ZILTE WOON-LANDSCHAPPEN

Woningbouw als hefboom voor een klimaatadaptief landschap.



WATERRIJK WONEN ROCKANJE
augustus 2026

GEMEENTE voorne aan zee
CRa
Deltares
flux LANDSCAPE ARCHITECTURE

Colofon

Flux landscape architecture BV
www.fluxlandscape.nl

Ravenoord 238
3523 DB, Utrecht
info@fluxlandscape.nl
+31 30 3031094
KvK 75223295

In opdracht van
College van Rijksadviseurs

Datum
24 augustus 2026

SAMENVATTING 5

LEESWIJZER 7

DEEL 1. OPGAVEN EN URGENTIE 10

DEEL 2. EEN ROBUUST SYSTEEMONTWERP VOOR HET EILAND VAN VOORNE 28

DEEL 3. STEDENBOUW ALS HEFBOOM VOOR EEN KLIMAATADAPTIEF VOORNE 38

DEEL 4. AANBEVELINGEN VOOR WONINGBOUWONTWIKKELING HET LANGE LANT 54

DEEL 5. LESSEN VOOR STEDENBOUW IN EEN VERZILTENDE OMGEVING 58

BRONNEN 66

COLOFON 67

01 Systeemontwerp voor een klimaatadaptief Eiland van Voorne.



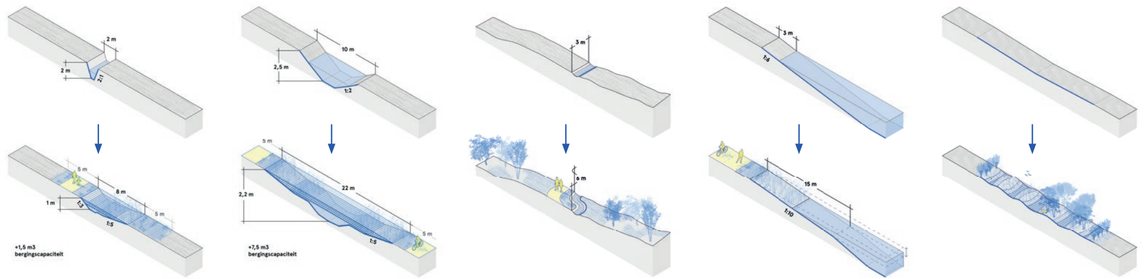
SAMENVATTING

Verzilting als sturend principe in ruimtelijke ordening.

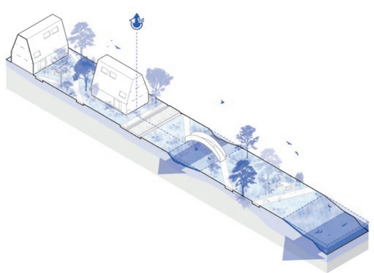
Het eiland van Voorne staat aan de vooravond van een fundamentele verandering van zijn water- en bodemsysteem. Eeuwenlang is het watersysteem stap voor stap getransformeerd van een open, zilte delta naar een gecontroleerde, gesloten zoetwaterbalans, met de afsluiting van de Brielse Maas in 1950 als sleutelmoment. Die balans staat nu onder druk: zeespiegelstijging, een onzekere zomerse rivieraanvoer en het Kierbesluit versterken samen de achterwaartse verzilting van het hoofdwatersysteem via het Spui, terwijl de nieuwe landelijke norm voor piekbuien (70 mm in 1 uur, 120 mm in 24 uur) vraagt om aanzienlijk meer waterbergingscapaciteit. Deze twee opgaven, verzilting op de lange termijn en piekbuien op de korte termijn, lijken tegenstrijdig, maar stedenbouw kan als hefboom dienen om beide op te lossen.

Dit onderzoek laat zien hoe. Stedenbouw kan fungeren als ventiel in het grotere klimaatadaptieve systeem: door regenbuien op te slaan en dit water vervolgens langzaam en gecontroleerd in te laten in een zilter wordend landschap, ontstaat precies de doorspoeling en verdunning die het watersysteem nodig heeft, zonder het kwetsbare zilte ecosysteem te verstoren met een plotselinge zoete schok. Zo wordt stedenbouw niet alleen zelf klimaatbestendig, maar een actieve hefboom om het hele landschap klimaatadaptief te maken. Dit lukt mede doordat niet elk landgebruik dezelfde waterkwaliteit nodig heeft: landbouw en glastuinbouw zijn gevoelig voor chloride, maar woningbouw stelt daar geen enkele eis aan. Door verzilting te accepteren als sturend ontwerpprincipe ontstaat zo ruimte voor woningbouw juist op de meest verziltende gronden, terwijl bredere, ondiepere watergangen tegelijk piekbuien opvangen en zoete enclaves de meest kwetsbare natuur beschermen.

Dit principe wordt in dit rapport uitgewerkt op drie schaalniveaus: een robuust systeemontwerp voor het hele eiland (hoofdstuk 2), stedenbouw als ventiel tussen zoet en zilt water met drie stedenbouwkundige archetypes (hoofdstuk 3), en een concrete uitwerking voor de woningbouwlocatie Het Lange Lant in Rockanje (hoofdstuk 4). Daar toont een verbrede hoofdwatergang, met 7,5 m³ berging per strekkende meter, dat 600 nieuwe woningen niet alleen in hun eigen wateropgave kunnen voorzien, maar via het hoofdwatersysteem ook kunnen bijdragen aan de bergingsbehoefte van het naastgelegen Oud Rockanje, terwijl een deel van het plangebied ruimte biedt voor geleidelijke verzilting en zilte teelten.



02 Vijf nieuwe profielen voor de watergangen, meer droge bedding, meer flauwe oevers en ondieper.



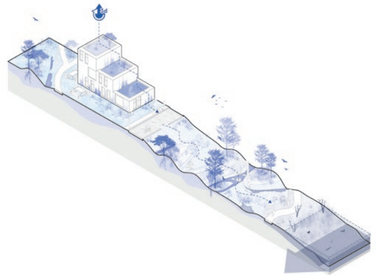
1

1 dag vasthouden

maximaal aanvoer naar

hoofdwatersysteem

Waterrijk Woonlandschap



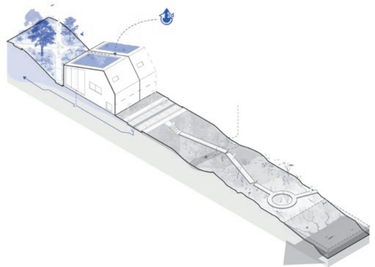
2

3 dagen vasthouden

infiltreren en vertragen naar

hoofdwatersysteem

Cascaderend dakenlandschap



3

7 dagen vasthouden

lokaal infilteren en minimale afvoer

hoofdwatersysteem

Zoete woonenclaves

03 Drie stedenbouwkundige archetypes langs het hoofdwatersysteem, voornamelijk zoet, zoet - brak, en brak.

LEESWIJZER

De conclusie is helder: wie nu bouwt zonder rekening te houden met verzilting, moet over enkele decennia alsnog ingrijpen, tegen aanzienlijk hogere kosten. Tegelijk is dit onderzoek nadrukkelijk een eerste verkenning en geen uitgekristalliseerde blauwdruk: het toont een methode om een korte termijn opgave als woningbouw te koppelen aan een langzaam, langetermijnproces als verzilting, een methode die ook toepasbaar is op andere trage klimaatopgaven zoals sedimenttekorten. De vijf lessen aan het einde van dit rapport, van het benaderen van de opgave vanuit het hogere schaalniveau tot het hanteren van verzilting als sturend ontwerpprincipe, maken dit principe toepasbaar voor andere verziltende gebieden met een vergelijkbare stedenbouwkundige opgave.

Voor u ligt het samenvattende rapport van het door Flux Landscape Architecture uitgevoerde ontwerpend onderzoek naar Waterrijk Wonen op het Eiland van Voorne, in opdracht van het College van Rijksadviseurs. Dit onderzoek draagt enerzijds bij aan versnelling van de woningbouw door klimaatadaptief te ontwikkelen, en laat anderzijds zien hoe nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen kunnen bijdragen aan een robuust water- en bodemsysteem op de lange termijn. Het onderzoek richt zich op de woningbouw- en klimaatopgaven op het voormalig eiland Voorne, en specifiek op de woningbouwplannen rond Rockanje.

In een half jaar tijd zijn tijdens drie ateliers met de gemeente, het waterschap, Deltares, het College van Rijksadviseurs en andere betrokkenen ideeën opgedaan, uitgewerkt en verfijnd. Dit rapport is daarvan het resultaat.

Het rapport bestaat uit vijf delen: de werking van het watersysteem en de klimaatopgaven van de toekomst; een robuust systeemontwerp voor het Eiland van Voorne; stedenbouw als hefboom voor een klimaatadaptief Voorne; aanbevelingen voor het Lange Lant; en tot slot vijf lessen voor bouwen in een verziltende omgeving. Hoofdstuk 1 licht de opgaven toe en gaat in op de historische ontwikkeling van het watersysteem van het Eiland van Voorne. Dit geeft inzicht in hoe het watersysteem is gevormd, en welke knelpunten dit oplevert richting 2100. Het hoofdstuk sluit af met een analyse van de impact van klimaatverandering op dit water- en bodemsysteem.

Met deze inzichten wordt in hoofdstuk 2 een robuust systeemontwerp voor het Eiland van Voorne gepresenteerd. De nadruk ligt hierbij op een slim ontwerp van aangepaste hoofdwatergangen, sloten, duinrellen en kreekbeddingen, waarmee gecontroleerd kan worden meebewogen met verzilting over de lange termijn. Hoofdstuk 3 gaat in op de sleutelrol die nieuwe stedenbouwkundige ontwikkelingen kunnen spelen in het klimaatadaptief ontwerpen van Voorne. Door stedenbouwkundige ontwikkeling te zien als ventiel in het watersysteem, kan zoet water gecontroleerd worden ingelaten in de zilter wordende omgeving. De verhouding tussen vasthouden, vertragen en afvoeren van zoetwater naar het hoofdwatersysteem verschilt naar gelang de positie in het systeem: stedenbouw past zich aan de nieuwe condities aan, in plaats van andersom. Vervolgens zoomen we in hoofdstuk 4 in op het Lange Lant, een woningbouwontwikkeling van AM en ZUS. We geven aanbevelingen hoe deze ontwikkeling kan bijdragen aan klimaatadaptatie voor Rockanje. Samen met Deltares is gerekend en getekend aan de verhouding tussen verharde oppervlaktes en de benodigde opslag- en afvoercapaciteit.

Het rapport sluit af met vijf lessen die we hebben geleerd naar aanleiding van dit onderzoek, en die toepasbaar zijn voor andere verziltende gebieden met een stedenbouwkundige opgave.





In atelier 1 zijn het watersysteem, bodemsysteem, landschappelijk raamwerk en de klimaatopgaven onder de loep genomen. Deltares presenteerde een eerste gebiedsanalyse van de nieuwbouwlocatie Lange Lant in Rockanje, wat vragen opwierp over de ernst van verzilting op korte en langere termijn in het gebied. Het Waterschap Hollandse Delta gaf een inkijk in de werking van het watersysteem en knelpunten die het nu al ervaart. Met onder andere als aanwezigen Gemeetne Voorne aan Zee, Provincie Zuid-Holland en ontwikkelaar APPM.

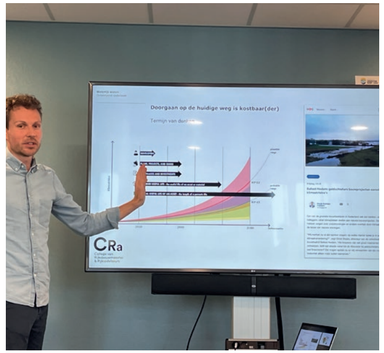
Atelier 2 is gebruikt om een eerste aanzet van de nieuwe raamwerkkaart te toetsen. Daarnaast hebben we een conditiekaart meegenomen en een set van zo'n 60 maatregelen die toegepast kunnen worden in een klimaatadaptief ontwerp. De groep heeft voor drie woningbouwlocaties met verschillende condities een set van passende maatregelen uitgezocht.

Daarnaast heeft Deltares de waterbergingsopgave voor het Lange Lant in Rockanje gepresenteerd, met een extra punt van aandacht voor de mogelijke zoete shock die een brak ecosysteem kan ontregelen bij hevige regenval.









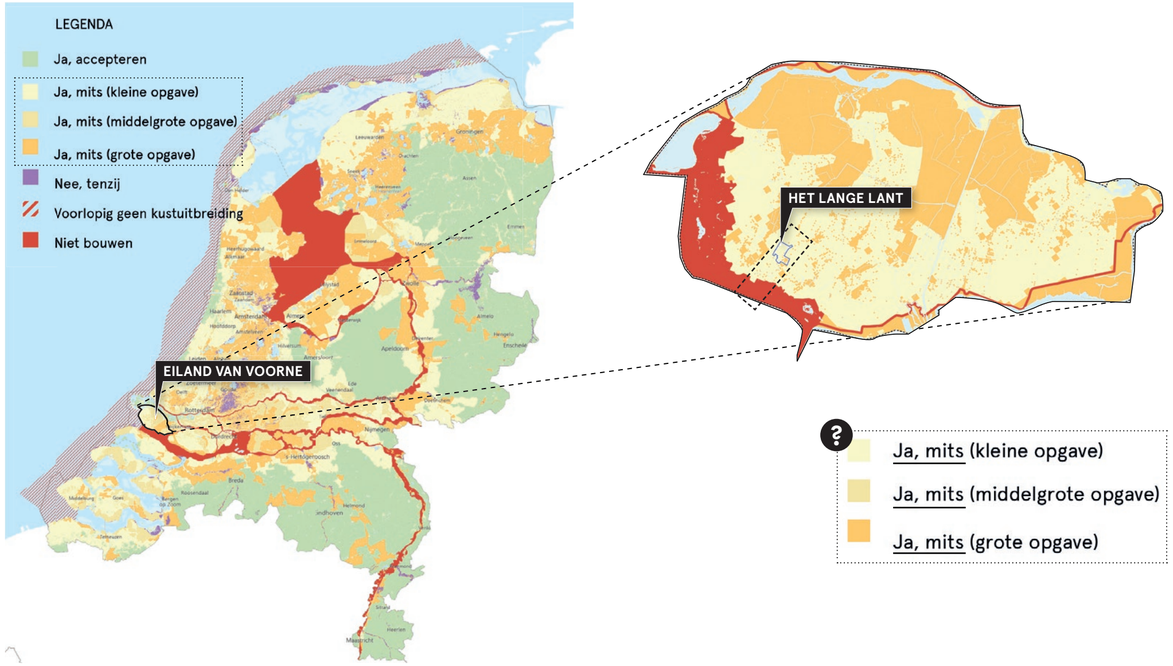








1. OPGAVE EN URGENTIE



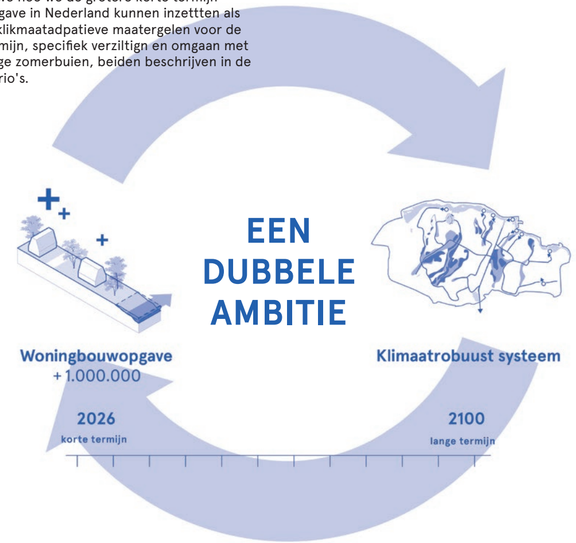
04 Stoplichtenkaart voor woningbouw (Ministerie van Infrastructuur & Waterstaat, 2024).

1.1. KLIMAATADAPTIEF WONEN

Klimaatadaptief wonen, wat betekent dat?
De klimaatopgaven waarmee Nederland wordt geconfronteerd, vragen om fundamentele keuzes in onze ruimtelijke ordening. Droogteperioden, extreme neerslag, zeespiegelstijging, hoge rivierafvoeren, verzilting en bodemdaling zijn geen toekomstige scenario's meer, maar urgente realiteiten. Tegelijkertijd staat er een enorme druk op de woningbouwopgave: er moeten snel en op grote schaal nieuwe woningen worden gerealiseerd. Het is daarom essentieel dat nieuwe woningbouwlocaties zorgvuldig worden gekozen en ontwikkeld. Zij mogen geen extra druk leggen op het water- en bodemsysteem, maar moeten idealiter bijdragen aan een klimaatbestendige inrichting van Nederland. Het ruimtelijk afwegingskader van de Rijksoverheid biedt hierin richting door inzichtelijk te maken waar bouwen zonder aanvullende opgaven mogelijk is, waar het water- en bodemsysteem extra aandacht vraagt en waar bouwen gezien de klimaatrisico's onwenselijk is. Juist in de gebieden met de grootste ruimtedruk vallen deze opgaven vaak samen. De centrale vraag is dan: hoe kunnen woningbouw en klimaatadaptatie elkaar versterken?

Doel van het ontwerpend onderzoek
Dit onderzoek heeft een dubbele ambitie. Enerzijds willen we bijdragen aan versnelling van de woningbouw door klimaatadaptief te ontwikkelen. Anderzijds willen we laten zien hoe nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen kunnen bijdragen aan een robuust water- en bodemsysteem op de lange termijn. Dit onderzoek richt zich op hele watersysteem van het Eiland van Voorne, en zoomt daarna in op een specifieke woningbouwontwikkeling. Klimaatadaptieve maatregelen op het voormalig eiland Voorne worden specifiek getoetst bij de woningbouwplannen rond Rockanje. AM gebiedsontwikkeling heeft hiervoor, samen met ZUS landschapsarchticten, een gebiedsvisie voor 600 woningen op 20 hectare ontwikkeld.

Hiermee leren we hoe we de grotere korte termijn wonigbouwopgave in Nederland kunnen inzettten als hefboom voor klikmaatadpatieve maatergelen voor de (zeer) lange termijn, specifiek verziltign en omgaan met zware, langdurige zomerbuien, beiden beschrijven in de KNMI'23-scenario's.



1.2. HISTORISCHE ONTWIKKELING VAN HET WATERSYSTEEM

Het watersysteem van Voorne heeft zich in de loop der eeuwen ontwikkeld van een open, dynamisch systeem naar een gecontroleerde, gesloten zoetwaterbalans. Deze transformatie kent een aantal bepalende perioden, met als meest ingrijpende gebeurtenis het sluiten van de Brielse Maas, waardoor het Brielse Meer ontstond: sindsdien de belangrijkste zoetwaterbuffer voor het voormalige eiland.

Een landschap van polders

Vanaf de 13de eeuw ontstond een polderlandschap: de inpoldering van getijdengebieden ging gepaard met zoutwinning uit veen. Het aantal polders nam gestaag toe en het eiland groeide gestaag verder.

Verzanding

In 1421 vond de Sint-Elisabethsvloed plaats, een van de grootste overstromingen uit de Nederlandse geschiedenis, met grote invloed op de Bernisse. De ramp was enorm: grote polders rond Dordrecht kwamen onder water te staan, waaruit later de Biesbosch ontstond. Ook het Spui, de scheiding tussen Voorne-Putten en de Hoeksche Waard, ontstond als gevolg van deze overstroming. De Bernisse was ooit een kilometer brede rivier, met Heenvliet aan de ene en Geervliet aan de andere oever, tussen de dorpen lag alleen water. In latere eeuwen veranderde dit beeld drastisch: de rivier werd een smalle sloot.

Moernering

Zoutwinning was in de middeleeuwen een belangrijke en winstgevende economische activiteit in het kustgebied. Met zout zeewater doordrenkt veen werd vergraven, gedroogd, enkele malen met zeewater overgoten en opnieuw gedroogd, waarna het werd verbrand om het zout uit de as te winnen. Deze praktijk had grote landschappelijke gevolgen: door het vergraven van het veen kon de zee makkelijker het land binnendringen, wat bijdroeg aan overstromingsrampen zoals de Sint-Elisabethsvloed van 1421.



1 BRIELLE EN GEERVLIET ONTSTONDEN ALS HANDELSPLAATSJES 13e–14e EEUW

2 HANDELSROUTES VIA DE BERNISSE

3 (VERDWENEN) RIVIER DE GOOTE

4 POLDER ROCKANJE ONTSTAAN ROND 13e EEUW, BEGIN INPOLDERING GETIJDENGEBIEDEN EN ZOUTWINNING UIT VEEN

05 Het Eiland van Voorne, onderdeel van het deltalandschap. Beeld: Jan van Jagen, Kaart van de loop van de Maas en Merwede,en de grooten Zuid-Hollandse Waard, voor de St. Elizabethsvloed 1421. (P. van Braam, 1771. Allard Pierson UvA, HB-KZL 104.12.02)

Inpoldering

Door veranderende stroomrichtingen en -snelheden van waterwegen, waaronder de Bernisse, begon deze rivier snel te verzanden. Ze werd steeds smaller, waardoor nieuwe polders ontstonden, maar scheepvaart over de ooit zo brede Bernisse steeds lastiger werd. De handel over de rivier kwam geleidelijk tot stilstand, waardoor ook de tolinkomsten sterk afnamen.

Waterlinie

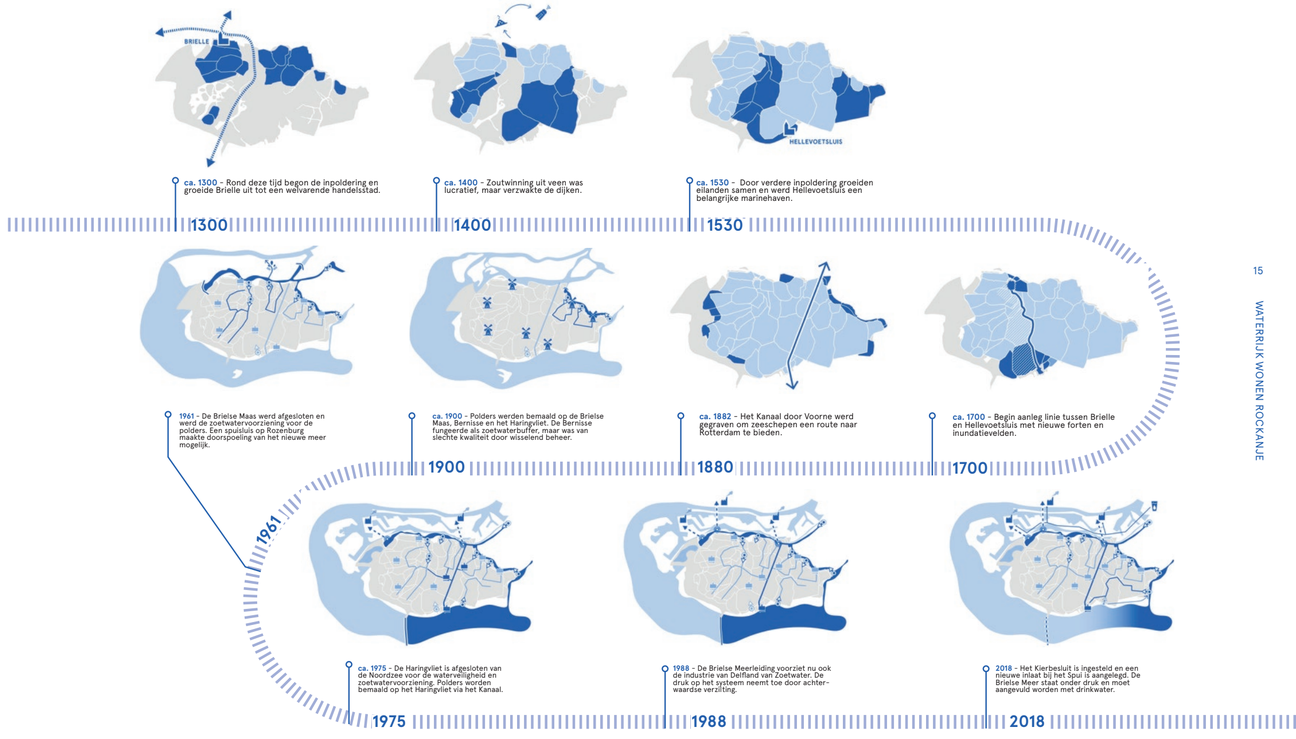
Tussen Brielle en Hellevoetsluis werd in 1780 in het kader van de kustverdediging een linie aangelegd. Deze kreeg in 1874 de naam 'Stelling van de monden der Maas en van het Haringvliet'.

Kanaal

Rond 1830 werd het Kanaal door Voorne gegraven, dwars door de polders Nieuwenhoorn en Heenvliet, om scheepvaart van zee naar Rotterdam mogelijk te maken. Het kanaal mondt pal naast de vesting van Hellevoetsluis uit in het Haringvliet en kwam bij Nieuwesluis uit in de Nieuwe Maas. Ruim een halve eeuw diende het als binnendoorroute naar Rotterdam, tot het deze functie verloor na de opening van de Nieuwe Waterweg. Het kanaal bleef echter belangrijk voor de waterhuishouding van Voorne, want het zorgt voor de afwatering van overtollig water uit de omringende polders.

Waterrecreatie

Vanaf de 18de eeuw werden in de binnenduinrand, met name rond Oostvoorne en Rockanje, diverse buitenplaatsen aangelegd, zoals Kooysigt (1702, vernoemd naar een verdwenen eendenkooi, met een park van gazon, bos met kronkelpaden en een moes- en bloementuin) en Mildenburg (voor 1726, in de 18de eeuw uitgebreid met een park; het huis zelf is in 1947 gesloopt, al zijn onderdelen van het terrein nog zichtbaar). In de 20ste eeuw stichtten Rotterdamse zakenmensen drie nieuwe buitenplaatsen: Olaertsduyn (met een tuin in gemengde stijl van L.A. Springer), Strypemonde (een jachthuis met landschapspark) en 't Reigersnest (op landgoed Mildenburg).



06 Ontwikkeling van het Eiland van Voorne en de belangrijkste waterhuishoudkundige ingerepen in tijdlijn uiteengezet.



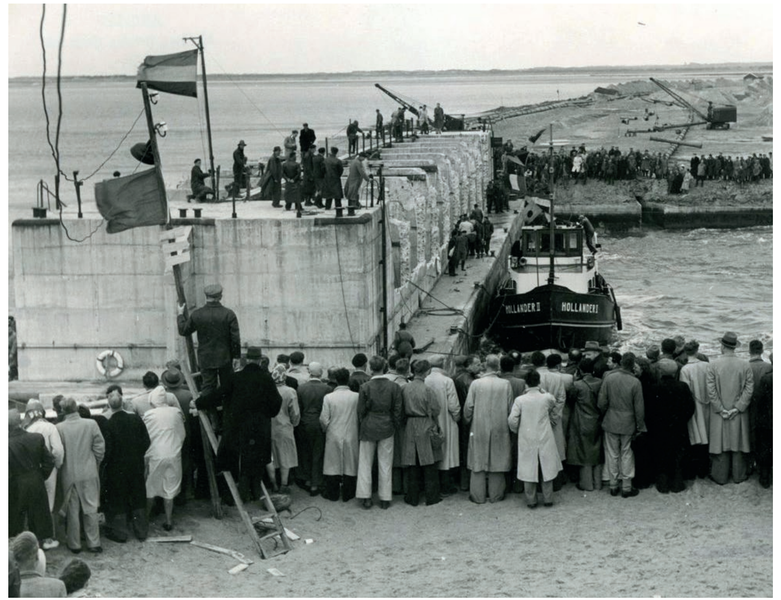
08 Leestekens in het landschap, kaart uit 1900.

Vanaf de vroege 20ste eeuw werden de duinen populair als recreatiegebied bij de gegoede burgerij. Na de bouw van een aanlegsteiger in 1902 ontwikkelde Oostvoorne zich tot badplaats, met de aanleg van een kustboulevard in 1918-1922. In Ouddorp en Rockanje verrezen andere vakantievoorzieningen, zoals Badhotel Bad Walestein en diverse vakantiewoningen. Na de Tweede Wereldoorlog kwam de recreatie in de duingebieden tot grote bloei door de opkomst van massatoerisme.

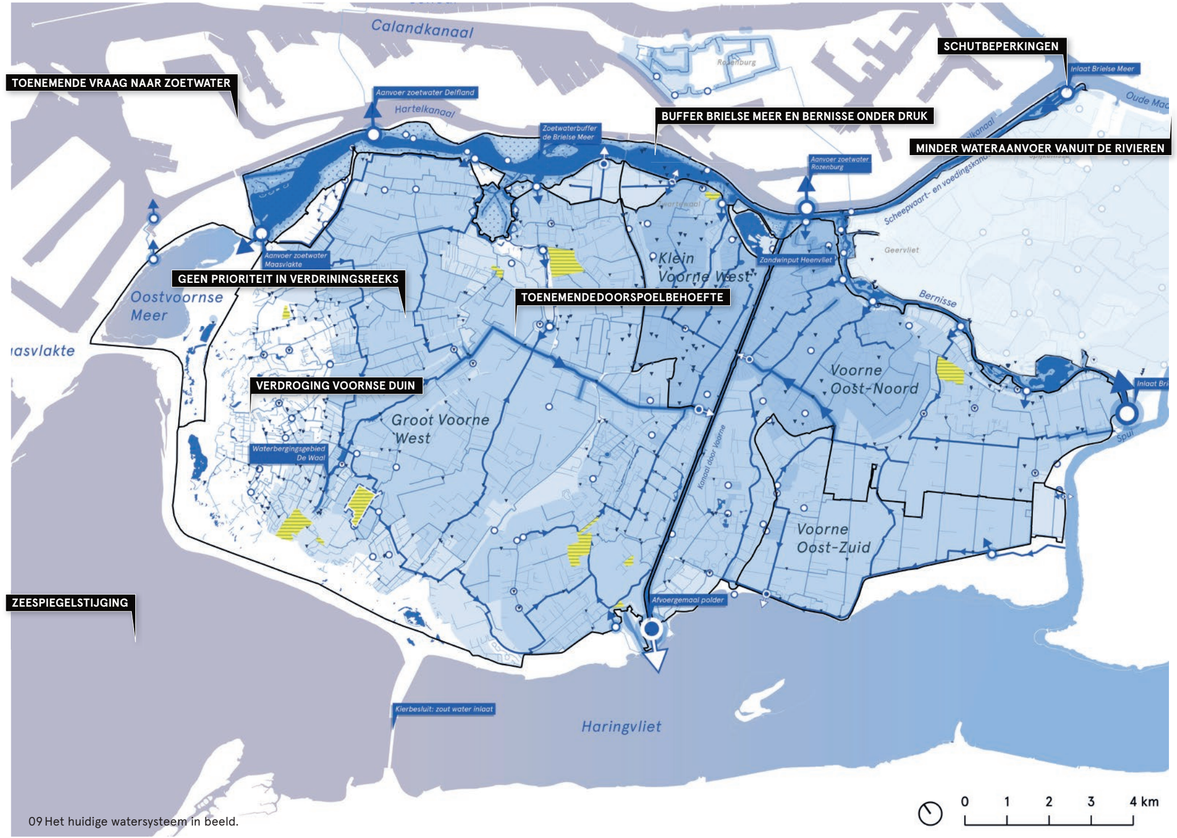
De Brielse Maas wordt het Brielse Meer

De afdamming van de Brielse Maas werd in 1950 gerealiseerd met de bouw van de Brielse Maasdam aan de noordwestkant. De beslissing hiertoe kwam voort uit twee problemen: de toenemende verzilting, die de landbouw en melkveehouderij bedreigde, en de kwetsbaarheid van Voorne en Rozenburg voor overstromingen. Het zoute zeewater dat tot dan toe binnenstroomde, vormde een directe bedreiging voor de agrarische sector.

Sindsdien is het Brielse Meer uitgegroeid tot een cruciale zoetwateraanvoer, niet alleen voor het voormalige eiland zelf, maar ook voor de industrie in Rotterdam en Maasvlakte en voor de glastuinbouw in het Westland/Delfland. Deze aanvoer is voor het merendeel afhankelijk van de inlaat in het Spui, die de komende decennia kwetsbaar wordt voor achterwaartse verzilting (zie paragraaf 1.4 Klimaatopgaven van de toekomst).



07 Start van het zoetwaterinfuus. De afdamming van de Brielse Maas in 1950.



09 Het huidige watersysteem in beeld.

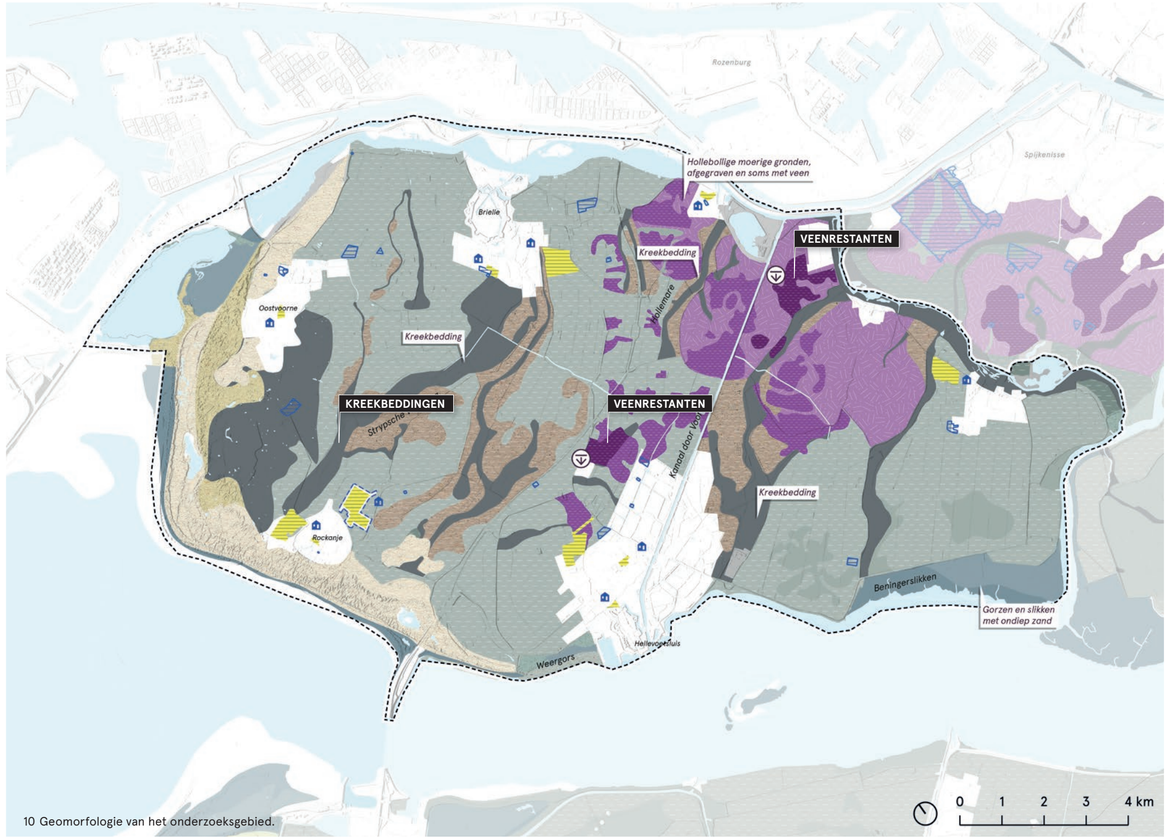
1.3. HET HUIDIGE WATERSYSTEEM

Vandaag de dag dient het Brielse Meer als infuus van zoetwateraanvoer voor het hele voormalige Eiland van Voorne. Verdringingsreeks voor zoetwater geeft voorrang aan industrie in de havan van Rotterdam en het Westland, waardoor landbouw pas als laatste aan de beurt komt ten tijde van (extreme) waterschaarste. Dit kan in de toekomst, wanneer de aanvoer van zoetwater via het Spui naar het Brielse Meer, grote gevolgen hebben voor de landbouw en de natuur op het voormalige Eiland.

Binnen het eiland wordt het water gecontroleerd via een complex systeem van inlaten en afvoergemalen, die via hoofdwateren en sloten natuur en landbouw voedt. Regenwater dat valt op de hogere duinen in het westen wordt ook via dit systeem afgevoerd. Vervolgens watert een groot deel van het water af via het Kanaal van Voorne. In geel zijn de huidige woningbouwlocaties op het Eiland aangegeven. Met zwarte tekstballonnen zijn de grootste knelpunten in het watersysteem voor de toekomst aangegeven.

LEGENDA

- Zoet water *bron: Flows Platform*
- Brak water *bron: Flows Platform*
- Zout water *bron: Flows Platform*
- Boezem *bron: Waterschap Hollandse Delta*
- KRW water
- Hoofdwaterloop *bron: Waterschap Hollandse Delta*
- Stuw *bron: Waterschap Hollandse Delta*
- Aanvoer water (gemaal of inlaat) *bron: Waterschap Hollandse Delta*
- Afvoergemaal
- Afvoer- en inlaatgemaal *bron: Waterschap Hollandse Delta*
- Bemalingsgebied *bron: Waterschap Hollandse Delta*
- Peilgebieden (v.l.n.r. 0 tot -3 NAP) *bron: Waterschap Hollandse Delta*
- Nieuwbouwplannen *bron: Gemeente Voorne aan Zee*



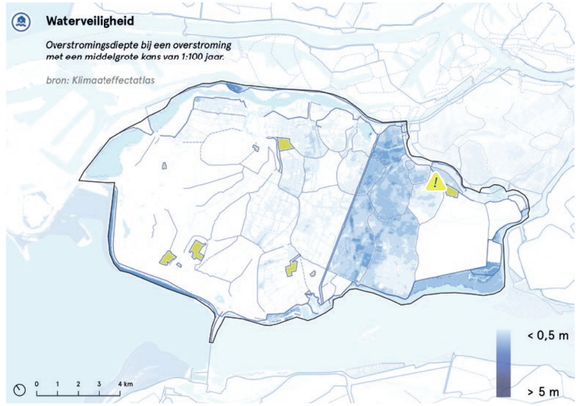
10 Geomorfologie van het onderzoeksgebied.

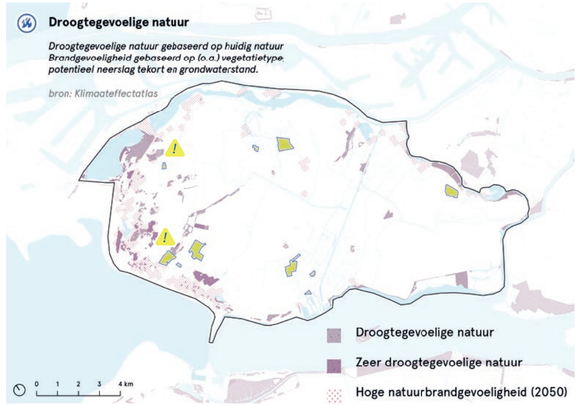
1.4. BODEMSYSTEEM GEVORMD DOOR DYNAMIEK DELTA

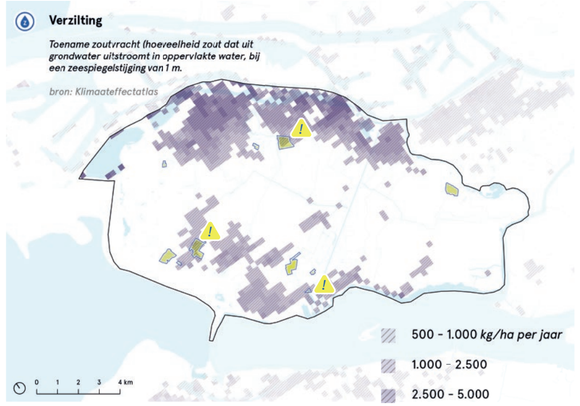
De geomorfologische kaart toont de eerder genoemde dynamiek van het open watersysteem goed. Van west naar oost zien we meerdere voormalige kreken sediment hebben achtergelaten en een gradientrijk landschap van kreekbeddingen en zanderige kreekruggen hebben achtergeloten. In het noordoosten van het Eiland zien we nog veenresteanten en gemoerde getijdeafzettingen, herinneringen aan het moerneringsverleden van het Eiland. De duinen aan de westzijde van het Eiland liggen hogeren infiltreren regenwater, hieronder ligt een zoetwaterbel die verzilting vanuit de bodem remt. In geel zijn de huidige woningbouwlocaties op het Eiland aangegeven.

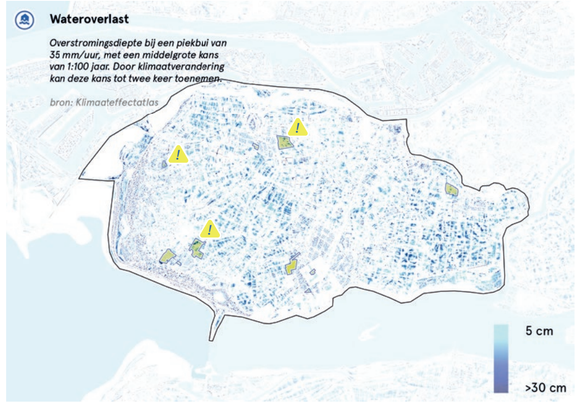
LEGENDA *bron: WUR*

- Lage kustduin
- Hoge kustduin
- Vlakte van getijafzettingen
- Welvingen in getijafzettingen
- Stroomrug
- Kreekbedding
- Gemoerde getijafzettingen
- Veenresten
- Hollebollige, gemoerde zeekleigronden
- Gorsvaaggronden
- Slikvaaggronden
- Risico bodemdaling
- Gebied van archeologisch belang









1.5. KLIMAATOPGAVEN VAN DE TOEKOMST

Door een projectie van verschillende klimaateffecnten (via klimaateffectatlas) over de kaart van Voorne te leggen zien we verschillende opgaven voor de toekomst. Telkens zijn de woningbouwlocaties die risico lopen bij het betreffende klimaatopgaven met een uitroepteken in de kaart aangegeven.

Allereerst waterveiligheid, bij een overstroming met een middelgrote kans (1:100 jaar) zien we een overstromingsdiepte van ongeveer 1 meter in de polders ten oosten van het Kanaal van Voorne.

Door klimaatverandering verandert ook de natuur. Dat gebeurt nu al, en de verwachting is dat die ontwikkeling zich in de toekomst voortzet. Vooral de toenemende droge zomers zorgen voor grote veranderingen en kunnen natuurschade veroorzaken. De natuur op de hogere zandgronden in de duinen is hier vooral gevoelig voor.

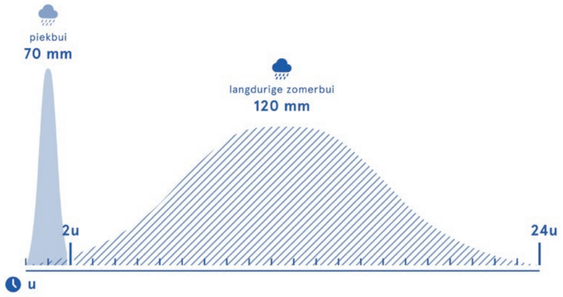
Door zeespiegelstijging neemt verzilting sterk toe, vooral in polders net achter de duinenrij. Hier drukt het gewicht van de zee het zoute grondwater omhoog. Verzilting gaat steeds sneller als zeespiegel verder stijgt. Als zout grondwater naar boven komt, komt er ook dieper grondwater mee omhoog. Dit diepe grondwater is nog zout van de tijd dat de zee tot ver in Nederland kwam. Omdat er steeds meer van dit zoute diepe grondwater mee omhoog komt, verloopt het proces van verzilting niet één op één op met de toenemende zeespiegelstijging. De hoeveelheid verzilting neemt steeds sneller toe naarmate de zeespiegel verder stijgt. Deze kaart toont de toenname van zoutvracht met 1 meter zeespiegelstijging. In de KNMI'23-klimaatscenario's wordt rond het jaar 2100 een zeespiegelstijging voor de Nederlandse kust verwacht die uiteenloopt van minder dan 1 meter tot wel 2,5 meter.

Hevige neerslag over een korte periode kan lokaal zorgen voor wateroverlast. Dit type wateroverlast komt het meest voor bij wolkbreuken in de zomer. De kaart toont de waterdiepte op straat na extreme piekbuien. De kaart voor een bui van 35 mm in 1uur laat zien waar regenwater zich ophoopt en hoe diep dit water op straat of in tuinen komt te staan. Dit is een 1:100 bui, maar die door klimaatverandeirng in 2050 al 2x vaker voor kan komen dan nu. In de duinen zien we kleinere plassen ontstaan, in de polders grotere velden. Toename piekbuien heeft daarnaast ook invloed op rivierafvoer en daarmee impact op waterveiligheid.

Met name de laatste twee kaarten, hevige neerslag en verzilting, tonen de grootste impact op het landgebruik door klimaatveranvdering. Verzilting van de bodem en het opperlvaktewater dat toeneemt door stijgende zeespiegelstijging, door minder aanvoer van zoetwater in de zomer, en door verdamping van het oppervlaktewater, en het inrichten van het landschap voor langdurige zomerbuien en piekbuien. Er zijn dus kortere perioden met te veel (zoet) regenwater, en een zeer lang proces van toenemende verzilting. Op de volgende pagineas worden deze uitdagingen verder toegelicht.

11 Rechts: vier deelkaarten van klimaatopgaven op het Eiland van Voorne. Bewerking van klimaateffectatlas.

1.5.A. LANGDURIGE ZOMERBUIEN, PIEKBUIEN EN ACHTERWAARDSE VERZILTING



12 Klimaattrend: lichte zomerbuien in de toekomst afnemen, terwijl zware buien met extreme neerslag juist toenemen. Ontwerp voor 120mm over 24uur én voor 70mm in 2 uur. Verschil tussen een intense piekbui en een langdurige zomerbui in een tijdlijn van 24 uur.

Tijdens dit ontwerpend onderzoek is een nieuwe norm voor klimaatadaptatie voor nieuwbouw geïntroduceerd. Het kabinet hanteert inmiddels een landelijke klimaatnorm van 120 mm in 24 uur voor nieuwbouwwoningen om wateroverlast en klimaatschade te voorkomen.
Een 120mm in 24uur bij is een zware, langdurige zomerbuien is een beschrijving van een klimaattrend. Uit de KNMI'23-scenario's blijkt dat lichte zomerbuien in de toekomst afnemen, terwijl zware buien met extreme neerslag juist toenemen. Dergelijke hoeveelheden komen doorgaans alleen voor tijdens zware, langdurige zomerbuien (zoals in Limburg in 2021) of bij zeer zware weersystemen Volgens de beleidsbrief van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat wil het kabinet uiterlijk in 2030 een landelijke norm invoeren voor wateroverlast bij nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen, waarbij nieuwbouwwoningen bestand moeten zijn tegen een bui van 70 millimeter regen in één uur en 120 millimeter in 24 uur, zonder dat wateroverlast ontstaat.

Een nieuwbouwlocatie daarom bestand te zijn tegen de piekbui (70/2) en voldoen aan de nieuwe norm (120/24), en andersom. Robuust ontwerpen vraagt dus om snelle opvang van piekintensiteit én voldoende bergingscapaciteit voor grotere volumes. In de praktijk betekent dit meer ruimte voor water in het ontwerp wadi's, infiltratievelden, groene daken, waterpleinen en minder afhankelijkheid van het riool als enige afvoerroute. Dit zijn waardevolle bouwstenen voor de ontwikkeling in het Lange Lant (zie hoofdstuk 4) en voor andere stedenbouwkundige ontwikkelingen (zie hoofdstuk 3).

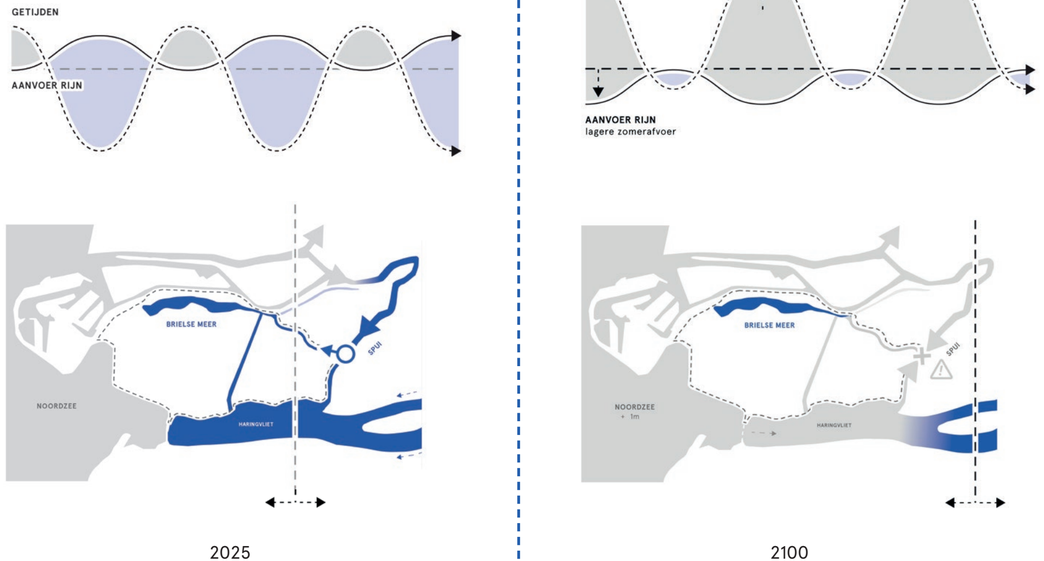
Achterwaardse verzilting wordt een uitdaging.
Achterwaartse verzilting is het proces waarbij zout water via de rivier of het oppervlaktewatersysteem stroomopwaarts (landinwaarts) binnendringt, tegen de normale stroomrichting van het zoete water in.

Voor Voorne werkt dit als volgt: het Brielse Meer krijgt zijn zoetwater via de inlaat bij het Spui. Bij lage rivierafvoeren, zoals tijdens droogte, daalt het zoete "tegendruk"-debiet vanuit de rivieren. Daardoor kan zout water vanuit zee (via de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet-Spui-systeem) verder landinwaarts opdringen dan normaal, tot aan of zelfs voorbij de inlaatpunten die het Brielse Meer van zoetwater voorzien. Met 1 meter zeespiegelstijging verandert deze balans structureel. De zoutwatertong in de Nieuwe Waterweg schuift verder landinwaarts op. Dit betekent dat de inlaat bij het Spui vaker en langduriger blootstaat aan verzilt water, ook buiten extreem droge periodes. Wat nu nog een incidenteel risico is bij langdurige droogte, wordt bij hogere zeespiegel een structureel terugkerend probleem, ongeacht het seizoen.

De onzekere zomerse rivieraanvoer versterkt dit risico verder. Rijn- en Maasafvoeren zijn in de zomer steeds minder voorspelbaar door langere droogteperiodes; wanneer de rivieraanvoer wegvalt, verdwijnt ook de "zoete tegendruk" die zout water normaal op afstand houdt bij de inlaatpunten. Juist in de zomer, wanneer de zoetwatervraag voor landbouw, drinkwater en industrie het hoogst is, valt zo het moment samen waarop het inlaatwater het meest kwetsbaar is voor verzilting.

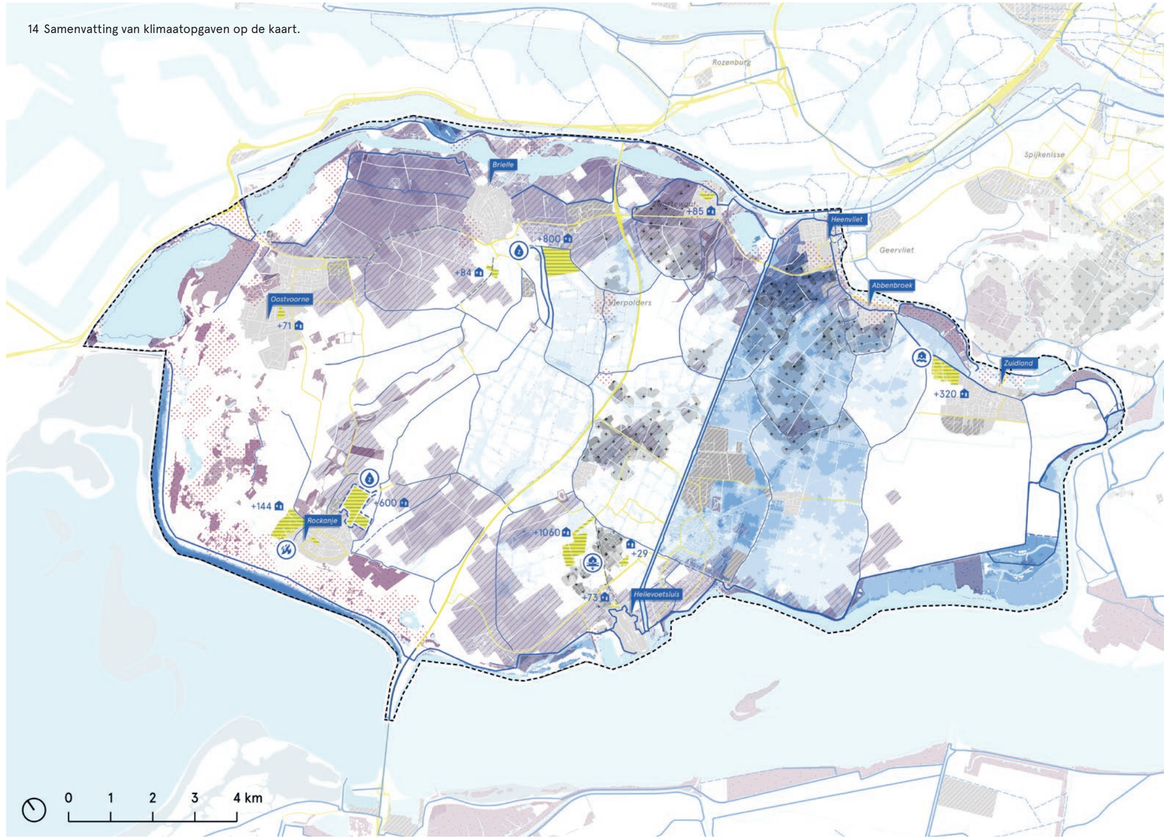
Het Kierbesluit (sinds 2018) versterkt deze kwetsbaarheid verder: door de Haringvlietsluizen periodiek op een kier te zetten voor vismigratie, verzilt het westelijke deel van het Haringvliet. Voor Voorne-Putten moesten de landbouwwaterinnamepunten bij Hellevoetsluis en Oudenhoorn hierdoor al worden verplaatst. De zoetwatergrens in het Haringvliet schuift zo verder op naar het oosten, terwijl de druk vanuit zee via de Nieuwe Waterweg tegelijkertijd toeneemt.

De combinatie van deze factoren is bijzonder ongunstig voor Voorne: zeespiegelstijging duwt de zoutgrens structureel op, de zomerse zoetwateraanvoer die dit zou moeten compenseren wordt onbetrouwbaarder, en het Kierbesluit heeft het brakke areaal in de directe omgeving al vergroot. Het gevolg is dat het Brielse Meer, momenteel een robuuste zoetwaterbuffer, op termijn niet langer gegarandeerd zoet gehouden kan worden via de huidige inlaatstrategie bij het Spui, met directe gevolgen voor de landbouw, glastuinbouw in het Westland en de industriewatervoorziening in de Rotterdamse haven.



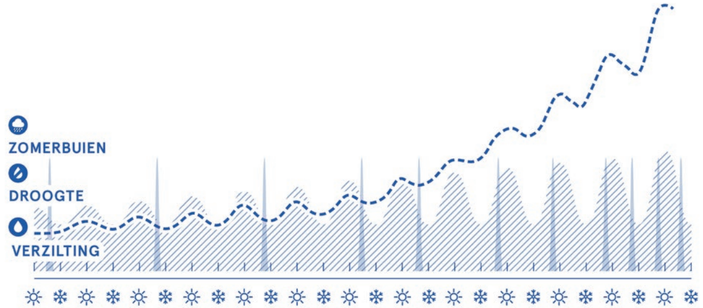
13 Links de huidige dynamiek rondom het eiland, grijs = zout, blauw = zoet. Rechts de toekomstige dynamiek waarin de zoet-zout grens naar het oosten verschuift voorbij een belangrijke inlaat van het Brielse Meer. Er is dus meer lokale waterbuffer nodig.

14 Samenvatting van klimaatopgaven op de kaart.



1.5.B. EXTREMEN WORDEN GROTER EN NEMEN TOE IN FREQUENTIE

In de toekomst zal het landgebruik daarom, zeker op de langere termijn, moeten worden aangepast aan verziltende condities die zich geleidelijk vanuit het zuiden (waar de zoetwateraanvoer het eerst afneemt) naar het noorden verplaatsen, richting de zoetwaterbuffer van het Brielse Meer. Tegelijk zal het eiland een grotere eigen zoetwaterbuffer moeten opbouwen, bijvoorbeeld door bredere droge beddingen van watergangen aan te leggen of kreekbeddingen in te richten als waterbuffer. Dit wordt extra urgent door de verdringingsreeks, waarin de waterbehoefte van de industrie, die eveneens water uit het Brielse Meer onttrekt, prioriteit krijgt boven andere gebruiksfuncties.



15 De zeespiegel zal ook na 2100 door blijven stijgen, hierdoor zal verzilting nog verder toenmene, ook in de zomer met meer droget meer zoute kweldruk. Door klimaatverandering zullen alle extremen toenemen in frequentie.

LEGENDA

Woningbouw

Lopende woningbouwprojecten op het eiland van Voorne (in planvorming/uitvoering) gebaseerd op voornaanzee.nl/bouwprojecten

- Nieuwbouwplannen *bron: Gemeente Voorne aan Zee*
- Belangrijke wegen *bron: NWB*
- Bestaande kernen *bron: CSH*

Waterveiligheid

Overstromingsdiepte bij een overstroming met een middelgrote kans van 1:100 jaar.

bron: Klimaateffectatlas

- < 0,5 m
- > 5 m
- Primaire dijk
- Regionale dijk
- Verdwenen dijk

Verzilting

Toename zoutvracht (hoeveelheid zout dat uit grondwater uitstroomt in oppervlakte water, bij een zeespiegelstijging van 1 m.

bron: Klimaateffectatlas

- 500 - 1.000 *kg/ha per jaar*
- 1.000 - 2.500
- 2.500 - 5.000
- 5.000 - 10.000
- > 10.000 *(sterke verzilting)*

Droogtegevoelige natuur

Droogtegevoelige natuur gebaseerd op huidig natuurtype. Brandgevoeligheid gebaseerd op (o.a.) vegetatietype, potentieel neerslag tekort en grondwaterstand.

bron: Klimaateffectatlas

- Droogtegevoelige natuur
- Zeer droogtegevoelige natuur
- Hoge natuurbrandgevoeligheid (2050)

Bodemdaling

Verwachte bodemdaling tot het jaar 2100, veroorzaakt door veenoxidatie als gevolg van ontwatering.

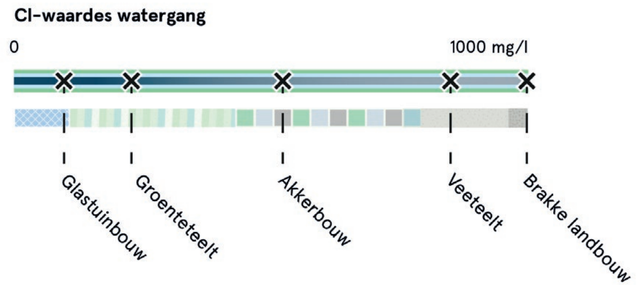
bron: Klimaateffectatlas

- Vrij sterk (20-60cm)
- Zeer sterk (>60cm)

2. EEN ROBUUST SYSTEEMONTWERP VOOR HET EILAND VAN VOORNE



16 Hoogte kaart met in blauw mogelijke zoetwaterbuffers aangegeven. Onder: landgebruik in relatie tot chloridewaarden, legenda van kaart bladzijde 32.



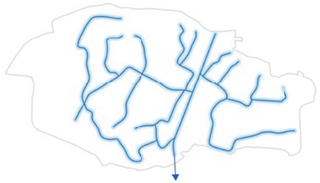
2.1 VERZILTING ALS STUREND PRINCIPE VOOR RUIMTELIJKE ORDENING

In hoofdstuk 1 werden de grootste klimaatuitdagingen voor het eiland van Voorne benoemd. Het geleidelijk laten meebewegen van het landschap met ziltere condities, gecombineerd met het opslaan van zoetwater tijdens piekbuien en langdurige zomerregens, vormen twee kernprincipes voor een robuust systeemontwerp van het eiland van Voorne. De kaart hiernaast toont waar over het eiland laagte in hetlandschap liggen die geschikt zijn voor regionale waterberging, de voormalige kreekbeddingen. Mogelijk is ook het voormalig inudatiegebied van de stelling uit de 18e eeuw hiervoor geschikt.

Gelukkig heeft niet elk type landgebruik dezelfde waterkwaliteit nodig. De maat voor het zoutgehalte van water is het chloridegehalte: het aantal milligram chloride-ionen per liter water (mg Cl/l). Hoe hoger deze waarde, hoe zouter het water. Water met minder dan 300 mg Cl/l geldt als zoet; daarboven spreekt men van (zeer) licht brak water, oplopend tot matig en sterk brak water boven de 3.000 respectievelijk 10.000 mg Cl/l.

Verschillende vormen van landgebruik verdragen sterk uiteenlopende chloridewaarden. Glastuinbouw en vollegrondsgroenteteelt zijn relatief gevoelig en ondervinden al schade vanaf 400 tot 600 mg Cl/l. Akkerbouwgewassen zoals aardappelen en mais zijn robuuster en verdragen chloridewaarden tot 700 à 800 mg Cl/l, terwijl grassen en granen doorgaans nog verder kunnen gaan. Veeteelt is nog minder kwetsbaar: melkvee kan zelfs water met een chloridegehalte tot 3.000 mg Cl/l nog drinken, wat neerkomt op licht brak water.

Aan het zoutste eind van het spectrum staat een groeiende categorie zilte teelten, gewassen die juist gedijen bij hoge chloridewaarden. Op de Zeeuwse en Waddenkust worden al zeegroenten als zeekraal en lamsoor geteeld, en lopen proeven met zilte aardappelrassen op brakke grond. Deze teelten vormen voorlopig een nichemarkt, maar bieden een concreet perspectief voor landgebruik in de meest verziltende delen van het eiland.



1. Robuuste watergangen met grotere bergingscapaciteit

Ontwerp watergangen als een breed en dynamisch. Door watergangen minimaal 4 meter breed te maken, flauwe oevers (1:5 tot 1:10) toe te passen met inhammen, luwte zones en ondiepe delen, wordt de fysieke bergingscapaciteit vergroot . Bovendien stimuleert een open en breed profiel de windmenging en lichttoetreding, wat cruciaal is om zuurstofloosheid in stilstaand water te voorkomen.



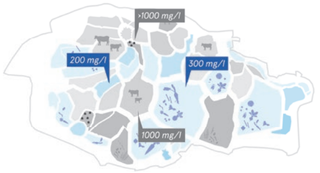
2. Watergangen voorbereid op verzilting en brakke omstandigheden

Accepteer brak water als basis op sommige plekken. Stop met het kunstmatig doorspoelen met zoet water. Om zoute kwel vanuit de ondergrond niet onnodig aan te trekken, moeten watergangen in de lage polders bewust ondiep blijven (maximaal 0,40 tot 0,50 meter).



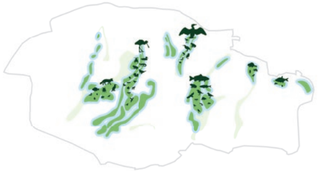
3. Waterberging in de wijk en vertraagde afvoer naar hoofdwatergangen

Vang zoet hemelwater zo hoog mogelijk op. Gebruik hiervoor ingrepen zoals bijvoorbeeld blauw-groene daken of wadi-cascades. Dit voorkomt niet alleen wateroverlast, maar buffert ook abrupte 'zoete schokken' die de brakke ecologie kunnen ontwrichten.



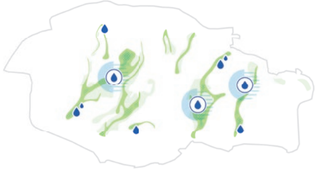
4. Laat huidig landgebruik los en beweeg mee met verzilting

Accepteer verzilting. Hoe verder verwijderd van een inlaat, hoe trager de zoetspoeling en groter de kans op periodiek brak oppervlaktewater. Hoe lager de ligging in het landschap, hoe sterker de opwaartse druk van zoute kwel. Neem dit mee in ruimtelijke ordening, bouw nieuwe woonwijken op de meest verziltende gronden.



5. Zoete enclaves als vluchtplan voor huidige ecologie

Kwetsbare, zoete soorten (zoals specifieke amfibieën, libellen en vissen) moeten beschermd worden. Creeër afgeschermde 'zoete enclaves', idealiter gesitueerd op de kreekruggen waar de natuurlijke zoetwaterlens het diksts is. Deze enclaves zijn fysiek losgekoppeld van het verziltende poldersysteem en worden uitsluitend gevoed met schoon, lokaal afgekoppeld regenwater, waardoor ze een stabiel, zoet toevluchtsoord vormen in een brak landschap.



6. Benut historische kreekbeddingen voor waterberging

Door deze natuurlijke laagtes in het landschap in te zetten als de primaire sponzen van het gebied, creëer je op een logische plek de benodigde grootschalige bergingscapaciteit voor extreme piekbuien.

17 Ontwerpprincipes voor een robuust systeem voor het Eiland van Voorne: zes principes als basis voor ontwerp.

18 Systeemontwerp voor een klimaatadaptief Eiland van Voorne.



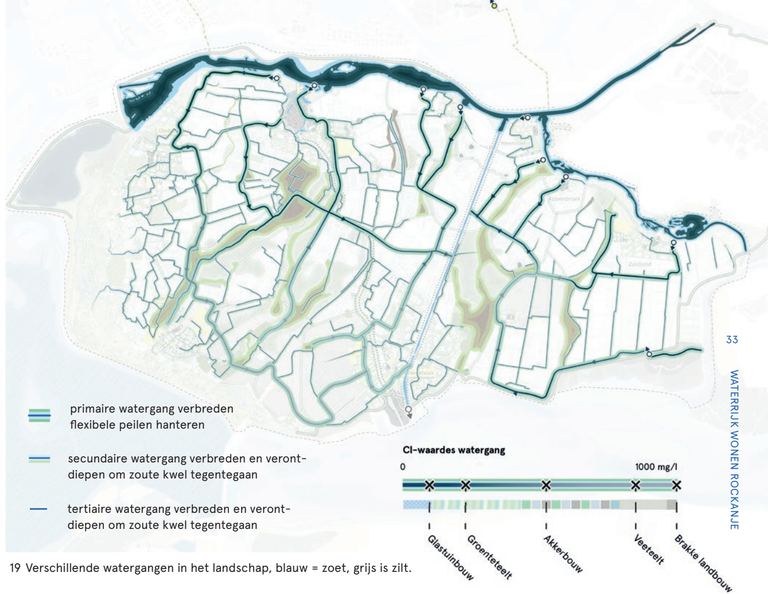
2.2. ROBUUSTE LIJNEN EN ZOETE ENCLAVES

Het ontwerp van het watersysteem op Voorne vraagt om een fundamenteel andere benadering van watergangen dan de traditionele, kunstmatig zoetgehouden polderstructuur. Zes ontwerpprincipes vormen samen de basis voor een robuust en verziltingsbestendig systeem.

Robuuste watergangen vormen de kern van deze aanpak. Door watergangen minimaal 4 meter breed te maken en flauwe oevers (1:5 tot 1:10) toe te passen met inhammen, luwtezones en ondiepe delen, neemt de fysieke bergingscapaciteit toe. Een breed en open profiel zorgt bovendien voor windmenging en lichttoetreding, essentieel om zuurstofloosheid in stilstaand water te voorkomen. Hoeken worden afgerond zodat het water beter kan doorstromen. Deze bredere, dynamische watergangen zijn tegelijk voorbereid op verzilting: in plaats van kunstmatig doorspoelen met zoet water wordt brak water op sommige plekken geaccepteerd als uitgangspunt. In de lage polders blijven watergangen bewust ondiep (maximaal 0,40 tot 0,50 meter), om te voorkomen dat zoute kwel vanuit de ondergrond onnodig wordt aangetrokken.

Om deze watergangen te voeden zonder de brakke ecologie te verstoren, wordt zoet hemelwater zo hoog mogelijk in het systeem opgevangen, bijvoorbeeld via blauw-groene daken of wadi-cascades. Dit voorkomt niet alleen wateroverlast in de wijk, maar buffert ook de abrupte "zoete schokken" die een brak ecosysteem kunnen ontwrichten bij hevige regenval.

Het vierde principe vraagt om het loslaten van bestaand landgebruik: verzilting wordt geaccepteerd als gegeven, waarbij geldt dat de afstand tot een zoetwaterinlaat en de hoogteligging in het landschap bepalend zijn voor de mate van verzilting. Hoe verder van de inlaat en hoe lager de ligging, hoe groter de kans op brak water en zoute kwel. Dit principe heeft directe gevolgen voor de stedenbouw: nieuwe woonwijken worden bij voorkeur juist op de meest verziltende gronden gesitueerd, omdat woningbouw, in tegenstelling tot landbouw, geen eisen stelt aan waterkwaliteit of chloridegehalte. Funderingen hoeven alleen bestand te zijn tegen een hoge grondwaterstand, niet tegen een hoog chloridegehalte. Verzilting wordt zo een sturend principe voor de ruimtelijke ordening: de meest verziltingsgevoelige functies (zoals glastuinbouw) verschuiven naar de minst verzilte delen, terwijl woningbouw juist ruimte kan bieden op de verziltende gronden.



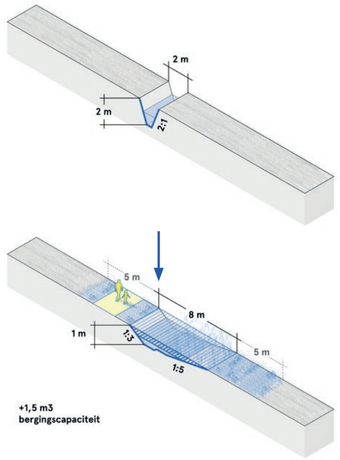
19 Verschillende watergangen in het landschap, blauw = zoet, grijs is zilt.

Tegelijk vraagt dit om bescherming van kwetsbare, zoetwaterafhankelijke ecologie. Hiervoor worden zoete enclaves aangelegd: afgeschermde plekken, idealiter op kreekruggen waar de natuurlijke zoetwaterlens het dikst is, die fysiek zijn losgekoppeld van het verziltende poldersysteem. Deze enclaves worden uitsluitend gevoed met schoon, lokaal afgekoppeld regenwater en vormen zo een stabiel toevluchtsoord voor zoetwatersoorten zoals amfibieën, libellen en vissen in een overwegend brak landschap.

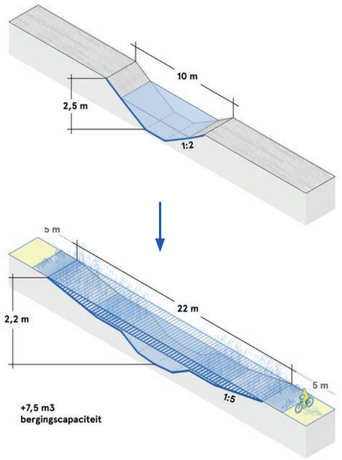
Tot slot worden historische kreekbeddingen benut als grootschalige waterbergingssystemen. Deze natuurlijke laagtes fungeren als de "buffers" van het gebied en bieden op een logische, landschappelijk verankerde plek de bergingscapaciteit die nodig is om extreme piekbuien op te vangen.

Samen vormen deze principes een systeem waarin robuuste watergangen, zoete enclaves en verziltingsgestuurde stedenbouw elkaar versterken, in plaats van een systeem dat verzilting probeert tegen te houden.

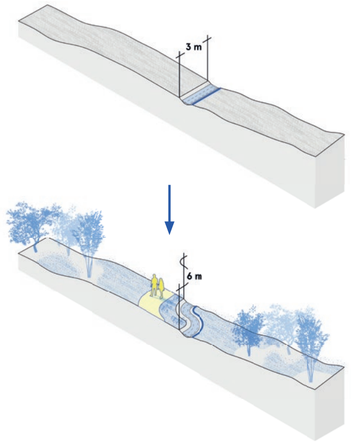
20 Vijf nieuwe profielen voor de watergangen, meer droge bedding, meer flauwe oevers en ondieper.



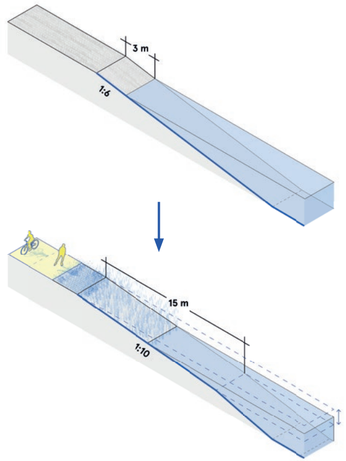
Sloot
Een asymmetrisch profiel, +1,5 m3 berging per strekkende meter



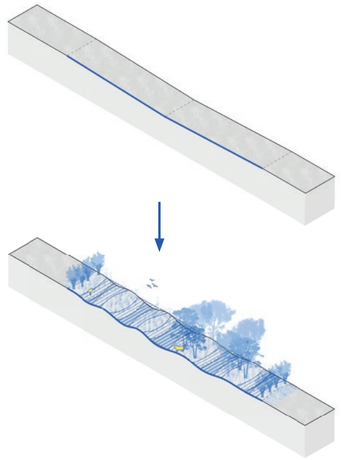
Hoofdwatergang
Een accoladeprofiel, +7,7 m3 berging per strekkende meter



Duinrel
Behoudt zijn profiel, maar wordt twee keer zo lang zodat water vertraagd afgevoerd wordt.



Brielse Meer
Ingericht op een fluctuerend waterpeil.



Kreekbedding
Buffer voor piekbuien door laagtes te verdiepen

4x breder
+1,5m³ per m¹ bergingcapactiteit

2x breder
+7,5m³ per m¹ bergingcapactiteit

2x langer
langere verblijftijd hoog in systeem

Betere kwaliteit
Door flauwe natuurvriendelijke oever

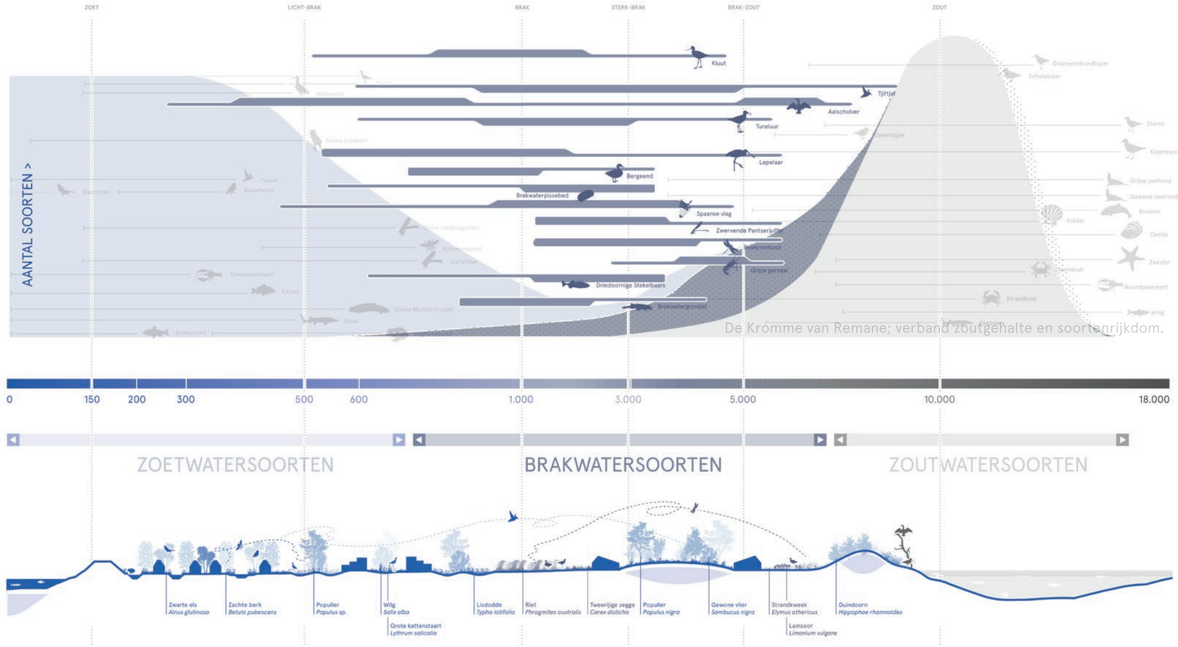
Meer peilfluctatie
Waterbuffer voor hoofdwatersysteem

2.3. VORMGEVING ROBUUSTE WATERGANGEN

Een klimaatrobuust Voorne kent meerdere typen watergangen. Elk type is zo vormgegeven dat het beter kan omgaan met de toenemende verzilting, zonder de bergings- en afvoerfunctie van het watersysteem te verliezen. Hieronder zijn de vijf belangrijkste ontwerpprincipes uitgewerkt, met als centrale opgave: meer droge bedding creëren als waterbuffer, en de vormgeving van brakke watergangen fundamenteel herzien.

De belangrijkste verandering zit in de diepte en breedte van de watergangen. In plaats van rechte, smalle en diep uitgegraven sloten, komt er variatie in diepte, waarbij vooral verondiepen centraal staat, zodat zoute kwel vanuit de ondergrond minder wordt aangetrokken. Watergangen worden breder dan 4 meter, met flauwe oevers van 1:5 tot 1:10 en natuurlijke overgangszones, in plaats van de huidige beschoeide oevers zonder natuurzone. Binnen dit bredere profiel krijgen inhammen, luwtezones en ondiepere delen een plek, wat zorgt voor variatie in stroming en habitat. Scherpe hoeken worden vermeden, zodat het water beter kan doorstromen.

Ook de omgeving van de watergang verandert mee. Overmatige beschaduwing door bomen wordt vermeden, zodat er voldoende lichttoetreding blijft. Bebouwing die nu vaak direct grenst aan het slootprofiel, maakt plaats voor een onderhoudspad dat gecombineerd wordt met fiets- en wandelroutes, met daaromheen een 5 meter brede spuitvrije zone rondom de watergang.



21 Vertaling van de Kromme van Remene en de bijzonder brakwatersoorten die in zilte gebieden leven. De grenzen tussen zoet, licht brak, brak en zout zijn diffuus en juist daar hoort een bijzonder ecosysteem bij. Stedenbouw kan als ventiel dienen om deze condities geleidelijk te houden. Onder het schema en abstractie van de doornsede van Voorne, met links het Haringvliet en recht de Noordzee.

2.4. DE GEVOELIGHEDEN VAN EEN BRAK SYSTEEM

Door verzilting te accepteren, ontstaat een uniek maar kwetsbaar zilt ecosysteem. Dit ecosysteem is gebaat bij stabiele zoutconcentraties, maar erg kwetsbaar voor plotselinge verzoeting. Het schema hiernaast is een vertaling van de curve van Remane en laat zien dat de soortenrijkdom in een brak ecosysteem niet per se hoog is, maar wel bestaat uit bijzondere soorten. Brakke natuur komt in Nederland nauwelijks voor, wat dit type ecosysteem extra waardevol maakt om te beschermen.

Voor deze ecosystemen is het daarom belangrijk om te voorkomen dat grote hoeveelheden zoet water plotseling instromen. Juist de combinatie van langdurige zomerbuien, intense piekbuien en een kwetsbaar brak ecosysteem vormt hier de ontwerpopgave. Ontwikkelingen in het landschap, zoals woningbouw, moeten daarom zo worden ingericht dat deze zoete schok voorkomen kan worden.

Om de watergangen te voeden zonder de brakke ecologie te verstoren, wordt zoet hemelwater zo hoog mogelijk in het systeem opgevangen, bijvoorbeeld via blauw-groene daken of wadi-cascades. Dit voorkomt niet alleen wateroverlast in de wijk, maar buffert ook de abrupte zoete schokken die een brak ecosysteem kunnen ontwrichten bij hevige regenval. Daarnaast zal de openbare ruimte van stedenbouwkundige ontwikkelingen zo ingericht moeten zijn dat deze dient als buffer tussen zoet regenwater en de brakke omgeving.

De centrale vraag wordt dan: hoe kan stedenbouw dienen als ventiel voor het watersysteem, waarbij zoet water lang wordt vastgehouden en vertraagd infiltreert en afvoert? Dit wordt in hoofdstuk 3 verder uitgewerkt.


duin en kwelderlandschap


schor-kwelder


schor-kwelder


vochtige duinvallei


jonge duinen


nieuwe vissoorten

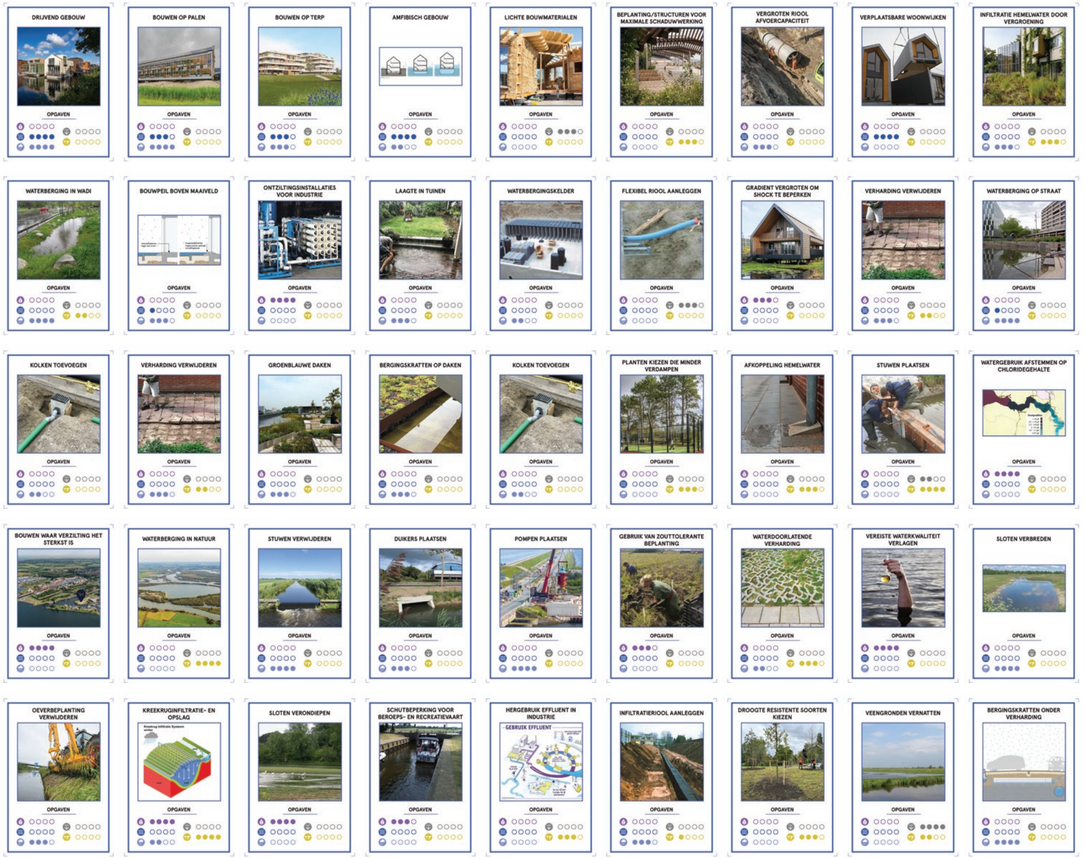

nieuwe vogelsoorten


slikkige oevers


broeileilanden

22 Verzilting accepteren levert een uniek maar kwetsbaar zilt ecosysteem op. Gebaat bij stabiele zoutconcentraties, kwetsbaar voor plotselinge verzoeting.

3. STEDENBOUW ALS HEFBOOM VOOR EEN KLIMAATADAPTIEF VOORNE



3.1. VAN MAATREGELEN NAAR NIEUW SYSTEEMONTWERP

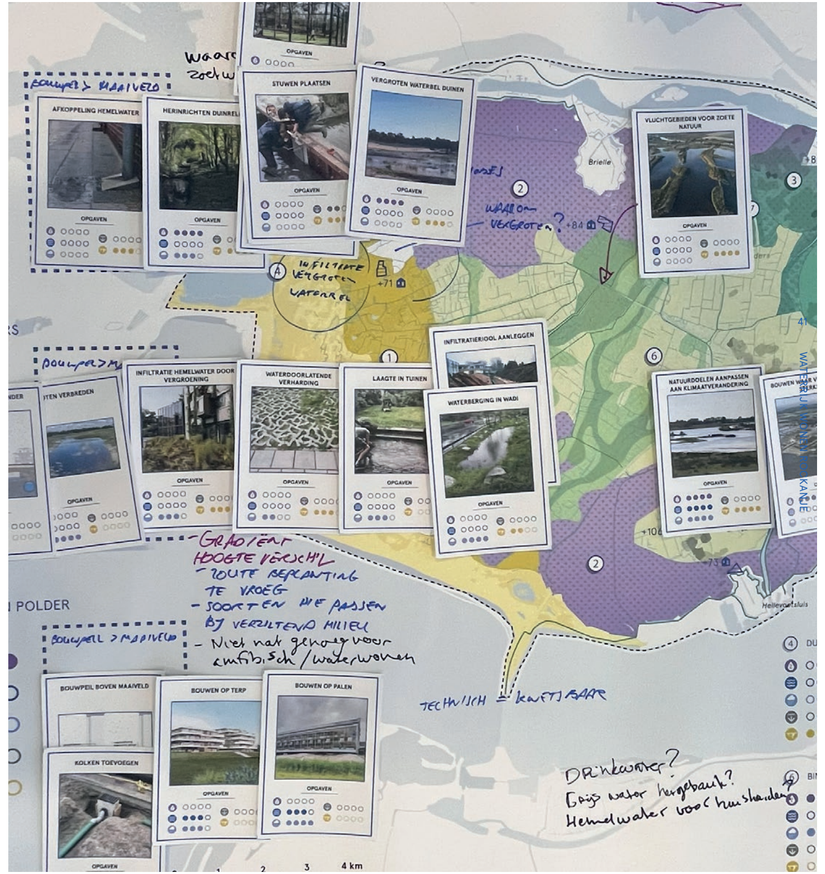
Niet een stapeling van losse, op zichzelf staande maatregelen bepaalt het succes, maar een samenhangend systeemontwerp dat schaalsprongen maakt: van sloot tot systeem, van straat tot stroomgebied. Door kleinere ontwerpingrepen bewust te plaatsen binnen het grotere hoofdwatersysteem, ontstaat maximale meerwaarde voor klimaatadaptatie. Nieuwe ruimteclaims moeten daarom passen binnen het natuurlijke water- en bodemsysteem, met voldoende veerkracht voor extremen en toekomstige veranderingen.

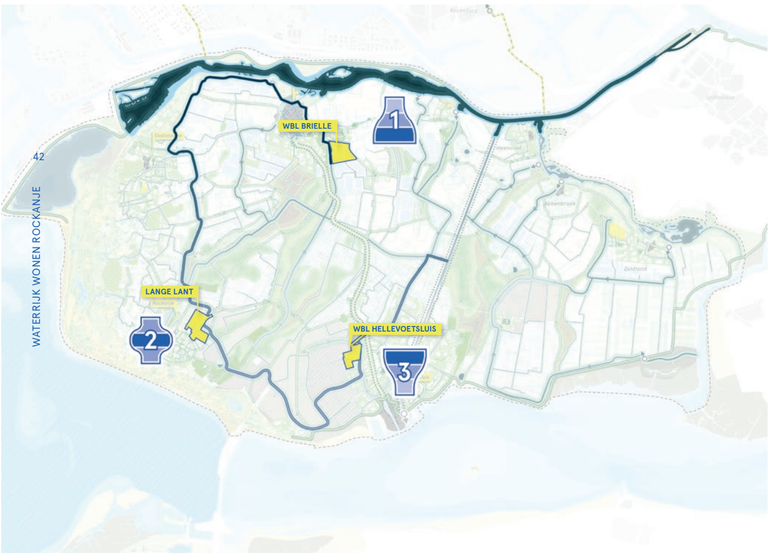
In atelier 2 is een rijke reeks van 60 klimaatadaptieve maatregelen samengesteld die toegepast kunnen worden in een klimaatadaptief ontwerp. De groep heeft voor drie woningbouwlocaties met verschillende condities een set van passende maatregelen samengesteld en samengebracht. Deze maatregelen vormen de basis voor de drie stedenbouwkundige archetypes op de volgende pagina's, elk gesitueerd op een andere positie in het nieuwe hoofdwatersysteem.

Zo maken we niet alleen de stedenbouw klimaatbestendig, maar het hele eiland klimaatrobuust: van losse ingreep naar samenhangend systeem, van sturende schaal naar solide fundament voor de toekomst.

23 Links: reeks van 60+ klimaatadaptieve maatregelen voor stedenbouwkundige ontwikkelingen.

24 Rechts: Workshop klimaatadaptieve maatregelen gelegd op verschillende woningbouwlocaties en verschillende condities.





25 Drie stedenbouwkundige archetypes langs het hoofdwatersysteem, voornamelijk zoet, zoet - brak, en brak.

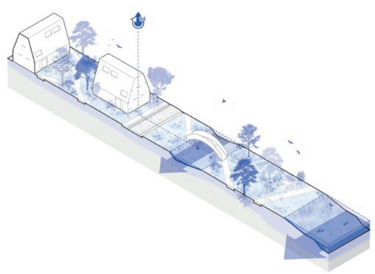
3.2. STEDENBOUW ALS VENTIEL IN HET HOOFDWATERSYSTEEM

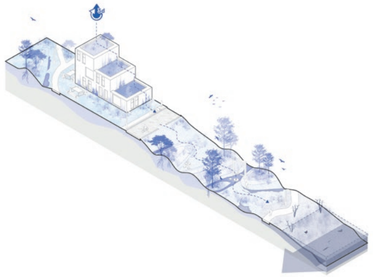
Nieuwe woningen moeten zijn voorbereid op het klimaat van de toekomst, niet op dat van gisteren. Door stedenbouw in te zetten als ventiel in het watersysteem, als buffer tussen zoet regenwater en brakker wordende condities, kan het een belangrijke rol vervullen in het klimaatrobuust maken van het hele eiland van Voorne.

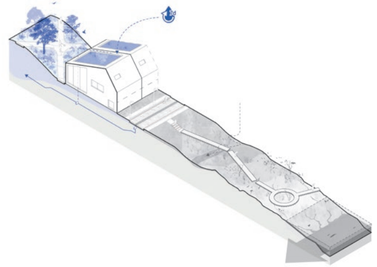
Stedenbouw kan hiervoor op drie manieren worden ingezet: door zoet water hoog in het systeem in te laten, zodat er meer doorspoeling is aan de noordzijde van het eiland; door regenwater te vertragen voordat het het brakkere hoofdwatersysteem bereikt; en door zoveel mogelijk lokaal te infiltreren en minimaal af te voeren naar het brakke landschap. De verhouding tussen afvoeren, vertragen en infiltreren verschilt per locatie in het systeem. Hiervoor zijn drie stedenbouwkundige archetypes uitgewerkt, die elk een andere positie in het systeem representeren.

Allereerst het "waterrijk woonlandschap", hoog in het zoetwatersysteem. Hier kunnen de stedenbouwkundige configuratie en de inrichting van de openbare ruimte bijdragen om zoet water het hoofdwatersysteem in te krijgen. Vervolgens het "cascaderend dakenlandschap", op de overgang van zoet naar brak, waar de nadruk ligt op vertraagde afvoer van zoetwater om de zoete schok te voorkomen. Dit is de locatie van het Lange Lant in Rockanje. Tot slot de "zoete woonenclaves", die in de toekomst in een zo zilte omgeving liggen dat zo min mogelijk regenwater het brakke ecosysteem mag verstoren.

Geschat wordt dat dit betekent dat in archetype 1 water één dag moet worden vastgehouden, en in de andere twee archetypes respectievelijk drie en zeven dagen. Dit vraagt dus ruimte in het stedenbouwkundige ontwerp en in het ontwerp van de buitenruimte.







1

1 dag vasthouden

maximaal aanvoer naar hoofdwatersysteem

Waterrijk Woonlandschap

2

3 dagen vasthouden

infiltreren en vertragen naar hoofdwatersysteem

Cascaderend dakenlandschap

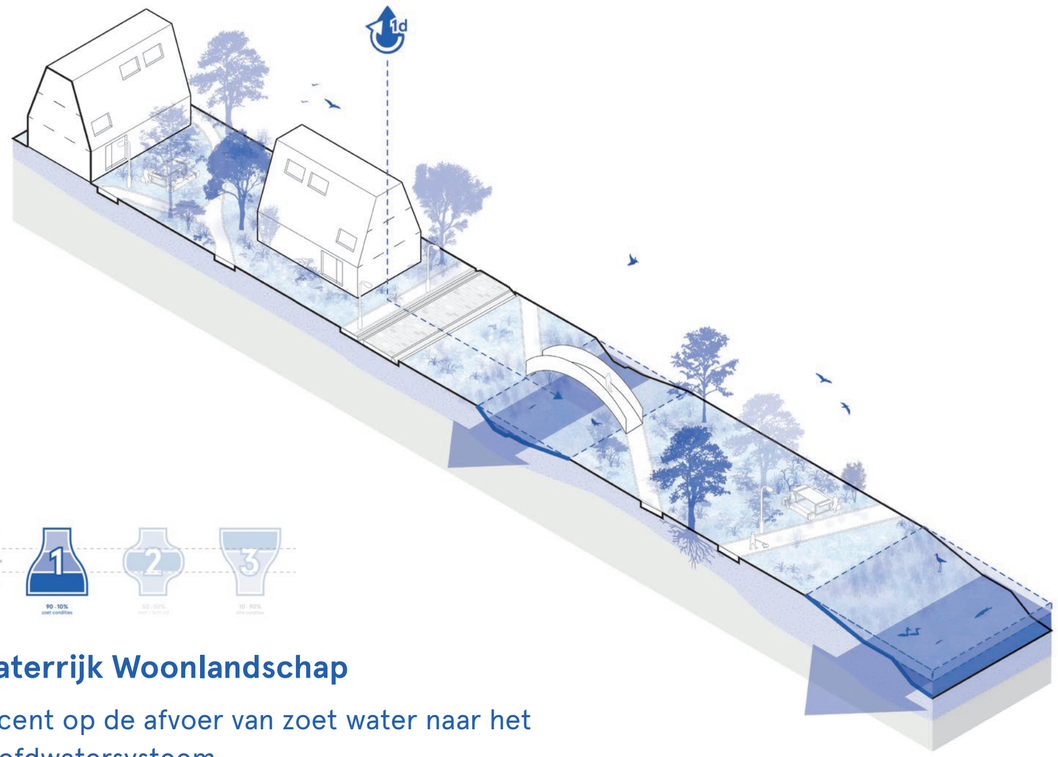
3

7 dagen vasthouden

lokaal infilteren en minimale afvoer hoofdwatersysteem

Zoete woonenclaves

26 Referentiebeelden voor stedenbouw en inrichting van de openbare ruimte.



Waterrijk Woonlandschap

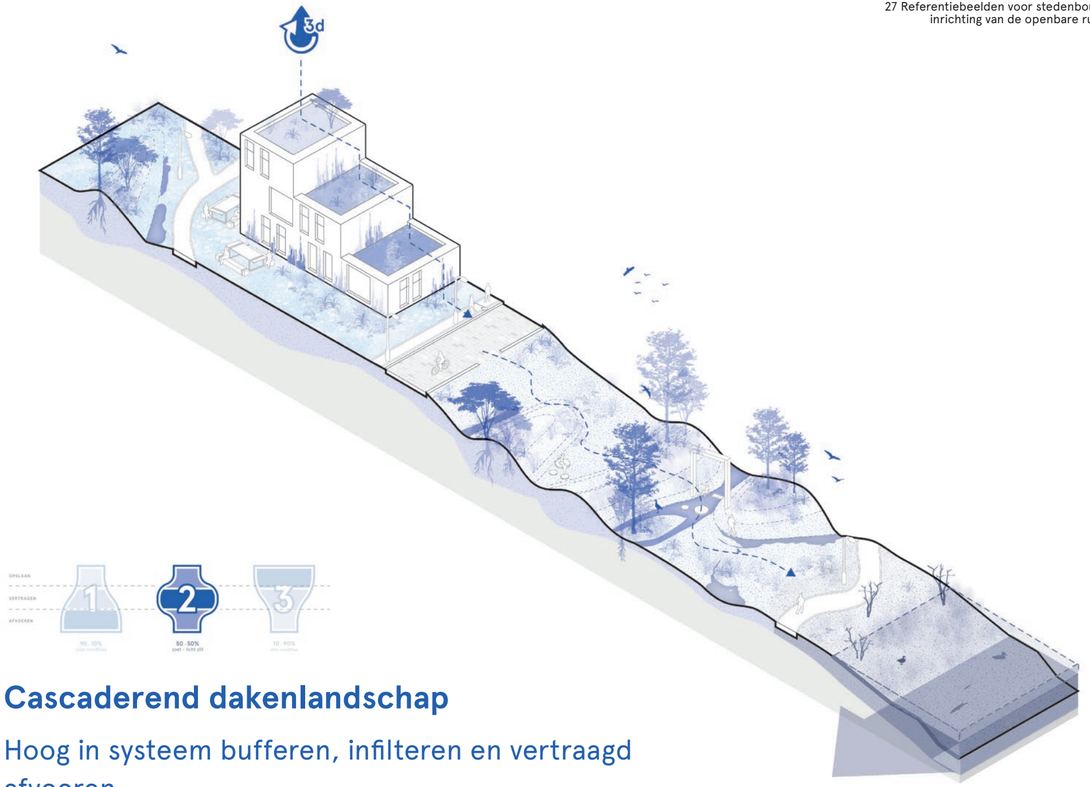
Accent op de afvoer van zoet water naar het hoofdwatersysteem.











Cascaderend dakenlandschap

Hoog in systeem bufferen, infilteren en vertraagd afvoeren.

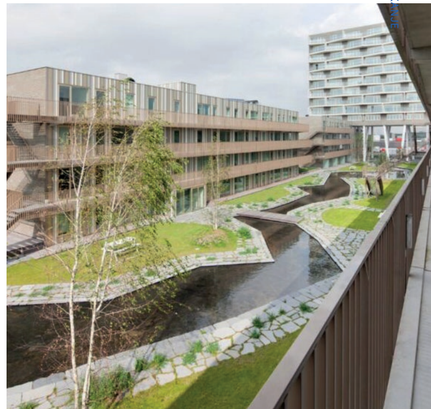
27 Referentiebeelden voor stedenbouw en inrichting van de openbare ruimte.

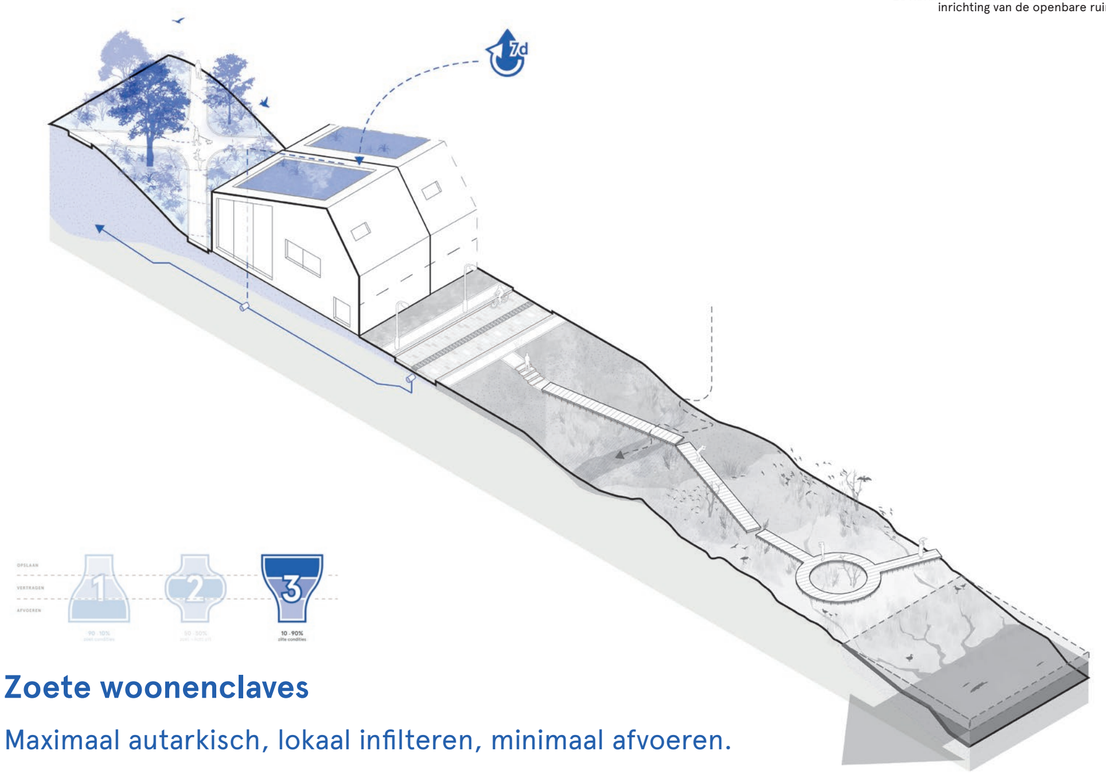












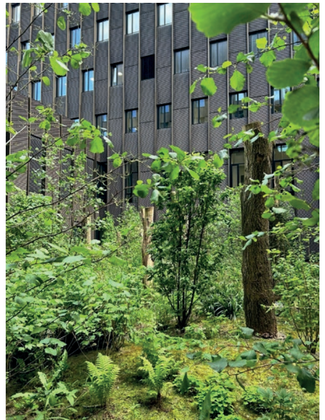
Zoete woonenclaves

Maximaal autarkisch, lokaal infilteren, minimaal afvoeren.

28 Referentiebeelden voor stedenbouw en inrichting van de openbare ruimte.













Impressie van zoete enclaves in een zilt landschap met op de achtergrond het Haringvliet. Collage van Flux landscape architecture.
Referentie gebouw in de impressie: Dorte Mandrup, 2026.

"Stedenbouw past zich aan de nieuwe condities aan, in plaats van de condities aan te passen naar de wensen van de stedenbouw."



29 Wat als water en bodem écht sturend zijn voor woningbouwlocaties? Woningbouw met maximale meerwaarde voor een klimaatadaptief landschap en een robuust watersysteem?

3.3. WATER EN BODEM STUREND VOOR WONINGBOUWLOCATIES

De voorgaande archetypes zijn gebaseerd op bestaande woningbouwlocaties op het eiland van Rockanje (de gele gebieden op de kaart op bladzijde 6). Maar wat als we het omdraaien? Wat als we redeneren vanuit het klimaatrobuust maken van het watersysteem? Waar heeft stedenbouwkundige ontwikkeling de meeste meerwaarde?

Deze omkering vraagt om een andere leeswijze van de kaart uit hoofdstuk 2. In plaats van te kijken naar waar al gebouwd wordt of waar bouwplannen liggen, kijken we naar de sleutelposities in het hoofdwatersysteem: de plekken waar zoet water het systeem binnenkomt, en waar de overgang van zoet naar brak zich bevindt. Juist op deze plekken kan stedenbouw niet alleen zichzelf beschermen tegen klimaatrisico's, maar actief bijdragen aan de veerkracht van het hele eiland.

Dat levert andere aandachtsgebieden op dan de huidige woningbouwlocaties. Woningbouw heeft de meeste meerwaarde op drie typen posities in het systeem:

Ten eerste tussen hoog en laag, bijvoorbeeld tussen piekbuigebieden en verziltingsgebieden. Hier is een ventiel om de zoete schok te voorkomen van groot belang: nieuwbouw kan zoet regenwater vasthouden en vertraagd afgeven, precies op het punt waar dit voor het systeem het meest waardevol is.

Ten tweede tussen historische kern en hoofdwatersysteem. Historische kernen zijn vaak sterk verhard en hebben weinig eigen waterbergingscapaciteit. Dit knelpunt kan worden opgelost door benedenstrooms extra bergingscapaciteit toe te voegen in nieuwe woningbouwlocaties, zoals het Lange Lant.

Ten derde in verziltende gebieden waar landbouw weinig meer oplevert. Stedenbouw heeft, in tegenstelling tot landbouw, geen behoefte aan zoet grondwater, wel aan een stabiele grondwaterstand. Juist deze gebieden, die voor landbouw steeds minder rendabel worden, bieden daarmee ruimte voor woningbouw zonder dat dit ten koste gaat van zoetwaterbeschikbaarheid elders in het systeem.

4. AANBEVELINGEN VOOR WONINGBOUW-ONTWIKKELING HET LANGE LANT

4.1. HET LANGE LANT ALS ONDERDEEL VAN EEN KLIMAATADAPTIEF VOORNE



30 Locatie van uitsnede in het systeemontwerp.

In Rockanje is het Lange Lant aangewezen als woningbouwlocatie. Het betreft een gebiedsontwikkeling van circa 600 woningen op circa 30 hectare in de ringpolder, direct ten oosten van het bestaande dorp Rockanje. Marktpartijen (AM, Synchroon/Dura Vermeer, Vorm/Van Waning) hebben hier circa 20 hectare in eigendom, de gemeente Voorne aan Zee circa 10 hectare. Het ontwerp bouwt voort op het cultuurhistorische slagenlandschap van erven en akkers en zet al in op klimaatadaptatie: het bestaande watersysteem wordt niet uitgebreid met nieuwe watergangen, maar verbreed en voorzien van natuurvriendelijke oevers, zodat het gebied circa 7% meer oppervlaktewater krijgt en circa 70 mm neerslag kan bergen. Het plan zet daarnaast in op energieneutrale en circulaire ontwikkeling (BENG-normen, een MPG onder de 0,5, biobased en houten bouw) en op een autoluwe inrichting volgens het STOMP-principe, waarbij voetganger, fietser en OV voorrang krijgen boven de auto. In het bestaande ontwerp is dus al ruimte voor klimaatadaptatie en extra waterberging opgenomen. Naar aanleiding van ons onderzoek stellen we de volgende aanscherpingen voor, om ook een bui van 120 mm in 24 uur te kunnen opvangen en tegelijk klaar te zijn voor een zilter wordend landschap.

Het Lange Lant ligt direct tegen het bestaande Rockanje aan, in een polder die tot nu toe altijd voor landbouw is gebruikt. Zoals uit de analyse in de eerdere hoofdstukken blijkt, krijgt dit gebied in de toekomst te maken met verzilting: de condities verschuiven hier geleidelijk van zoet naar brak. Ook loopt het hoofdwatersysteem langs deze locatie, een belangrijke zoetwatertoevoer voor het land dat verderop in het systeem ligt. Daarbij ligt het Lange Lant op de flank van de duinen, waardoor afstromend regenwater via Oud Rockanje hier het hoofdwatersysteem in stroomt. Dat maakt een klimaatadaptieve inrichting van deze woningbouwlocatie extra urgent: het kan een belangrijke schakel worden in het robuuster maken van het watersysteem op een grotere schaal.

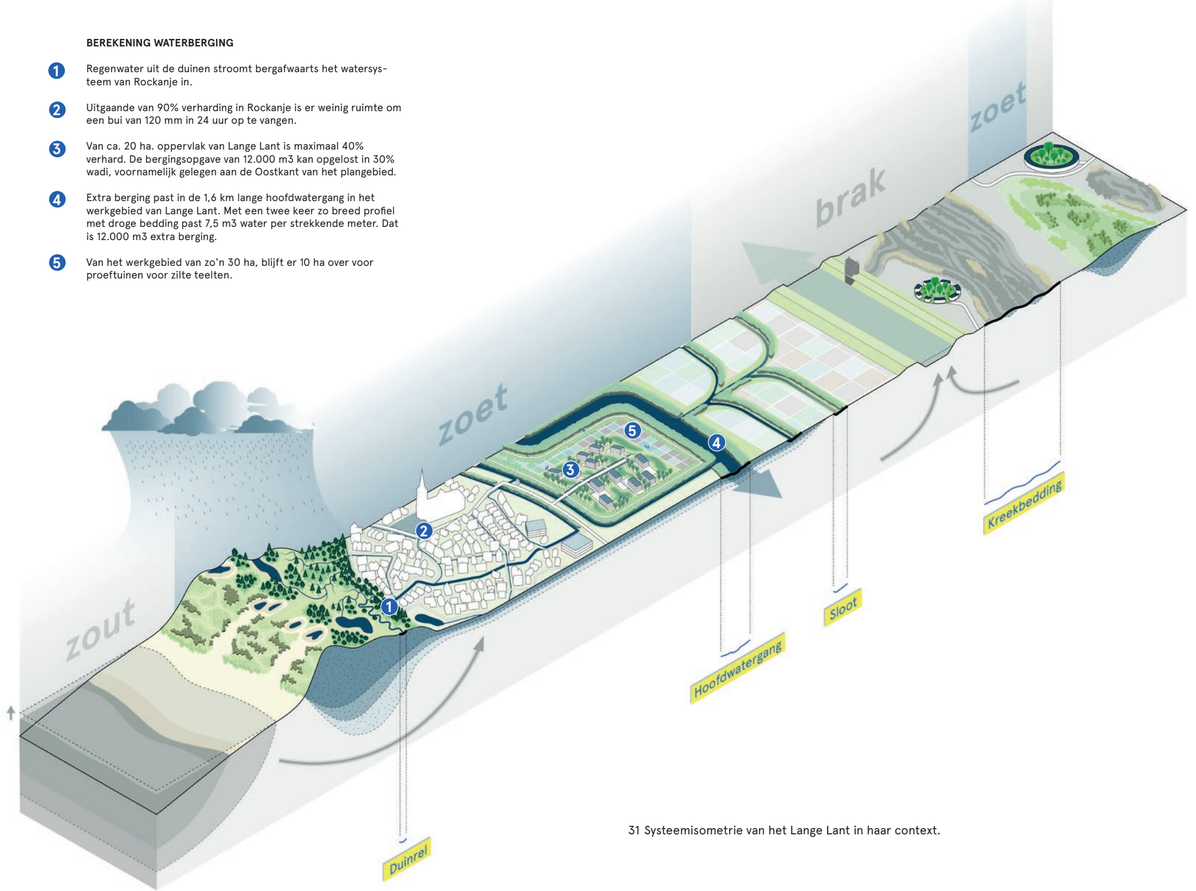
Gezien de ligging past deze plek het beste bij stedenbouwkundig archetype 2, het cascaderend dakenlandschap. Van de totale 30 hectare wordt 20 hectare bebouwd. Uitgaande van maximaal 40% verharding komt de bergingsopgave van het Lange Lant daarmee op 12.000 m3. Dit kan binnen het plangebied worden opgelost door 30% van het oppervlak in te richten als waterretentielandschap dat normaliter droog staat, zoals wadi's. Deze droge bergingen fungeren als "vingers" vanuit het hoofdwatersysteem: wadi's zijn de bouwsteen om waarde toe te voegen aan de akkers en ruimte te bieden aan overloop tijdens extreme buien.

Daarnaast passen we de hoofdwatergangen aan, zodat er in de droge bedding ruimte ontstaat voor 7,5 m3 per strekkende meter watergang. Dit is aanzienlijk meer dan de eerder genoemde 7% extra oppervlaktewater: het komt neer op bijna een verdubbeling van het oppervlaktewater. In de 1,6 kilometer lange watergang rondom het plangebied ontstaat zo ruimte voor een aanvullende 12.000 m3, een aanzienlijk deel van de waterbergingsopgave van Oud Rockanje. Van het plangebied blijft dan nog 10 hectare over. Hier kan verzilting geleidelijk worden geaccepteerd, en kan dit deel dienen als proeftuin voor zilte teelten. Oppervlaktes, getallen en afmetingen zijn gebaseerd op berekeningen van Deltares.

In de isometrie hiernaast is te zien hoe het Lange Lant onderdeel uitmaakt van het watersysteem, van duin tot hoofdwatergang. De woningbouwvormen zijn geplaatst op de plekken waar zij een logische bijdrage leveren aan het systeem. In Oud Rockanje, waar weinig ruimte is voor waterberging, ligt de focus op het afvoeren van water. In het Lange Lant wordt de wateropgave van het plangebied zelf opgelost met wadi's, en biedt het nieuwe profiel van de hoofdwatergang bovendien extra ruimte voor waterberging, bijvoorbeeld ten behoeve van Oud Rockanje.

BEREKENING WATERBERGING

1. Regenwater uit de duinen stroomt bergafwaarts het watersysteem van Rockanje in.
2. Uitgaande van 90% verharding in Rockanje is er weinig ruimte om een bui van 120 mm in 24 uur op te vangen.
3. Van ca. 20 ha. oppervlak van Lange Lant is maximaal 40% verhard. De bergingsopgave van 12.000 m3 kan opgelost in 30% wadi, voornamelijk gelegen aan de Oostkant van het plangebied.
4. Extra berging past in de 1,6 km lange hoofdwatergang in het werkgebied van Lange Lant. Met een twee keer zo breed profiel met droge bedding past 7,5 m3 water per strekkende meter. Dat is 12.000 m3 extra berging.
5. Van het werkgebied van zo'n 30 ha, blijft er 10 ha over voor proeftuinen voor zilte teelten.



31 Systeemisometrie van het Lange Lant in haar context.

5. LESSEN VOOR STEDENBOUW IN EEN VERZILTENDE OMGEVING

5.1. LESSEN VOOR BOUWEN IN VERZILTENDE OMGEVING

Conclusie

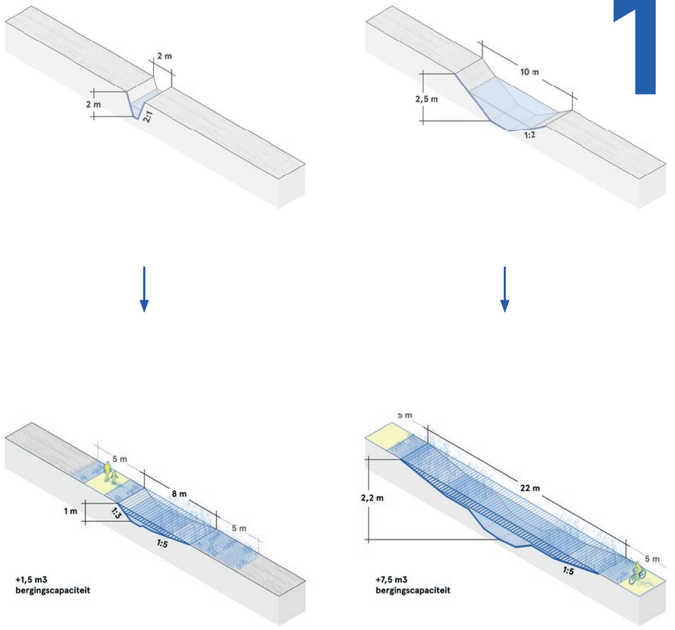
Dit ontwerpend onderzoek laat zien dat de woningbouwopgave en de klimaatopgave elkaar kunnen versterken, mits verzilting als sturend principe in de ruimtelijke ordening wordt gehanteerd. Op het Eiland van Voorne blijkt uit de analyse van het watersysteem dat zowel achterwaartse verzilting, versterkt door zeespiegelstijging, onzekere zomerse rivieraanvoer en het Kierbesluit, als de nieuwe landelijke norm voor piekbuien (70 mm in 1 uur en 120 mm in 24 uur) vragen om een fundamenteel andere inrichting van het water- en bodemsysteem. In hoofdstuk 2 is daarom een robuust systeemontwerp uitgewerkt met bredere, ondiepere watergangen, zoete enclaves en historische kreekbeddingen als waterbuffer, waarbij niet elk landgebruik dezelfde waterkwaliteit nodig blijkt te hebben: juist woningbouw, die geen eisen stelt aan chloridegehalte, kan zich goed verhouden tot de meest verziltende delen van het eiland. Hoofdstuk 3 laat vervolgens zien hoe stedenbouw als ventiel in dit watersysteem kan fungeren, door zoet water naar gelang de positie in het systeem vast te houden, te vertragen of af te voeren, en wijst aan waar stedenbouwkundige ontwikkeling voor het systeem als geheel de meeste meerwaarde heeft: tussen hoog en laag, tussen historische kern en hoofdwatersysteem, en in verziltende landbouwgebieden.

Het Lange Lant in Rockanje, uitgewerkt in hoofdstuk 4, toont concreet hoe dit principe in de praktijk werkt. Door de hoofdwatergang te verbreden tot 7,5 m³ berging per strekkende meter en 30% van het plangebied in te richten als droog waterretentielandschap, kan deze ontwikkeling van 600 woningen niet alleen in de eigen bergingsopgave voorzien, maar ook een aanzienlijk deel van de wateropgave van Oud Rockanje opvangen, terwijl een deel van het gebied ruimte biedt voor geleidelijke verzilting en zilte teelten.

Vervolgonderzoek

Naar dit specifieke raakvlak tussen stedenbouw en verzilting is tot nu toe weinig onderzoek gedaan, en dit rapport moet dan ook worden gelezen als een eerste verkenning van mogelijke woonvormen, niet als uitgekristalliseerde blauwdruk. De waarde van dit onderzoek zit vooral in het leggen van de link tussen korte termijn opgaven, zoals de woningbouwopgave, en een langzaam, langetermijnproces als verzilting. Diezelfde methode kan als voorbeeld dienen voor andere klimaatopgaven die zich over een vergelijkbaar lange termijn voltrekken, zoals sedimenthonger en zandtekorten, in combinatie met urgente korte termijn opgaven zoals woningbouw en de energietransitie. Dit onderzoek is daarmee vooral agenderend van aard: het verkent een mogelijk transitiepad naar toekomstbestendig landgebruik. De ontwerpoplossingen zijn op hoofdlijnen onderzocht en bieden aanknopingspunten voor verdiepend onderzoek, eerder dan panklare oplossingen.

Aan de hand van het onderzoek naar het Lange Lant hebben we vijf lessen opgesteld voor Waterrijk Wonen in verziltende gebieden:



1.

Benader de stedenbouwkundige opgave vanuit het hogere schaalniveau. Werk met je positie in het systeem en pas je openbare ruimte hierop aan.

Een woningbouwlocatie functioneert nooit op zichzelf, maar altijd binnen het grotere water- en bodemsysteem waarvan zij deel uitmaakt. Door eerst te bepalen waar een locatie ligt ten opzichte van zoetwaterinlaat, verziltingsgradiënt en hoofdwatersysteem, wordt duidelijk welke rol de openbare ruimte daar het beste kan vervullen: vasthouden, vertragen of afvoeren. Het Lange Lant laat zien wat dit concreet oplevert: doordat de locatie op de overgang van zoet naar zilt ligt, draagt de verbrede hoofdwatergang niet alleen bij aan de eigen bergingsopgave, maar ook aan die van Oud Rockanje.



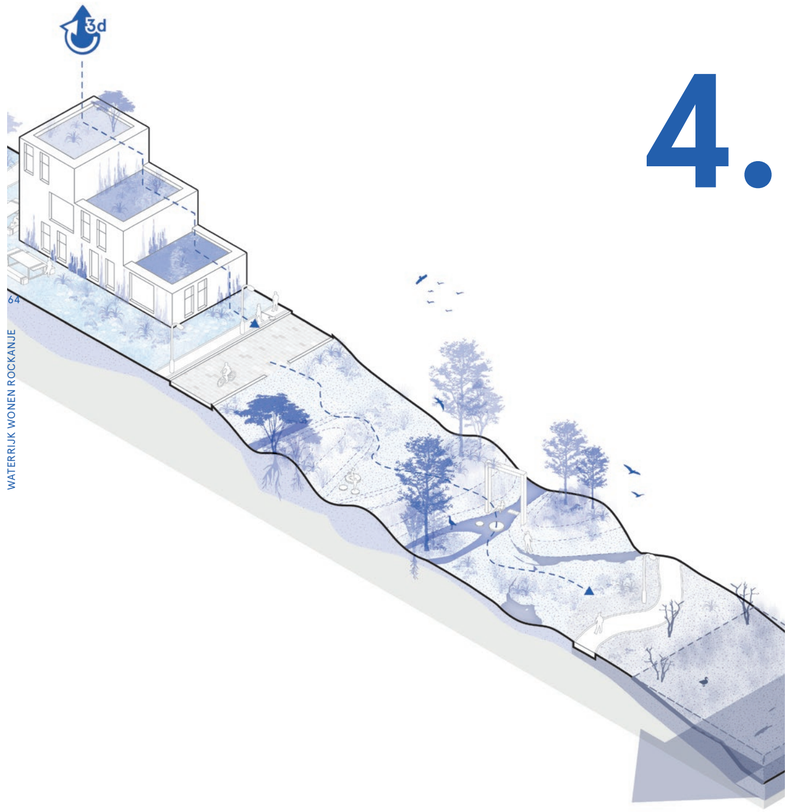
Technische maatregelen lopen tegen grenzen aan. Kies daarom voor maatregelen die met het natuurlijke systeem werken.

Doorspoelen, bemalen en kunstmatig zoethouden zijn eindige oplossingen die steeds meer inspanning en kosten vragen naarmate de verzilting toeneemt. Ontwerpoplossingen die het natuurlijke systeem als uitgangspunt nemen, zoals brede, ondiepe watergangen en zoete enclaves op kreekruggen, zijn duurzamer en vragen op de lange termijn minder onderhoud en ingrijpen dan het huidige regime van doorspoelen.



Anticipeer in het stedenbouwkundig ontwerp op verzilting op de lange termijn. Nu bijsturen bespaart uiteindelijk kosten.

Verzilting is een gestaag maar, door zeespiegelstijging, onomkeerbaar proces. Wie nu al rekening houdt met stijgende chloridewaarden, bijvoorbeeld door groenstructuur en waterberging hierop af te stemmen, voorkomt dat over enkele decennia kostbare aanpassingen nodig zijn. Zo kan een deel van het plangebied, zoals de resterende 10 hectare van het Lange Lant, nu al worden gereserveerd als proeftuin voor zilte teelten, in plaats van dit pas te doen zodra verzilting daadwerkelijk toeslaat.



4.

Behoud flexibiliteit in het stedenbouwkundig ontwerp, zodat er ruimte is voor veranderende condities en extreme omstandigheden.

De precieze snelheid en omvang van verzilting en klimaatverandering blijven onzeker. Een stedenbouwkundig ontwerp dat ruimte reserveert voor latere aanpassing, zoals extra bergingscapaciteit of uitbreidbare watergangen, kan meebewegen met deze onzekerheid in plaats van vast te lopen op een verouderde aanname. Het verbrede profiel van de hoofdwatergang bij het Lange Lant is zo'n voorbeeld: het biedt met de aanbevelingen al meer capaciteit dan strikt noodzakelijk, zodat het systeem kan meegroeien met toekomstige piekbuien.



5.

Door verzilting als sturend ontwerpprincipe te hanteren, ontstaat een langetermijnperspectief op een aantrekkelijk, klimaatbestendig landschap.

Verzilting hoeft niet enkel als bedreiging te worden gezien, maar kan als leidend ontwerpprincipe juist bijdragen aan een landschap met eigen identiteit en kwaliteit. Door functies zoals woningbouw, landbouw en natuur bewust te positioneren op basis van hun tolerantie voor zilt water, zoals woningbouw op de meest verziltende gronden en glastuinbouw juist niet, ontstaat een robuust en tegelijk aantrekkelijk woonlandschap voor de lange termijn.

BRONNENLIJST

Benschop, B. (2022). Historische atlas van Voorne-Putten (2e druk). WBOOKS.

Defacto Stedenbouw. (2025). *Water en bodem sturend: Onderlegger voor integrale afwegingen in gebiedsprocessen Zuid-Holland* (Rapport april 2025). In opdracht van provincie Zuid-Holland en de betrokken waterschappen.

Defacto Stedenbouw & Gemeente Rotterdam. (z.d.). *Koele plekken in de Rotterdamse buitenruimte.* Stimuleringsfonds Creatieve Industrie, Voucherregeling Ruimtelijk Ontwerp – Ruimte voor klimaat en energie #1.

Dekker, R. P. (2015). *De Bernisse: Een rivier gelegen tussen Voorne en Putten zoals het was en is geworden*. Eigen beheer.

Deltares, atelier GROENBLAUW, WEnR, TNO, Tauw, Bosch Slabbers & NKWK-KBS. (2021). *Klimaatbestendige stad: Handout* (december 2021).

De Geobronnen. (2019, 20 januari). *Haringvliet krijgt weer eb en vloed.* Geraadpleegd op 12 maart 2026, van https://geobronnen.com/haringvliet-krijgt-weer-eb-en-vloed.html.

Freijsen, N. (2010). De oude kreek Strype op Voorne: Van getijdenkreek naar watering en terug. *Historisch-Geografisch Tijdschrift, 28*(2), 68–77.

Gemeente Brielle. (2019). *Werken aan de polders: Handboek kwaliteitsverbetering buitengebied gemeente Brielle.*

Gemeenten Brielle, Hellevoetsluis, Nissewaard en Westvoorne, & Waterschap Hollandse Delta. (2018). *Voorne-Putten houdt het hoofd koel: Strategie voor een klimaatbestendig eiland.*

Grootnissewaard.nl. (2016, 5 oktober). *Nieuwe inlaat bij Beningerwaard onthuld.* Geraadpleegd op 8 april 2026, van https://www.grootnissewaard.nl/nieuws/actueel/59178/nieuwe-inlaat-bij-beningerwaard-onthuld.

Keller, F. (Samensteller). (2004). *Brielse Maas-tocht* (1e editie). Vereniging Vrienden van het Historisch Museum Den Briel.

Kolen, B., Valkenburg, L., & Nillesen, A. L. (2023). *Ruimtelijk afwegingskader klimaatadaptieve gebouwde omgeving* (Definitieve rapportage, september 2023). HKV lijn in water, TAUW & Defacto Stedenbouw, in opdracht van de Ministeries van IenW en BZK.
Nillesen, A. L. (2023). *Klimaatonderlegger Zuid-Holland: Waarbij water en bodem sturend zijn* (Eindrapportage januari 2023). Defacto Stedenbouw, in opdracht van provincie Zuid-Holland en de betrokken waterschappen.

Raap, E. (2022). *Voorne-Putten en Goeree-Overflakkee*. Panorama Landschap – Karakterisering van de Nederlandse landschapsgeschiedenis in 78 regio's. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

Rijcken, T. (z.d.). *Flows platform*. Geraadpleegd op 16 april 2026, van https://flowsplatform.nl/

Rijkswaterstaat, Hoogheemraadschap van Rijnland, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard, Waterschap Hollandse Delta, Waterschap Brabantse Delta, Waterschap Scheldestromen & Waterschap Rivierenland. (2019). Rijn-Maasmonding: *Slim watermanagement redeneerlijn watertekort* (Versie 1.0, december 2019).

Studio Marco Vermeulen. (2024). *Bouwen boven de bodem: Lichtvoetig bouwen in een dynamische delta* (30 september 2024).

Sweco, Ecorys, & Defacto Stedenbouw. (2021). *Het effect van klimaatverandering op de woningbouwopgave: Bouwstenendocument* (Definitief, 6 december 2021). In opdracht van Staf Deltacommissaris.

ter Maat, J., & van der Vat, M. (2015). *Cumulatieve effecten van externe ingrepen voor de zoetwatervoorziening in de 21e eeuw* (Deltaprogramma – Deelprogramma Zoetwater, projectnr. 1220104-000). Deltares.

Waterschap Hollandse Delta. (2013). *Peilbesluiten bij Hollandse Delta* (1 februari 2013).

Waterschap Hollandse Delta. (2019, 5 december). *Projectplan Optimalisatie watervoorziening Brielse Meer* (Kenmerk VP-WAB-0254, ex art. 5.4 Waterwet). Geraadpleegd op 16 april 2026, van https://repository.officiele-overheidspublicaties.nl/externebijlagen/exb-2019-58830/1/bijlage/exb-2019-58830.pdf.

Waterschap Hollandse Delta. (2021). Waterkwaliteit Brielse meer, Spijkenisse [Video]. YouTube. Geraadpleegd op 16 april 2026, van https://www.youtube.com/watch?v=EyFYNHW0gWI.

Waterschap Hollandse Delta. (2024). *Watergebiedsplan Putten* (Versie 0.2, 11 januari 2024).

COLOFON

Flux landscape architecture BV
www.fluxlandscape.nl
Ravenoord 238
3523 DB, Utrecht
info@fluxlandscape.nl
+31 30 3031094
KvK 75223295

Team
Bram Willemse
Anne Meekel
Bouke de Jong

In samenwerking met
Marco Hoogvliet , Deltares
Diederik Duijser, gemeente Voorne aan Zee

In opdracht van
College van Rijksbouwmeester
Turfmarkt 147 | 2511 DP Den Haag
Postbus 20011 | 2500 EA Den Haag

Team College van Rijksadvieurs
Tertius Hanekamp
Paul Kersten

Met dank aan personen die aan één of meerdere bijeenkomsten hebben deelgenomen in 2026.

Versie: 23 juli 2026

flux
LANDSCAPE ARCHITECTURE