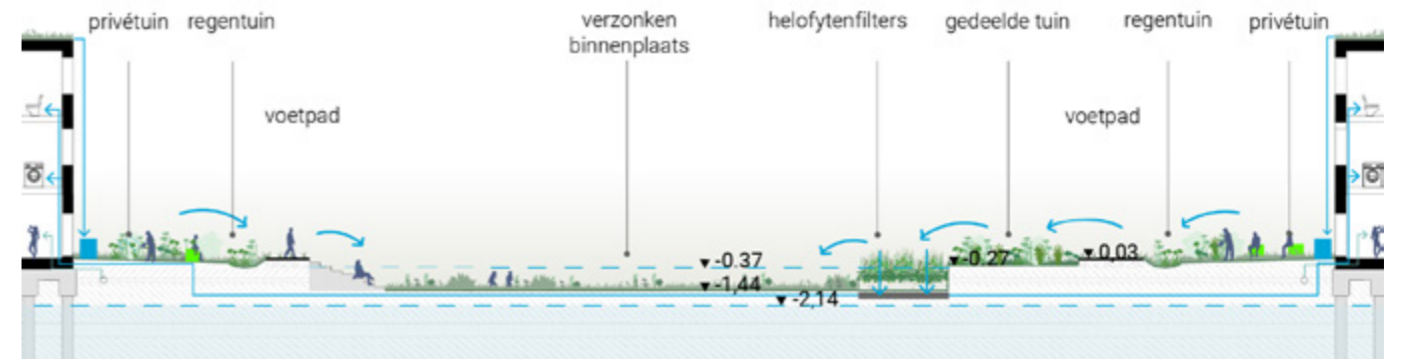
3.8 Watervriendelijke woonwijk | Micro-schaal binnenplaats

In de doorsnede in Figuur 26 is de watercyclus van de binnenplaats weergegeven. Hierbij is het gebruik van ruimte in de seizoenen van droogte, regen en na de regenbui, te zien in Figuur 25.

De verzonken binnenplaats functioneert als een wadi en kan zo bijdragen aan de aanvulling van het grondwaterniveau. Tegelijkertijd kan het water ook door helofytenfilters stromen voordat het ondergronds wordt opgeslagen voor de grijs waterbehoefte van de binnenactiviteiten in het gerelateerde wooncluster. Een andere tak waarin water kan stromen is via de fyto-remediatie groendaken waar het wordt gereinigd en vervolgens kan worden opgeslagen in individuele regentonnen voor grijs water gebruik buiten. Een gevarieerde biodiversiteit kan tot stand komen door deze waterstromende media, terwijl de bewoners worden betrokken bij hun eigen watercyclus en ze het multifunctionele karakter van de gemeenschappelijke binnenplaats kunnen ervaren. Verder dient de gemeenschappelijke binnenplaats als ruimte om te verblijven en te spelen.



Figuur 25: Seizoensgebondenheid van de binnenplaats



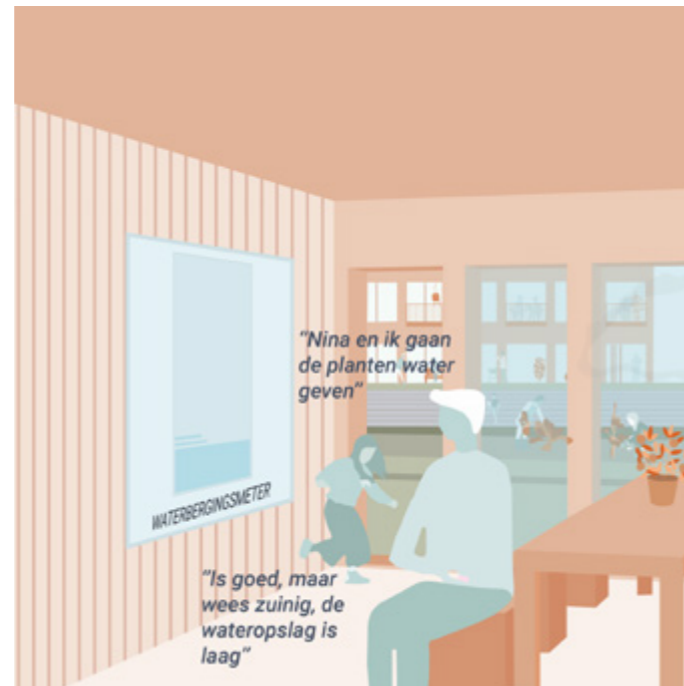
Figuur 26: Binnenplaats doorsnede: 1:350

3. Casestudie Fortunapark

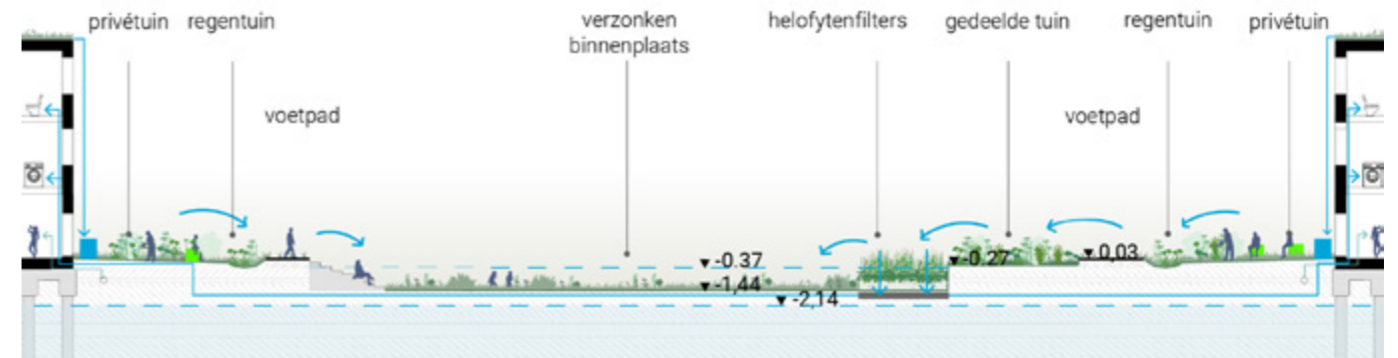
3.8 Watervriendelijke woonwijk | Micro-woning

In de doorsnede in Figuur 28 is de watercyclus van de gemeenschappelijke binnenplaats weergegeven, hier is namelijk ook de watercyclus van een woning te zien. Het gebruik van ruimte in de seizoenen van droogte, regen en na de regenbui te zien in Figuur 27.

De privé woningen hebben een open typologie naar de gemeenschappelijke binnenplaats voor meer dagelijkse sociale interacties. Verder wordt water hergebruikt en geconserveerd op drie manieren. Ten eerste kan het gezuiverde water uit de ondergrondse wateropslag van de gemeenschappelijke binnenplaats hergebruikt worden voor de wasmachine of voor toiletgebruik. Bovendien kan het water dat door de fyto-remediatie groendaken stroomt worden opgeslagen in individuele regentonnen voor grijs water gebruik buiten. Tot slot wordt water geconserveerd met bepaalde waterbesparende douches en toiletten.



Figuur 27: Seizoensgebondenheid van de privéwoning



Figuur 28: Binnenplaats doorsnede: 1:350

4. Referenties

- Arcadis & Berenschot. (2022). Bewust en zuinig drinkwatergebruik.
- Atlas Leefomgeving. (n.d.). De biodiversiteit vergroten? Plant inheemse planten in je tuin! | Atlas Leefomgeving. <https://www.atlasleefomgeving.nl/nieuws/biodiversiteit-vergroten-ga-aan-slag-met-inheemse-planten-in-je-tuin>
- Biodivers. (2021, March 9). Natuurvriendelijke oevers. <https://biodivers.nl/natuurvriendelijke-oever/>
- blixembosch buiten. (n.d.). Wijken Blixembosch buiten | Nieuwbouw Eindhoven. <https://www.nieuwbouw-blixemboschbuiten.nl/plan/wijken>
- Boeren, I. (2022, March 22). Zonder bochten geen beek: hermeandering moet waterlopen weer gezond maken. EOS Wetenschap. <https://www.eoswetenschap.eu/natuur-milieu/zonder-bochten-geen-beek-hermeandering-moet-waterlopen-weer-gezond-maken>
- Bouwwereld. (2024, March 15). Waarom waterberging op daken belangrijk is. Bouwwereld.nl. <https://www.bouwwereld.nl/bouwtechniek/waarom-waterberging-op-daken-belangrijk-is/>
- Cie. (n.d.). Het Funen. <https://www.cie.nl/page/653/het-funen>
- Clossick, J. (2017). The depth structure of a London high street : a study in urban order. <http://repository.londonmet.ac.uk/1278/>
- Clothier, V., & Zeedyk, B. (2009). Let the Water Do the Work: Induced Meandering, an Evolving Method for Restoring Incised Channels. https://openlibrary.org/books/OL26992554M/Let_the_Water_Do_the_Work_Induced_Meandering_an_Evolving_Method_for_Restoring_Incised_Channels
- Daamen, G. (n.d.). Provincie Zuid-Holland krijgt 22 miljoen euro om bodemdaling tegen te gaan. Agraaf.nl. <https://www.agraaf.nl/artikel/258273-provincie-zuid-holland-krijgt-22-miljoen-euro-om-bodemdaling-tegen-te-gaan/>
- De Hovenier. (2023). Regenwater opslaan onder de grond. <https://www.vakbladdehovenier.nl/article/43846/regenwater-opslaan-onder-de-grond>
- De Jong, J. (2023). Pattern catalogue From intent to action.
- DODelta, W. N. (2022, June 18). Watertaal: meanderen. Water Natuurlijk Drents Overijsselse Delta. <https://waternatuurlijkdodelta.nl/watertaal-meanderen/>
- EcoRain. (n.d.). Water-saving Shower Head Charly 13 cm - Chrome. <https://www.ecorain.nl/en/products/ecorain-waterbesparen-de-douchekop-charly-13-cm-ch-room>
- Emis. (n.d.). Techniek : On/off site phytoremediatie | EMIS. <https://emis.vito.be/nl/bbt/bbt-tools/techniekfiches/techniek-on-off-site-phytoremediatie#:~:text=Grassen%20en%20klaver%20blijken%20ideaal,wordt%20tegen%20water%2D%20en%20winderosie.>
- Gandy, M. (2004). Rethinking urban metabolism: water, space and the modern city. *City: Analysis of Urban Trends*, 8(3), 363–379. <https://doi.org/10.1080/1360481042000313509>
- Gardenlux. (n.d.). Waterdoorlatende bestrating | Eco bestrating. <https://www.gardenlux.nl/s/categorie/bestratingmaterialen/waterdoorlatende-bestrating/>
- Gehl, J. (2011). Cities for people. In *Planning News* (Vol. 37, Issue 4, p. 6). <https://um.dk/da/~media/Graekenland/Documents/News/Invitationer/Invitation%20to%20event%20Cities%20for%20People%20Thessaloniki%2028%20April%202013.pdf>
- gidsduurzamegebouwen. (n.d.). Regentuinten | Gids Duurzame gebouwen. <https://gidsduurzamegebouwen.brussels/regentuinten>
- Groenblauwe Netwerken. (n.d.). Kruipruimteloos bouwen. <https://groenblauwenetwerken.nl/measures/kruipruimteloos-bouwen/>
- GWL Terrein. (2023, October 8). organisatie - GWL Terrein. <https://gwl-terrein.nl/buurtorganisaties/>
- Hansreijnen. (2021, December 7). Reactie Fietsersbond IPVE Maliebaan - Fietsersbond Utrecht. <https://fietsersbond.nl/2021/11/19/reactie-fietsersbond-ipve-maliebaan/>
- HDSR. (n.d.). Natuurvriendelijke oevers. <https://www.hdsr.nl/werk/werken-we-samen/verbeteren-waterkwaliteit/natuurvriendelijke/#:~:text=Bij%20een%20natuurvriendelijke%20oever%20is,waterplanten%20hebben%20een%20zuiverende%20werking.>
- Homekeur. (2024, January 8). Groen dak op uw woning: Voordelen en overwegingen. <https://www.homekeur.nl/groen-dak-op-uw-woning-voordelen-en-overwegingen/>
- Huisje Boompje Beter. (n.d.). Grindstrook of grindkoffer. <https://www.huisjeboompjebeter.nl/acties/grindstrook/>
- Jacobs, J. (2015). The death and life of great American cities. In *John Wiley & Sons, Ltd eBooks* (pp. 94–109). <https://doi.org/10.1002/9781119084679.ch4>
- ones, P., Roberts, M., & Morris, L. (2007). Rediscovering Mixed-Use Streets: The contribution of local high streets to sustainable communities. <https://ci.nii.ac.jp/ncid/BA86850523>
- Joostdevree. (n.d.-a). grindkoffer. <https://www.joostdevree.nl/shtmls/grindkoffer.shtml>
- Joostdevree. (n.d.-b). paalfundering. <https://www.joostdevree.nl/shtmls/paalfundering.shtml>
- KBF. (2020, June 12). Innovatieve ophogetechnieken. Kenniscentrum Bodemdaling En Funderingen. <https://www.kbf.nl/kennisbank/proef-mycobase-als-licht-organisch-ophogemateriaal/>
- Kennisportaal Klimaatadaptatie. (n.d.). Doorstroming. <https://klimaatadaptatienederland.nl/kennisdossiers/stedelijke-waterkwaliteit/oorzak-en-kwetsbaarheid/doorstroming/>
- Khрутmuang, P. (n.d.). betonnen palen op de grond voor de fundering van de woningbouw. <https://nl.vecteezy.com/foto/8317184-betonnen-palen-op-grond-voor-huis-constructie-fundering>
- Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut. (2023). KNMI'23 klimaatscenario's.
- LABLAND. (2018). Laasby Sea Park. <https://landezine.com/laasby-sea-park-by-labland/>
- Lemmers, N. (2019, March 5). Riet: dakbedekking, muziekinstrument en eetbaar. <https://www.hunebednieuwscafe.nl/2017/12/riet-dakbedekking-muziekinstrument-en-eetbaar/>
- Merford. (n.d.). Geluidsisolatie in gebouwen. <https://www.merford.com/nl/oplossingen/geluidsbeheersing/geluid-in-gebouwen/geluidsisolatie#:~:text=Geluidsisolerende%20materialen%20houden%20het%20geluid,gezamenlijk%20een%20effectieve%20geluidswering%20opleveren.>
- Midden-Delfland. (n.d.). Krabbeplassen Zuidbuurt. <https://recreatie.middendelfland.net/gebieden/krabbeplassen.htm>

- Mol, D. (2018). Korte Houtstraat. Flickr. <https://www.parool.nl/columns-opinie/autovrije-straten-zorgen-voor-meer-overlast-in-omgeving~b3684de7/?referrer=https://www.google.com/>
- Montgomerie, J. (2016, November 17). On Androcentrism & Anthropocentrism - PPE student blogpost - Political Economy Research Centre. Political Economy Research Centre. https://www.perc.org.uk/project_posts/on-androcentrism-anthropocentrism-ppe-student-blogpost/
- Nieuwe Oogst. (2017, July 6). Veehouders aan de slag met flexibel peilbeheer. <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2017/07/06/veehouders-aan-de-slag-met-flexibel-peilbeheer>
- Plumwood, V. (2002). Environmental culture: The Ecological Crisis of Reason. Psychology Press.
- PressArt B.V. (n.d.). Overzicht voor Informatieborden voor waterschappen en hoogheemraadschappen. <https://pressart.nl/informatieborden-voor-waterschappen-en-hoogheemraadschappen/>
- Ritchie, H., & Roser, M. (2017). CO₂ and other Greenhouse Gas Emissions.
- Schaper, S. (2024, March 5). Drukbezochte vrouwendag in Wijkcentrum West. Al Het Nieuws Uit Vlaardingen. <https://www.rodinl/vlaardingen/nieuws/383852/drukbezochte-vrouwendag-in-wijkcentrum-west>
- Slappe bodem. (n.d.). MyCobase. Slappe Bodem. <https://slappebodem.nl/projecten/216/mycobase>
- Stout, B., & Dijkman, W. (2021). Leidraad Bodemdaling Midden-Delfland.
- STOWA. (n.d.). Flexibel peilbeheer, van denken naar doen. <https://www.stowa.nl/publicaties/flexibel-peilbeheer-van-denken-naar-doen>
- Tuin. (n.d.). Tuincentrum Tuin! In Zwaagwesteinde. <https://www.tuincentrumtuin.nl/assortiment/105/regenton>
- Van Aalsburg. (2023, August 17). De wilg als waterzuiveraar en energieleverancier. <https://www.vanaalsburg.com/nieuws/de-wilg-als-waterzuiveraar-en-energieleverancier/>
- Van der Boom, C. (n.d.). Mr Haz. <https://nl.pinterest.com/pin/533254412124651420/>
- Van Rijnland, H. (2021, October 14). Zo maak je een natuurvriendelijke oever. Hoogheemraadschap Van Rijnland. <https://www.rijnland.net/regels-op-eeerij/subsidies-en-andere-financi%C3%ABle-bijdragen/natuurvriendelijke-oever/zo-maakt-u-eeen-natuurvriendelijke-oever/>
- Van Wijnen. (2023, September 25). Geworteld Wonen nieuwbouwproject Rijswijk - Van Wijnen. Van Wijnen | Samen Bouwen Aan Ruimte Voor Een Beter Leven. <https://www.vanwijnen.nl/projecten/de-collectieve-zelfbouw-wijk-geworteld-wonen/>
- Vermeeren, I. (2023, November 6). Dood hout brengt leven in het bos. Biogroei. <https://www.biogroei.nl/kenniscentrum/dood-hout-brengt-leven-in-het-bos>
- World Wide Fund for Nature. (n.d.). What is biodiversity and why is it under threat? <https://www.worldwildlife.org/pages/what-is-biodiversity>
- WUR. (n.d.). Netwerk Land en Water (NLW). <https://www.wur.nl/nl/onderwijs-opleidingen/alumni/alumni-community/studiekringen-en-netwerken/netwerk-land-en-water-nlw.htm>
- York, P. J. N. (2019, April 4). Scientists make quieter vacuum suction toilet for airplane. The Week. <https://www.theweek.in/news/sci-tech/2019/04/04/Scientists-make-quieter-vacuum-suction-toilet-for-airplane.html>

