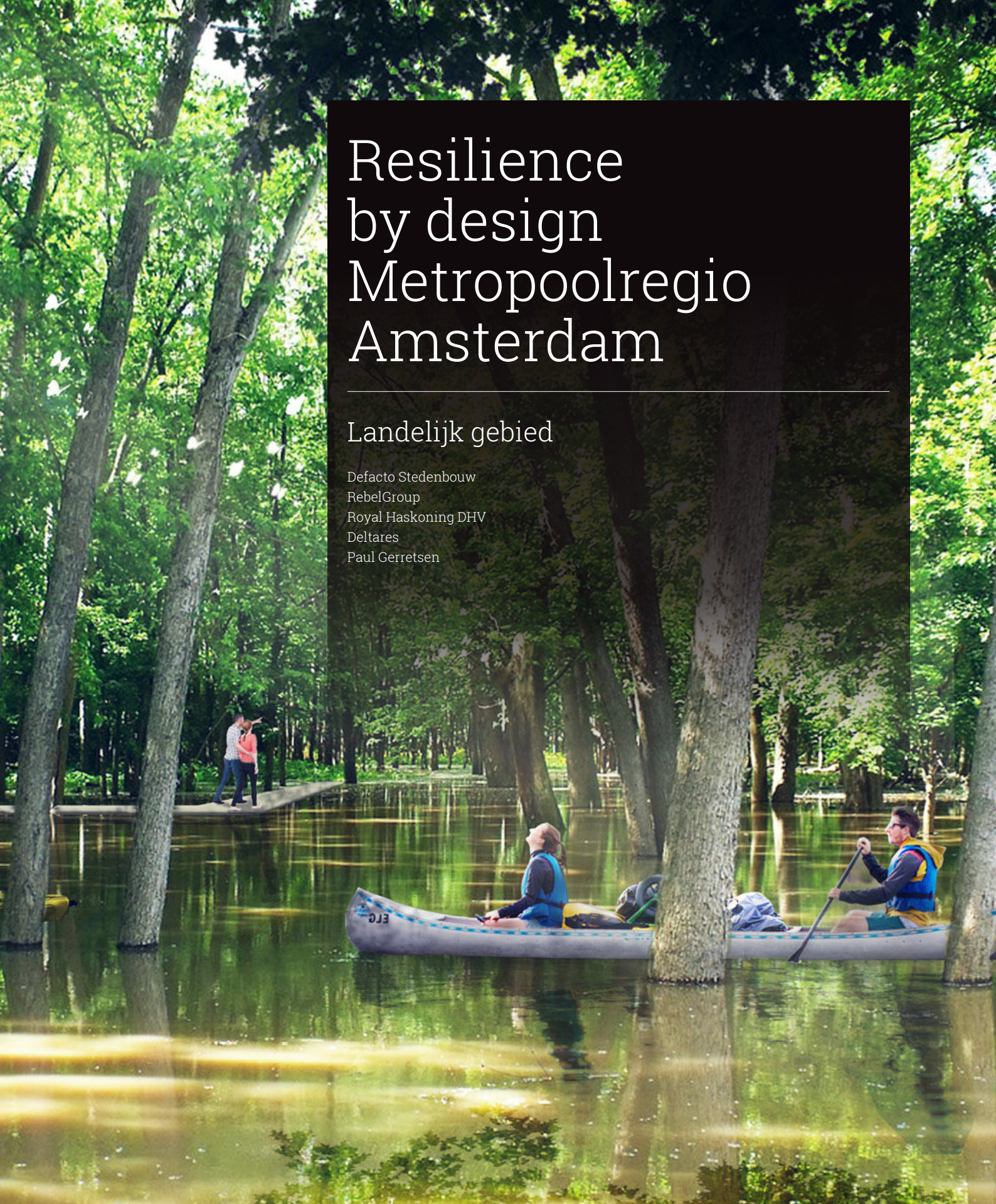




# Resilience by design Metropoolregio Amsterdam

---

## Landelijk gebied

Defacto Stedenbouw  
RebelGroup  
Royal Haskoning DHV  
Deltares  
Paul Gerretsen



# Resilience by design Metropoolregio Amsterdam

## Eindrapport

**Oktober 2020**

Defacto Stedenbouw

---

Resilience by design Metropoolregio Amsterdam is tot stand gekomen in opdracht van de Metropoolregio Amsterdam.

### **Projectgroep**

Anne Loes Nillesen, Laura Lijdsman, Rapa Surajaras, Magnus Heilmann en Simone Tax (Defacto Stedenbouw), Arthur Gleijm en Radboud Koning (RebelGroup), Roelof Stuurman (Deltares) Nanco Dolman (RoyalHaskoningDHV), Paul Gerretsen, Lot Locher (Waternet), Erwin de Groot (Waterschap Rijnland), Joram de Ruiter (Gemeente Haarlem), Nirul Ramikisor (Provincie Noord-Holland), Sander van der Wal en Thea Kampert (nflux).

### **Ontwerpend onderzoek**

Defacto Stedenbouw, RebelGroup, Deltares en RoyalHaskoningDHV

### **Tekst**

Defacto Stedenbouw, RebelGroup, RoyalHaskoningDHV, Deltares.

### **Kaarten en illustraties**

Defacto Stedenbouw

### **Beeldrecht**

De auteur heeft gepoogd alle rechthebbenden van beeldmateriaal te achterhalen en te vermelden in de rapportage. Eventuele niet-genoemde rechthebbenden kunnen zich melden; zij zullen in een volgende druk worden vermeld.

### **Meer informatie**

<https://www.metropoolregioamsterdam.nl/programma/klimaatadaptatie>

Vragen? Mail naar: [info@d.efac.to](mailto:info@d.efac.to)

**metropool**  
**regioamsterdam**

# Inhoudsopgave

Introductie: Resilience by design voor het landelijke gebied van de Metropoolregio Amsterdam 5

## **DEEL A** **Samenvatting resultaten**

---

## **DEEL B** **Klimaatverandering in de MRA**

---

## **DEEL C** **Demonstratie projecten deelgebieden**

---

Flevopolder waterveiligheid 37

Flevopolder bodemdaling 49

Systeemherstel Utrechtse Heuvelrug 63

Binnenduinrand 81

Amsterdamse Waterbos 95

Noordzeekanaal 115

## **BIJLAGE** **Kaartenbijlage**

---

1 – Watersysteem MRA 128

2 – Ruimtelijke economische opgaven MRA 144





# Introductie: Resilience by design voor het landelijke gebied van de Metropoolregio Amsterdam

**In opdracht van MRA klimaatbestendig is er door twee multidisciplinaire teams (voor het stedelijk en landelijk gebied) hard gewerkt aan Resilience by Design Metropoolregio Amsterdam. Binnen dit project staat de vraag centraal hoe investeringsbeslissingen in gebiedsontwikkelingen binnen de MRA klimaatadaptief genomen kunnen worden. Voor het landelijk gebied bestaat het team uit Defacto Stedenbouw, RebelGroup, Deltares, HaskoningDHV en Paul Gerretsen**

Via een aantal demonstratieprojecten laten we zien dat klimaatadaptieve investeringsbeslissingen binnen gebiedsontwikkeling al mogelijk zijn en dat er daarmee koppelkansen ontstaan met andere duurzaamheidsvraagstukken zoals de energietransitie, circulaire economie en mobiliteit.

Omdat de levensduur van veel ontwikkelingen in het landelijk gebied verder reikt dan 2050 (denk bijvoorbeeld aan de levensduur van bomen), is de tijdshorizon verlegd van het gebruikelijke 2050 naar 2100. Met deze tijdshorizon wordt de impact van klimaatverandering op huidige ontwikkelingen tastbaar.

Bij deze studie is ontwerp ingezet om het vraagstuk integraal op te pakken. Na analyses, ontwerp en een groot aantal gesprekken met stakeholders uit het gebied en inhoudelijke experts, zijn demonstratieprojecten ontwikkeld die laten zien hoe klimaatadaptatie kan leiden tot aantrekkelijker steden en landschappen en een gezonde leefomgeving. De demonstratieprojecten dragen bij aan een gedeelde bewustwording van risico's, het zichtbaar maken van mogelijkheden en het ontwikkelen van capaciteit. Ze tonen ook het belang aan van een langere tijdshorizon bij planvorming, juist ook voor lokale ontwikkelingen, en vormen daarmee bouwstenen voor een betere interactie tussen stad en land.

Na deze introductie die de context en enkele relevante noties voor deze studie beschrijft, worden in dit rapport eerst enkele belangrijke lessen en aanbevelingen gegeven die de teams van het landelijke en stedelijke gebied gezamenlijk hebben opgesteld. Vervolgens worden de verschillende demonstratieprojecten en de inzichten en aanbevelingen die hieruit naar voren zijn gekomen beschreven.

## Landelijk gebied van de MRA

Het landelijk gebied van de MRA is sterk gevormd door, en verweven met, het watersysteem van het gebied. In de kaart met daarin de hoogtekaart en het watersysteem (hieronder) is een ontstaansgeschiedenis van hoge en lage gronden, inpolderingen, ophogingen, landaanwinningen en kanalisering afleesbaar.

Binnen deze studie verkennen we als onderdeel van klimaatverandering onder andere de impact van hitte, droogte, meer extreme regenval, bodemdaling en zeespiegelstijging. Daarbij zien we dat deze aspecten vaak direct impact hebben op het landgebruik (de natuur, landbouw en verstedelijking), dan wel indirect via het watersysteem. Begrip van het watersysteem en de impact van klimaatverandering op dit systeem is dan ook een belangrijk onderdeel geweest van onze analyses.

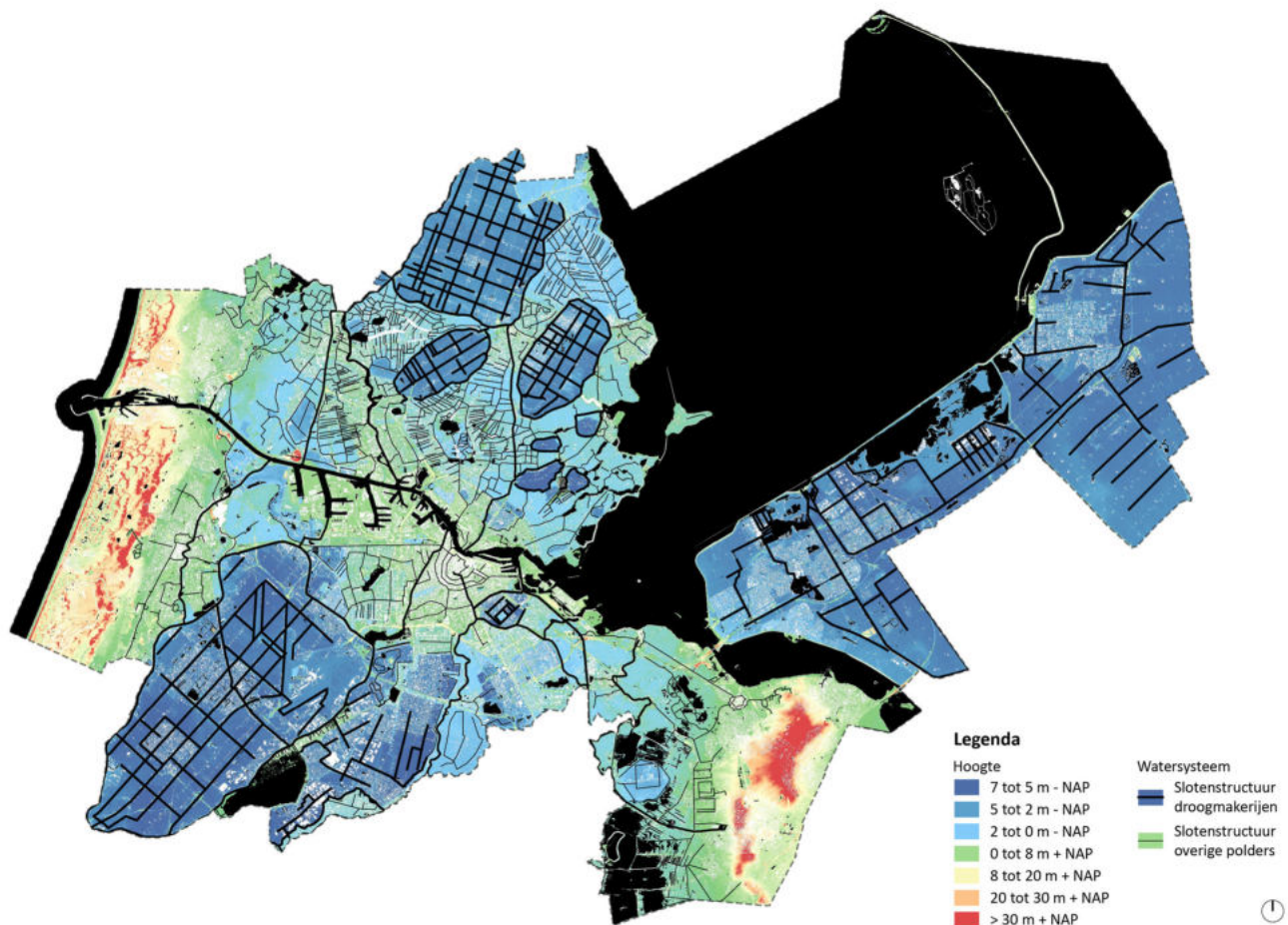


FIG. 1.1.1 Watersysteem in relatie tot topografie (kaart: Defacto).

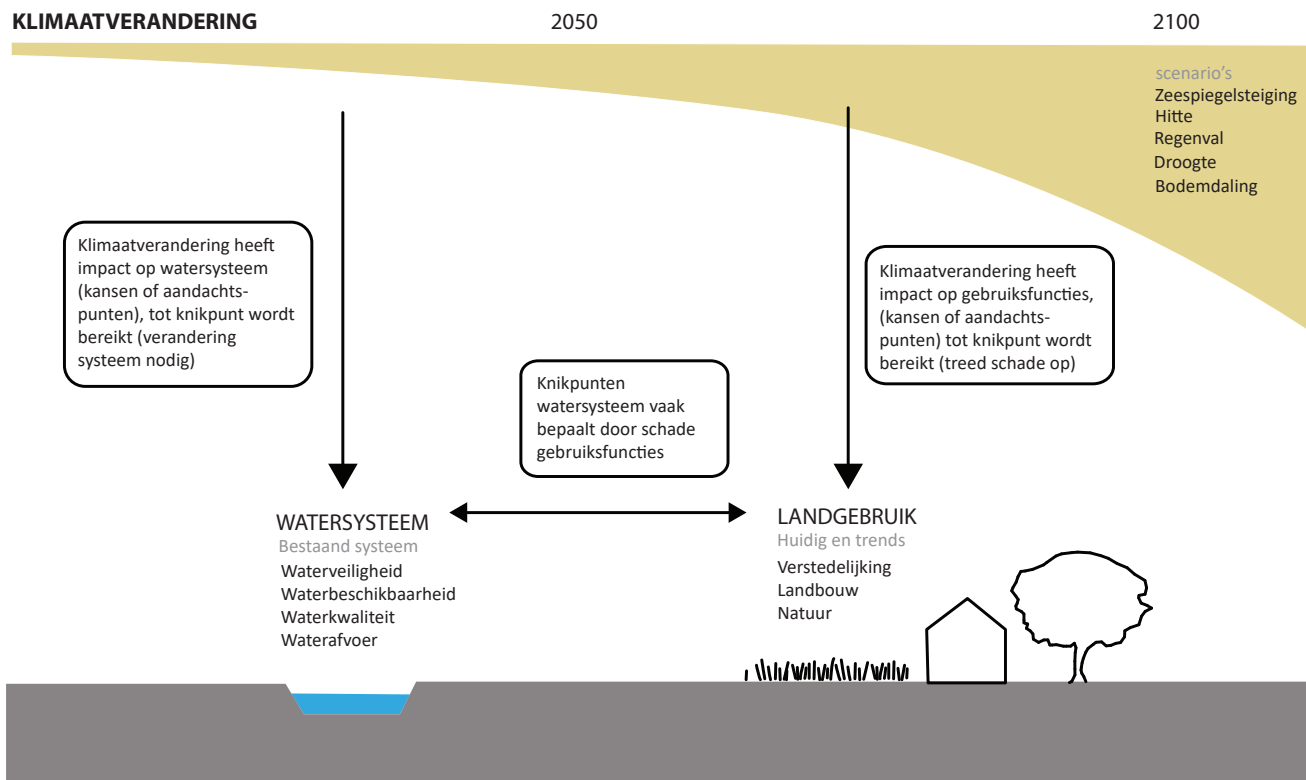


FIG. 1.1.2 Klimaatverandering en (indirecte) relatie met landgebruik (schema: Defacto).

### Knippunten klimaatverandering

Binnen deze studie hebben we steeds gepoogd knippunten van het huidige systeem in beeld te brengen. Wat gebeurt er in de tijd onder invloed van klimaatverandering en wanneer levert dit knelpunten op met betrekking tot de huidige manier van werken (huidige systeem op het gebied van water, landgebruik, financiering). Doordat klimaatverandering en de mate en snelheid hiervan onzeker is, was het vaak lastig een concreet knippunt in de tijd te benoemen. Wel kon vaak een verhaallijn worden opgebouwd over hoe klimaatverandering systemen en ruimtelijke ontwikkelingen beïnvloedt en waar er op termijn kansen, schades en dilemma's ontstaan.

Bij het verkennen van mogelijkheden voor het nu al meenemen van investeringen in klimaatadaptatie bij ontwikkelingen bleek het erg belangrijk steeds het nul-alternatief scherp in beeld te krijgen: Als er niet klimaatadaptief wordt ontwikkeld, welke impact heeft klimaatverandering dan op de geplande ontwikkeling? Het kan bijvoorbeeld zijn dat een bepaalde schade (minder opbrengsten landbouw door droogte) moet worden geaccepteerd.



## Klimaatadaptatie

Na het in beeld brengen van het 'niets doen scenario' is steeds verkend wat het klimaatadaptatieve alternatief is en hoe de investering hiervoor kan worden onderbouwd en bekostigd.

Klimaatadaptatie kan vervolgens op verschillende manieren vorm krijgen; het uitbreiden van het technische systeem (voor bijvoorbeeld waterveiligheid, waterbeschikbaarheid, wateraanvoer en waterkwaliteit), het creëren van een robuuster systeem, of het aanpassen van het landgebruik.

Daarbij hebben we vaak een onderscheid gemaakt tussen het doorzetten van het huidige, vaak technische systeem, en het ontwikkelen van een (hierop aanvullende) aanpak waarin ook maatregelen voor een robuuster systeem en aanpassingen in het landgebruik worden ingezet.

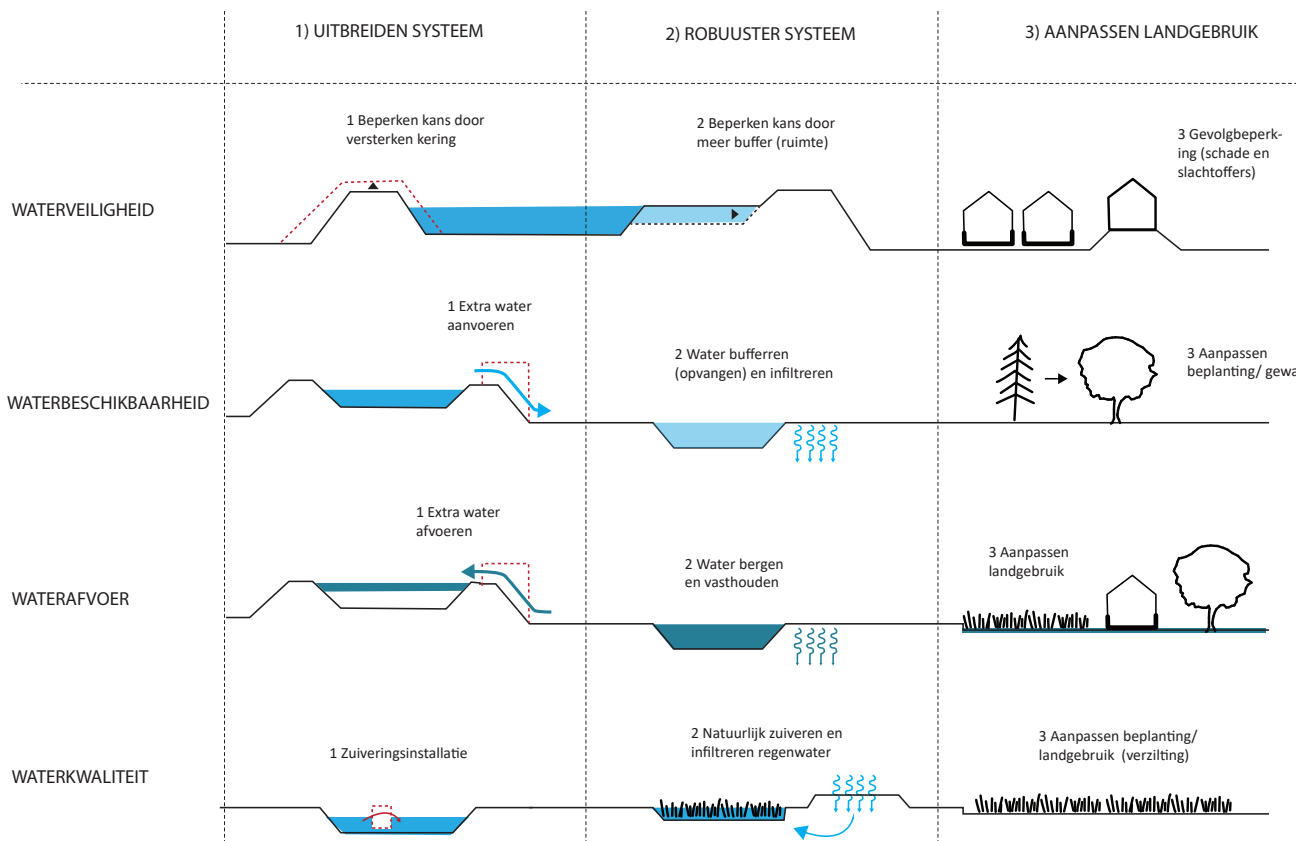


FIG. 1.1.3 Verschillende adaptatieopties: uitbreiden technische systeem, robuuster maken systeem, aanpassen landgebruik (schema: Defacto).

## Business model

Voor het verkennen van het business model en kansen voor bekostiging is onderstaande stappenplan gehanteerd. Daarbij is het scherp maken van het nulalternatief (wat zijn de kosten als er geen adaptatie plaatsvindt) een belangrijke stap, net als het in kaart brengen van de baathebbers en de verschillende type effecten van maatregelen (direct/indirect, financieel/niet-financieel, monetariseerbaar/niet-monetariseerbaar), inclusief mogelijke bekostigingsbronnen en financieringsinstrumenten.

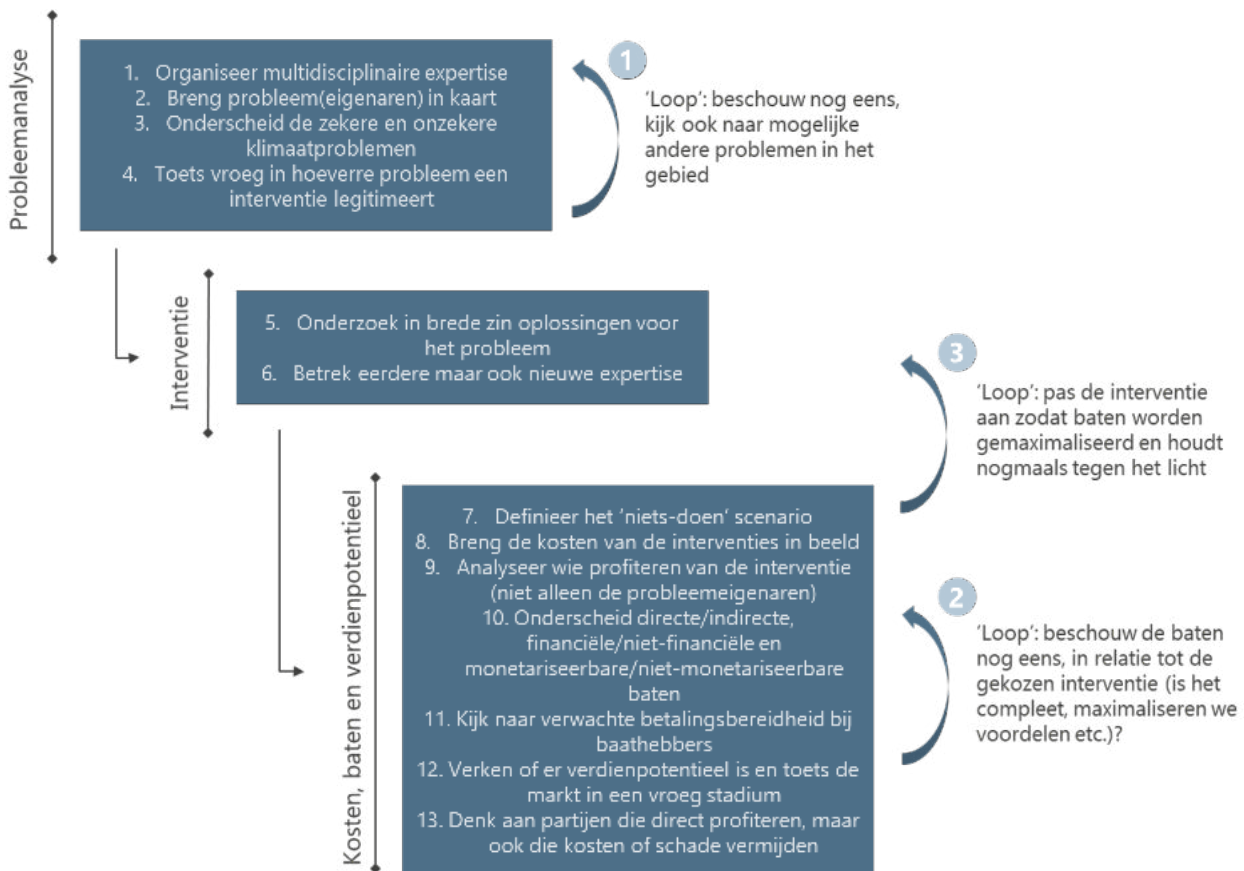


FIG. 1.1.4 Processtappen bepalen business model klimaatinclusieve ontwikkeling (schema: Rebel Group)







DEEL A

# Samenvatting resultaten

---

Beide 'Resilience by design MRA' teams, onder leiding van Defacto stedenbouw en ONE Architecture, zijn tot een aantal gezamenlijke inzichten gekomen voor klimaatadaptatie in de regio. Op basis van de bevindingen zijn 7 aanbevelingen voor het klimaatadaptief ontwikkelen in de regio geformuleerd.

Daarnaast zijn door team Defacto 5 demonstratieprojecten geformuleerd voor het landelijk gebied, welke laten zien hoe klimaatinclusief ontwikkelen en investeren nu al mogelijk is.



# INZICHTEN

## Maak het watersysteem veerkrachtiger

- Het huidige systeem is te technisch en vereist constante aanpassingen.
- De 'lead time' voor aanpassingen wordt steeds korter.
- Voorkom Lock-ins: het kan zijn dat het systeem in de toekomst op sommige plekken anders moet.
- De tolerantie en flexibiliteit moet groter.
- Zorg dat de afweging tussen voortzetten of aanpassen systeem bewust wordt gemaakt (weeg opties af in context lange termijn).
- Gebieden binnen het systeem moeten zich onafhankelijker van elkaar kunnen ontwikkelen.
- Analooq aan Ruimte voor de Rivier, creëer ruimte voor adaptatie, verandering en genieten.

## Gebruik minder optimistische klimaatmodellen

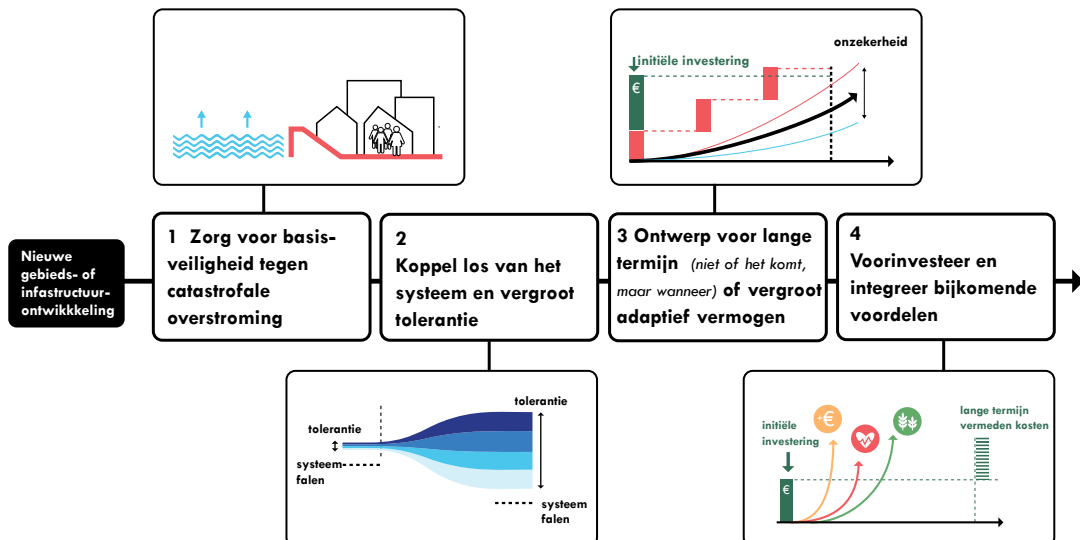
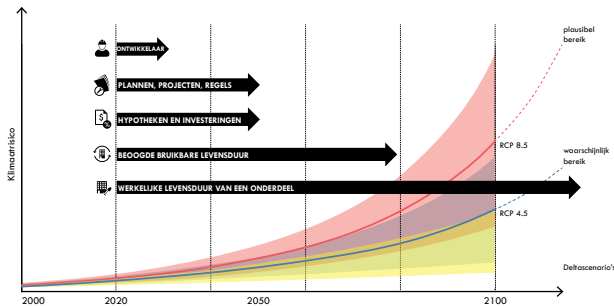
- De Nederlandse klimaatscenario's zijn behoudend: de range aan scenario's waarmee wordt gewerkt kan worden uitgebreid met meer extreme scenario's.
- Deze uitgangspunten en resulterende normeringen zijn niet eenduidig.
- Uitgangspunten worden vaak onnodig langzaam aangepast.
- Naast waterveiligheid en wateroverlast dienen hitte en droogte nadrukkelijker meegenomen te worden als klimaatadaptatieopgave.

## Link gebiedsontwikkeling aan het systeemniveau

- De tijdshorizon van klimaatadaptatie op gebiedsniveau ligt nu aanmerkelijk dichterbij dan bij het denken over het systeem voor waterveiligheid.
- Op termijn kan dit problemen op systeemniveau op gaan leveren als de gebieden zich later moeilijk laten aanpassen.
- Op gebiedsniveau wordt weinig rekening gehouden met verschillende toekomstscenario's (adaptatiepaden).
- Ga in regionale ontwikkelstrategie uit van realistische planhorizons voor de levensduur van vastgoed, dus 2100 ipv 2050.
- Zorg dat er inzicht in het systeem is in relatie tot klimaatverandering en maak een regionale klimaatadaptatiestrategie: waar is regionale sturing nodig en wat kan lokaal worden opgepakt?
- Ook als eventuele opgaven op de korte termijn maatschappelijk gevoelig liggen is het essentieel wel het inhoudelijke debat over systeemgevolgen op de lange termijn te voeren.

## Wend niet af op de toekomst

- Door mogelijk te lage normen, en een te korte tijdshorizon (2050), worden projecten ontworpen voor een klimaat dat aanzienlijk minder impact heeft dan de klimaatrealiteit tijdens hun levensduur.



- Dit vergt waarschijnlijk aanpassingen later, tegen hogere kosten (vooral omdat de ruimte voor aanpassingen al opgesoupeerd is). Die kosten zullen grotendeels in het publieke domein vallen.
- Het toevoegen van additionele negatieve impacts door huidige ontwikkelingen moet voorkomen worden door nu alvast voor hogere normen te ontwerpen, of flexibiliteit en adaptieve capaciteit in te bouwen.

### Maak gebruik van natuurlijke systemen voor integrale oplossingen

- Vertrouw meer op (en herstel) natuurlijke systemen, zowel fysiek als ecologisch.
- 'Natuurlijke' systemen zijn over het algemeen geschikter om meerdere functies te vervullen en maken zo integrale oplossingen mogelijk.
- De groen blauwstructuren van de 21e eeuw hebben een andere maat/schaal/ritme en performance dan die van de 20e eeuw.
- Houd bij vaststellen natuurdoeltypen rekening met toekomstige klimaatverandering.

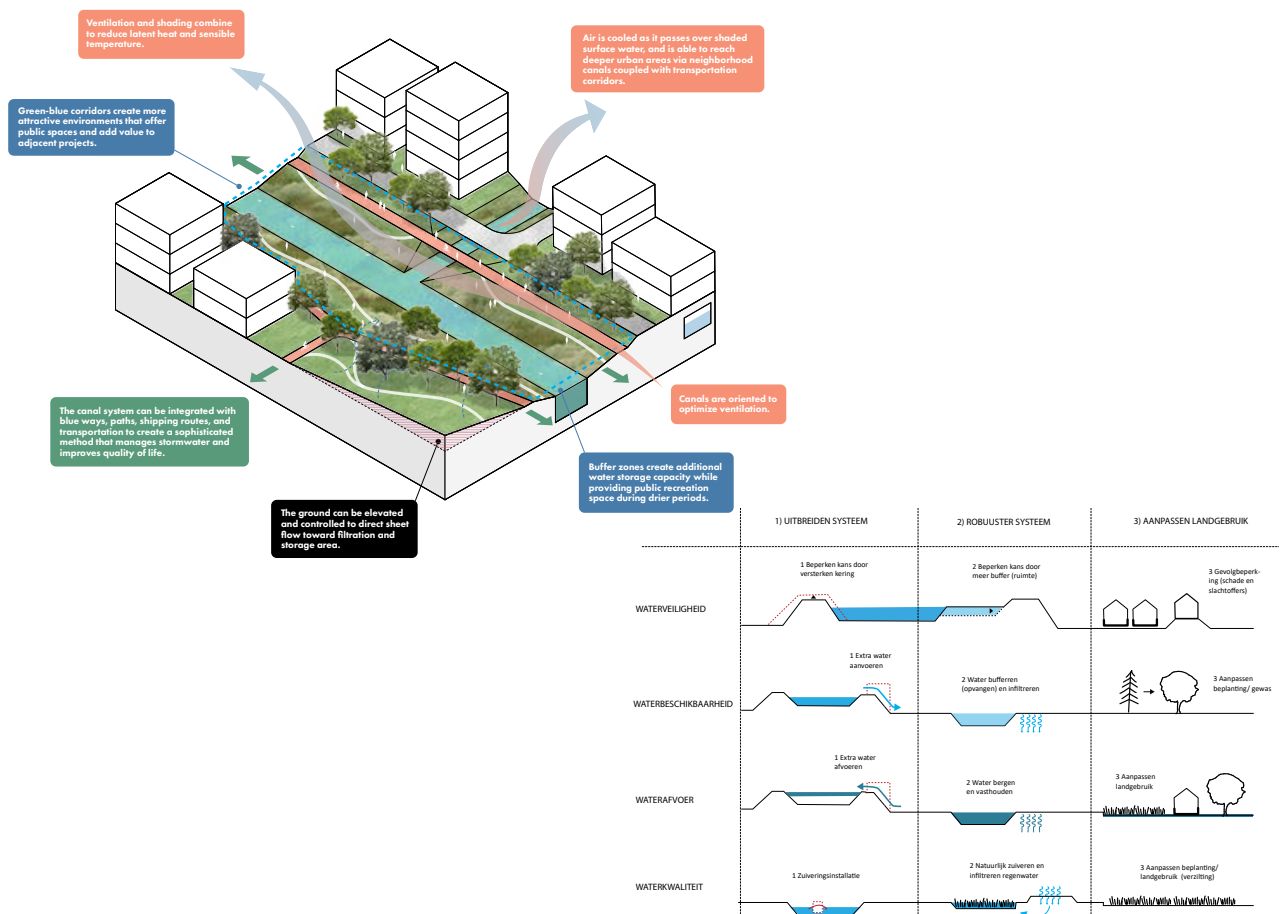
### Pas je financieringsmodellen aan

- Maak het nul-alternatief duidelijk en neem ook lange termijn investeringen, schades en ontwikkelingen mee in de businesscase.

- Klimaatadaptatie in 'gebouwde' systemen kost meer dan het gebruik van 'natuurlijke' systemen, en is minder flexibel.
- Prioriteer daarom klimaatinvesteringen in het openbare domein, en laat private partijen meefinancieren vanuit daar bespaarde kosten en genoten voordelen.
- Maak de impact van klimaatverandering op investeringen en bestaande gebieden zichtbaar zodat de urgentie naar voren komt.
- Maak financiële afspraken voor de lange termijn, en innoveer met 'service level agreements' en het oprekken van ontwikkelingscycli.

### Gebruik ontwerp om capaciteit te versterken

- De watersector kan (en moet) de kar niet alleen trekken.
- Klimaatadaptatie moet beter geïntegreerd worden in gebiedsontwikkelingen door alle actoren mee te nemen.
- Verschillende overheidsectoren en -lagen dienen gezamenlijk te werken aan integrale oplossingen.
- Gebruik ontwerpinstrumenten om met onzekerheden om te gaan: scenario's, het inbouwen van flexibiliteit en adaptieve planning.
- Visualiseren helpt overtuigen.



De demonstratieprojecten van team Defacto stedenbouw adresseren kenmerkende klimaatopgaven voor verschillende deelgebieden binnen de MRA zoals bodemdaling, zeespiegelstijging, droogte, wateroverlast en hitte. Daarbij is de klimaatverandering en daaruit voortkomende opgave steeds gekoppeld aan lopende projecten en ruimtelijk-economische ontwikkelkansen. De demonstratieprojecten zijn voorbeelden van klimaatinclusieve integrale concepten die ook op andere plekken met vergelijkbare opgaven kunnen worden toegepast.

## AMSTERDAMSE WATERBOS impuls stedelijke groenstructuur

### Type opgave

Klimaatbestendig maken huidige Amsterdamse bos en aanleg tweede Amsterdamse Waterbos

### Concept

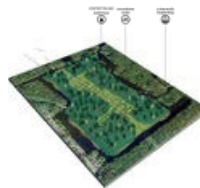
Het Amsterdamse bos is een belangrijke koele, rustige oase binnen de steeds verder verstedelijkende regio. Het bestaande bos wordt met wateropvang en waterfilterende beplanting klimaatbestendiger. Een tweede Amsterdamse bos zorgt dat er ook in de toekomst voldoende ruimte is voor rust, verkoeling, recreatie, ecologie en wateropvang.

### Voordelen

De klimaatbestendige bossen blijven gezond en houden de stad gezond. Voldoende groen is essentieel voor een goed vestigingsklimaat en de leefbaarheid van Amsterdam.

### Implementatie

Door het inzetten van een bosfonds en schenkingsobligaties en het vergroten van de kring van baathebbers, wordt ook privaat investeren in het door velen geliefde bos aantrekkelijk.



## FLEVOPOLDER IN TRANSITIE meebewegen bodemdaling

### Type opgave

Reactieve transformatie bodemdalingsgebieden naar natuur

### Concept

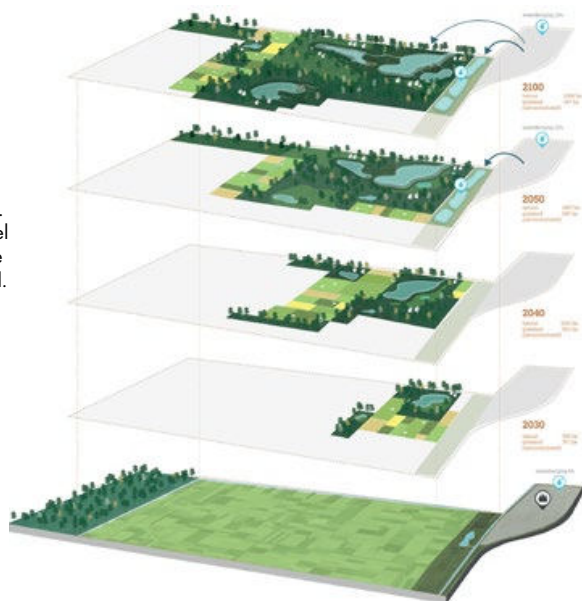
Door bodemdaling in gebieden met beperkte drooglegging zullen met de tijd enkele kavels ongeschikt raken voor landbouw. Door reactief en stapsgewijs, zodra een akker niet meer rendabel is, te transformeren naar natuur, ontstaat afhankelijk van de mate van bodemdaling een groeiend natuur- en waterbergingsgebied.

### Voordelen

Landbouw wordt zolang mogelijk voortgezet, transitie vindt alleen plaats als landbouw niet meer rendoert. Het nieuwe natuurgebied vormt een belangrijke ecologische verbinding en biedt ruimte voor recreatie en stedelijke regenwateropvang.

### Implementatie

Investerings in de uitbreiding van het watersysteem worden vermeden. Door mee te groeien met bodemdaling wordt geen overinvestering gedaan. Indien nodig (bij veel bodemdalingsareaal) kan lage dichtheid woningbouw worden toegevoegd.





# WATERBALANS HEUVELRUG herstel natuurlijk systeem

## Type opgave

Herstel natuurlijke wateraanvoer en afvoerbalans

## Concept

Door regenwater te laten infiltreren wordt de hoeveelheid waterafvoer beperkt (minder druk systeem, minder wateroverlast) en neemt de hoeveelheid schoon drink- en kwelwater toe (meer water beschikbaar en betere waterkwaliteit). Verschillende toolbox maatregelen dragen hieraan bij, zoals: wateropvang kavels en openbare ruimte en hernieuwen bomenbestand.

## Implementatie

Er is een regionale watersysteemstrategie nodig waaraan ruimtelijke ontwikkelingen stapsgewijs kunnen bijgedragen.



# KWELNATUUR BINNENDUINRAND benutten kwelwater

## Type opgave

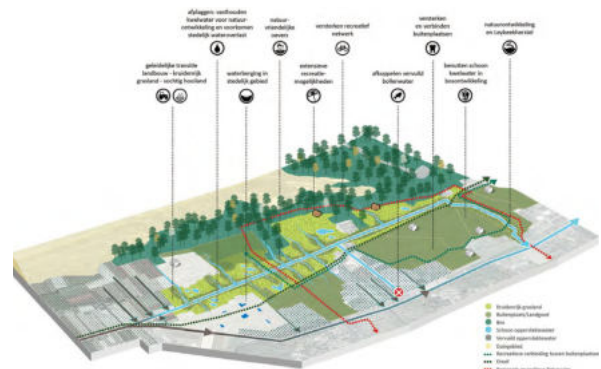
Beter benutten toenemende hoeveelheid hoogwaardig kwelwater

## Concept

Schoon kwelwater wordt nu afgevoerd terwijl slechte kwaliteit water wordt aangevoerd. Door af te pluggen en een natuurlijk peil te introduceren kan het kwelwater worden benut voor versterken (stikstofgevoelige) ecologie, recreatie en verbeteren van de waterkwaliteit. Waterschade aan bebouwing kan worden vermeden door aandacht voor kwelwateropvang in het ontwerp.

## Implementatie

Stel een integrale visie op waarin kansen kwelwater voor ecologie, stikstofruimte en waterobuust ontwikkelen worden meegenomen.



# WATERBERGING OER-IJ extra ruimte Noordzeekanaal

## Type opgave

Creëren extra ruimte voor (nood)waterberging

## Concept

Zeespiegelstijging zet het afwateringssysteem steeds verder onder druk en de afhankelijkheid van pompen (die kunnen falen) neemt toe. Door extra ruimte te reserveren kan de druk op het afwateringssysteem nu en in de toekomst worden verlicht. Vergroen de randen van het Noordzeekanaal, wat bijdraagt aan de waterkwaliteit, ecologie en ruimtelijke kwaliteit.

## Implementatie

Start een verkenning naar kansen voor waterberging rondom het Noordzeekanaal en reserveer ruimte voordat deze versnipperd.











DEEL B

# Klimaatverandering in de MRA

---

We beschrijven in dit hoofdstuk de volgende verwachte  
klimaatveranderingen voor de MRA: zeespiegelstijging, regenval,  
droogte, hitte en bodemdaling.



# 1 – Klimaatverandering MRA

Voor de MRA is een klimateffectatlas gemaakt ([www.klimateffectatlas.nl](http://www.klimateffectatlas.nl)) waarin projecties voor klimaatverandering en de impact hiervan zijn opgenomen voor het jaar 2050. Op de volgende pagina's beschrijven we kort de verwachte klimaatverandering voor dit gebied en de impact die deze op de MRA kan hebben. In deel C van deze rapportage, waarin de demonstratieprojecten worden beschreven, wordt verder ingegaan op de impact van klimaatverandering op de deelgebieden. Daarbij wordt per deelgebied van de MRA een relevante opgave voor dat gebied uitgelicht.

We beschrijven in dit hoofdstuk de volgende verwachte klimaatveranderingen:

- 1 Zeespiegelstijging
- 2 Regental
- 3 Droogte
- 4 Bodemdaling
- 5 Hitte

## 1.1 – Zeespiegelstijging

De zeespiegel zal naar verwachting de komende decennia verder stijgen. De huidige Deltascenario's gaan uit van een zeespiegelstijging tussen 0,35 en 1 meter in 2100. Enkele recente onderzoeken laten zien dat de zeespiegel vooral na 2050 mogelijk sneller en sterker kan stijgen: projecties van het KNMI laten een potentieel snellere zeespiegelstijging zien, met een bandbreedte voor zeespiegelstijging in 2100 tot 2 meter bij 2°C klimaatverandering en 3 meter bij 4°C klimaatverandering.

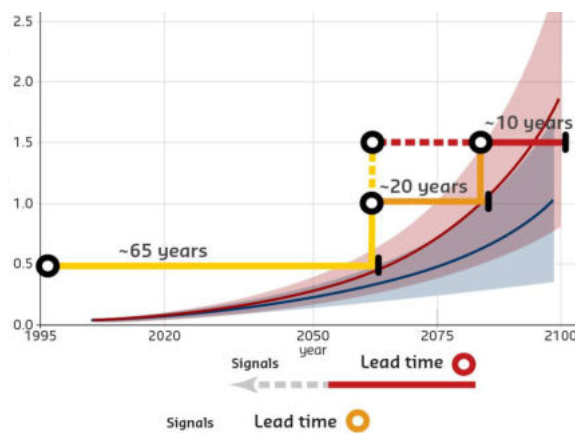


FIG. B.1.1 Exponentiële versnelling zeespiegelstijging waardoor er minder tijd is voor aanpassing. Adaptatie moet daarom of steeds sneller plaats vinden tegen incrementele stappen van zeespiegelstijging (hier bijvoorbeeld 0.5 m), of tegen een veel hogere zeespiegelstijging met transformatieve maatregelen (bijv. 1 m, zie gestreepte lijn), Haasnoot et al. 2020, Deltares.

Zeespiegelstijging kan impact hebben op meerdere aspecten van het huidige watersysteem en landgebruik. Zo zal de waterkering richting zee moeten worden versterkt om de huidige veiligheidsnormen te kunnen handhaven. Ook zal afwateren op zee vanuit het Noordzeekanaal en IJsselmeer meer pompcapaciteit vragen (hoger pompen en minder vaak onder vrij verval spuien). Door de extra waterdruk vanuit zee zal meer zoute kwel naar boven komen in de gebieden achter de duinrand. Dit zorgt ervoor dat bij het huidige landgebruik de vraag naar zoet water voor doorspoelen van landbouwgebieden verder zal toenemen. Eventueel kan hierin worden voorzien door meer water te bufferen en meer water op te zetten in het IJsselmeer. Ook kan de druk op de drinkwaterwinningsgebieden verder toenemen.

De potentieel exponentiële versnelling van zeespiegelstijging en de daarmee samenhangende steeds kortere levensduur van maatregelen, resulteert in minder tijd voor aanpassingen. Adaptatie gerelateerd aan een bepaalde mate van zeespiegelstijging moet bij versnelde zeespiegelstijging steeds sneller plaats vinden of bestand zijn tegen een grotere mate van zeespiegelstijging.

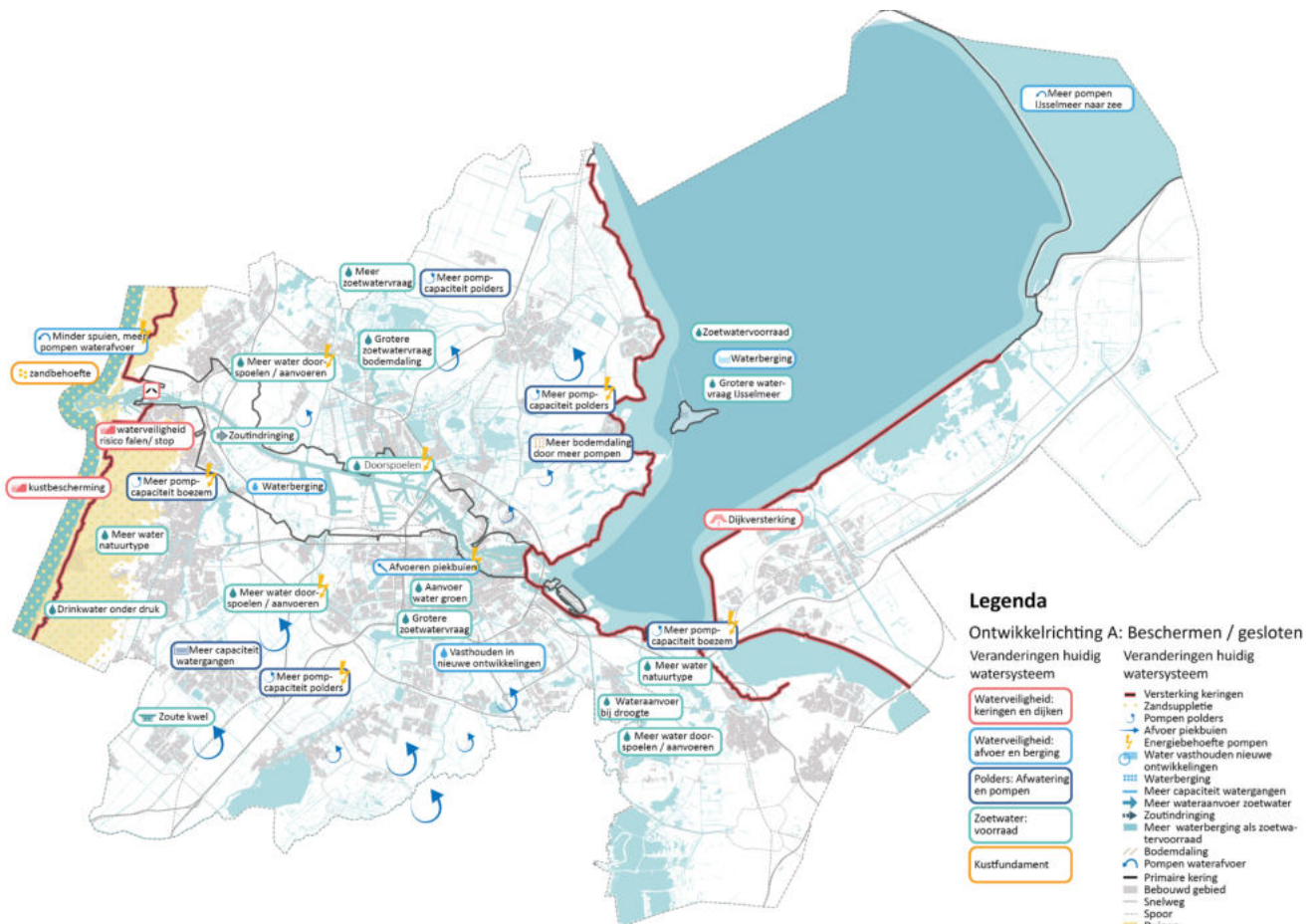


FIG. B.1.2 Kaart mogelijke impact versnelde zeespiegelstijging op de MRA (kaart: Defacto, bron: conceptkaart uit werksessie verkenning gevolgenbeperking overstromingen Amsterdam)

## Waterveiligheid

Door zeespiegelstijging en een toename van het waterpeil in het IJsselmeer en de rivieren kan (zonder dat er aanvullende maatregelen worden genomen) het overstromingsrisico toenemen. Op onderstaande kaart zijn de huidige maximale overstromingsdiepten weergegeven voor de MRA. Daarin is te zien dat de laaggelegen diepe polders een zeer grote mogelijke overstromingsdiepte (van soms zelfs meer dan 5 meter) kennen.

Bij een overstroming tot ca 50 cm blijft een gebied nog bereikbaar voor noodvoertuigen. Bij een overstromingsdiepte van meer dan 2 meter neemt de kans op slachtoffers sterk toe.

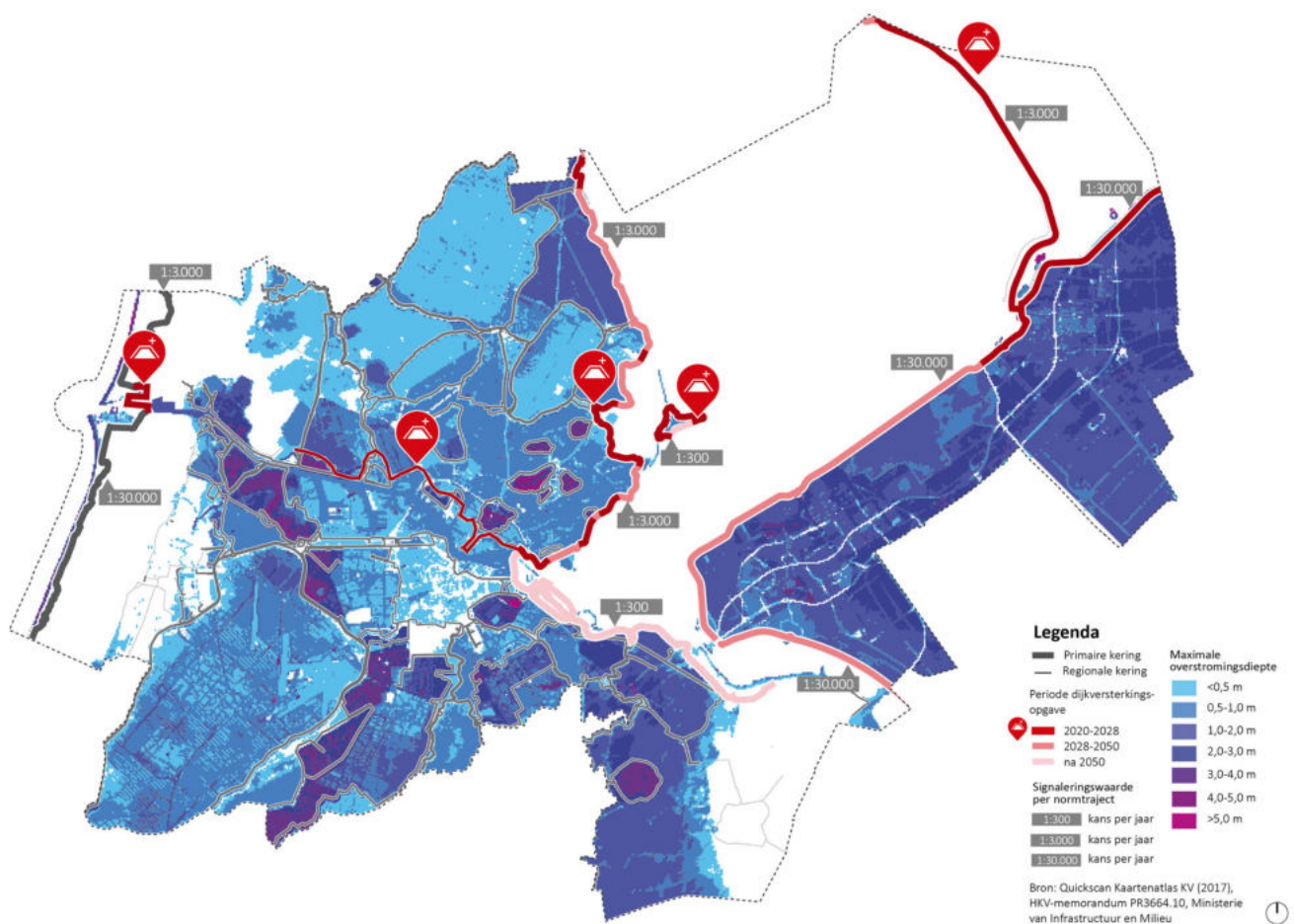


FIG. B.1.3 Overstromingsdiepte en waterveiligheidsopgave (kaart: Defacto, bron: data LIWO en HWPB).



## 1.2 – Regenval

Er wordt door klimaatverandering meer en intensievere regenval verwacht; dit betekent dat de intensiteit van piekbuien toeneemt en deze ook vaker zullen voorkomen. Dit kan zowel impact hebben op het regionale watersysteem (meer afvoer) als lokaal schade veroorzaken (aan bijvoorbeeld gebouwen of gewassen).

Meer en intensere regenval zorgt ervoor dat er meer water moet worden afgevoerd in een kortere tijd, wat betekent dat de capaciteit van het afvoersysteem hierop berekend moet zijn. Het kan zijn dat er bij extreme regenval een maalstop moet worden afgekondigd als bijvoorbeeld het Noordzeekanaal te vol (maximale waterpeil) dreigt te raken: dit kan er in resulteren dat poldergebieden (waar dit het minste impact heeft) niet meer worden bemalen. Daarnaast zullen er lokaal vaker plassen ontstaan doordat water bij korte intensieve regenval niet snel genoeg kan afstromen. Dit kan leiden tot schade aan bebouwing of gewassen en zorgen dat wegen (en tunnels) onbegaanbaar zijn.

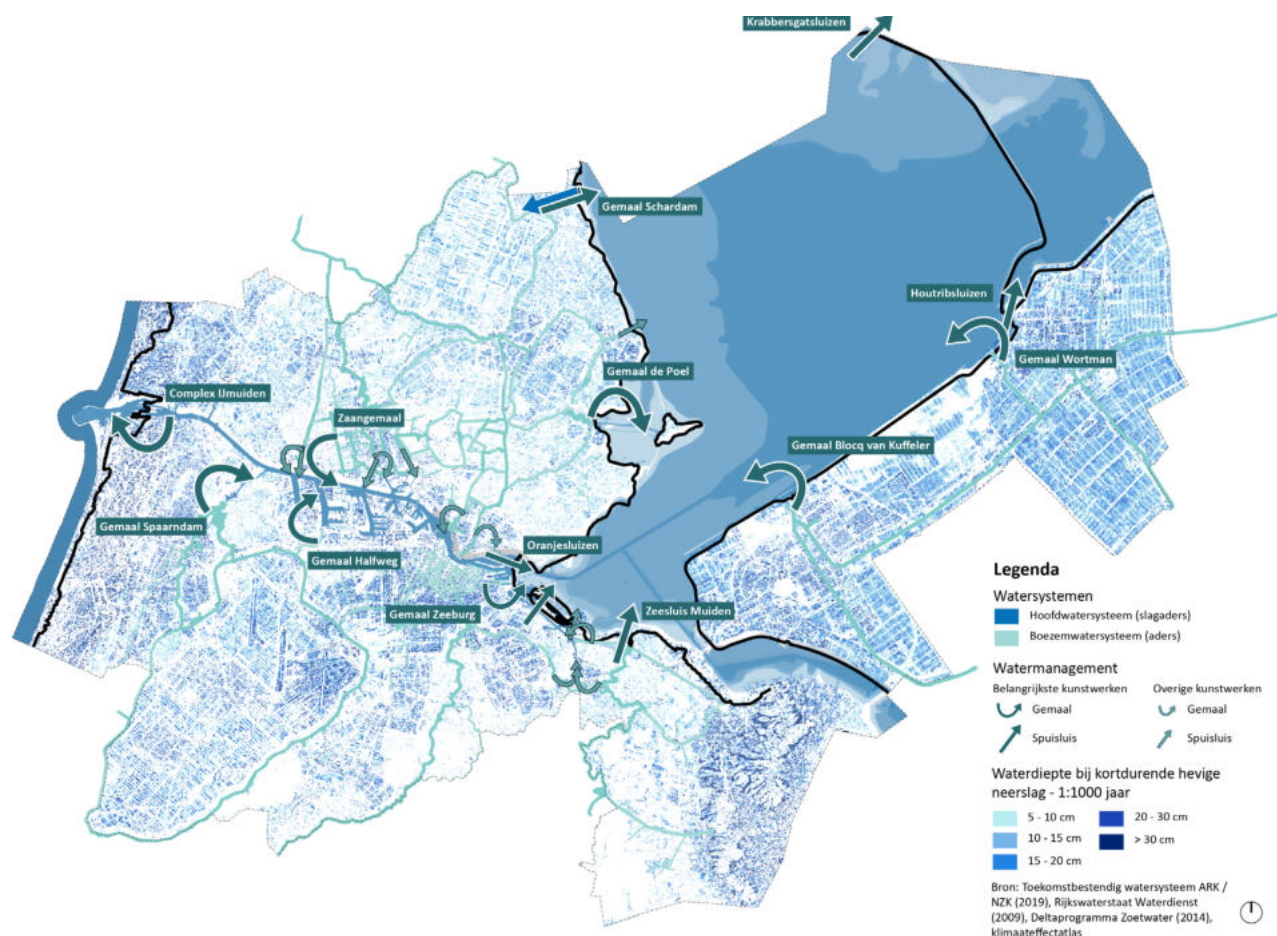


FIG. B.1.4 Maximale waterdiepte bij kortdurende hevige neerslag 140 mm in 2 uur (kaart: Defacto, bron: data regenwater: Nationale Klimateffectatlas)

## Peilvakken

De MRA kent verschillende peilvakken waarbinnen het waterpeil wordt beheerd door de waterschappen. De waterstanden voor dit peilbeheer worden bepaald op basis van onder andere het landgebruik in een bepaald peilgebied en worden vastgelegd in een peilbesluit. Om deze peilen te kunnen handhaven wordt doorgaans in droge perioden water vastgehouden en in natte perioden afgevoerd.

In onderstaande kaart zijn de peilgebieden weergegeven. Daarin is goed te zien dat er binnen de MRA veel verschillende peilgebieden zijn (wat resulteert in een complex wateraanvoer- en waterafvoersysteem) en het formaat van de peilgebieden binnen de MRA erg kan verschillen.

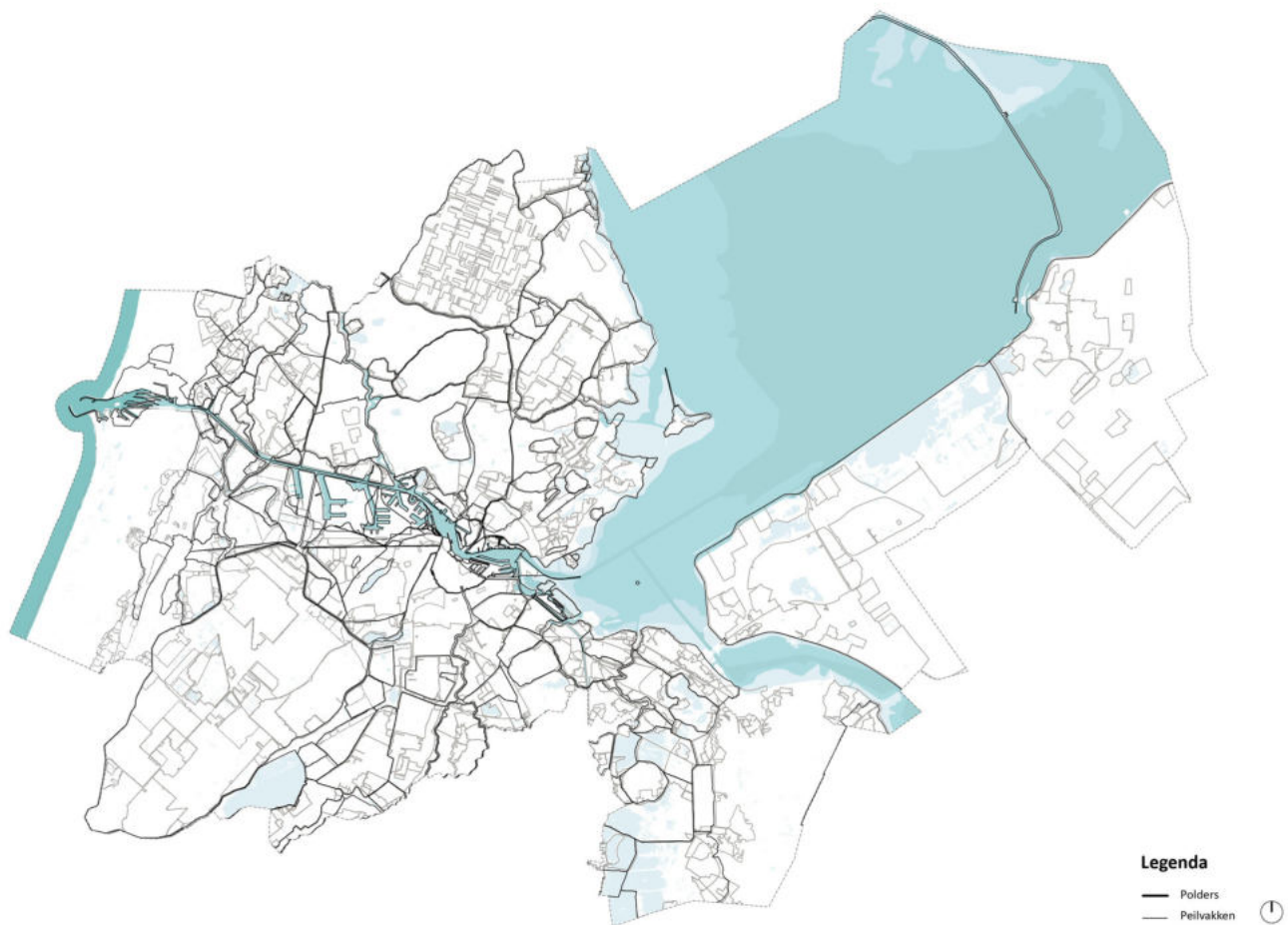


FIG. B.1.5 Afwateringseenheden via polders en peilvakken (kaart: Defacto)

### 1.3 – Droogte

Het klinkt soms tegenstrijdig maar het wordt niet alleen maar natter maar ook droger. In de toekomst zal naar verwachting het aantal droge zomers toenemen: de periodes van droogte worden langer en het aantal warme dagen neemt toe. De droogte heeft invloed op de grondwaterstanden, die lokaal kunnen uitzakken. Deze uitdroging kan de bodemdaling in bodemdalingsgebieden versnellen, hiermee kan schade ontstaan aan bebouwing en infrastructuur en wordt meer CO2 uitgestoten. Daarnaast zal in gebieden met een watervraag (landbouw, natuur) meer gebiedsvreemd water moeten worden ingebracht om de natuur en landbouw van voldoende zoetwater te kunnen voorzien. Lukt dit niet, dan kan er schade ontstaan aan de landbouw (inkomstenderving) of aan natuur (doelsoorten verdwijnen of kunnen gebieden niet meer gebruiken). Er is een verdringingsreeks voor zoetwater die aangeeft welke functies in droge perioden prioriteit krijgen. Bij het verdrogen van (doorgaans regionale of secundaire) veendijken neemt het risico op een dijkdoorbraak potentieel toe. Ook neemt het risico op bosbranden in droge perioden toe.

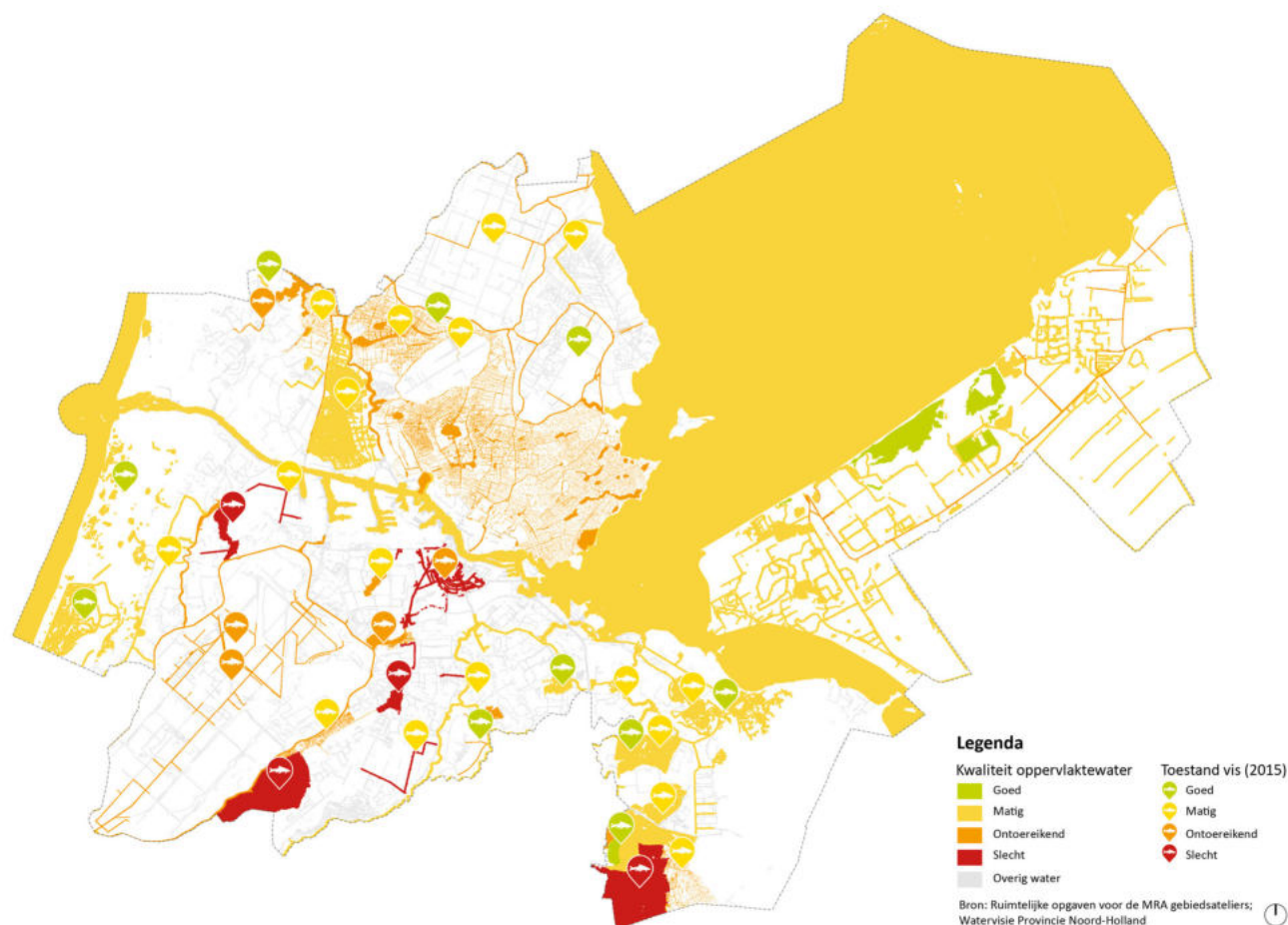


FIG. B.1.6 Kwaliteit oppervlaktewater (kaart: Defacto, bron: data watervisie Noord-Holland).



## Waterbeschikbaarheid

Onderstaande kaart toont gebieden waar beperkingen in wateraanvoer worden verwacht (in relatie tot het huidige landgebruik) en waar dit water voor wordt gebruikt.

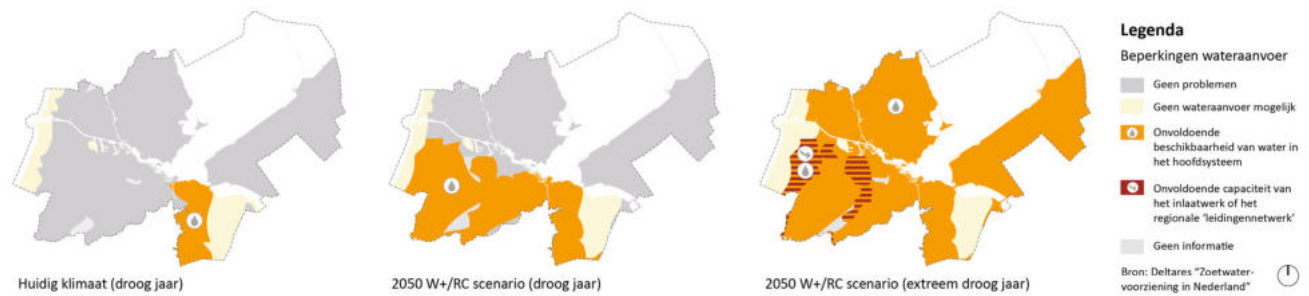


FIG. B.1.7 Beperkingen in wateraanvoer in huidig klimaat en 2050 (G scenario en W+ scenario) (kaart: Defacto, bron data: Deltares).

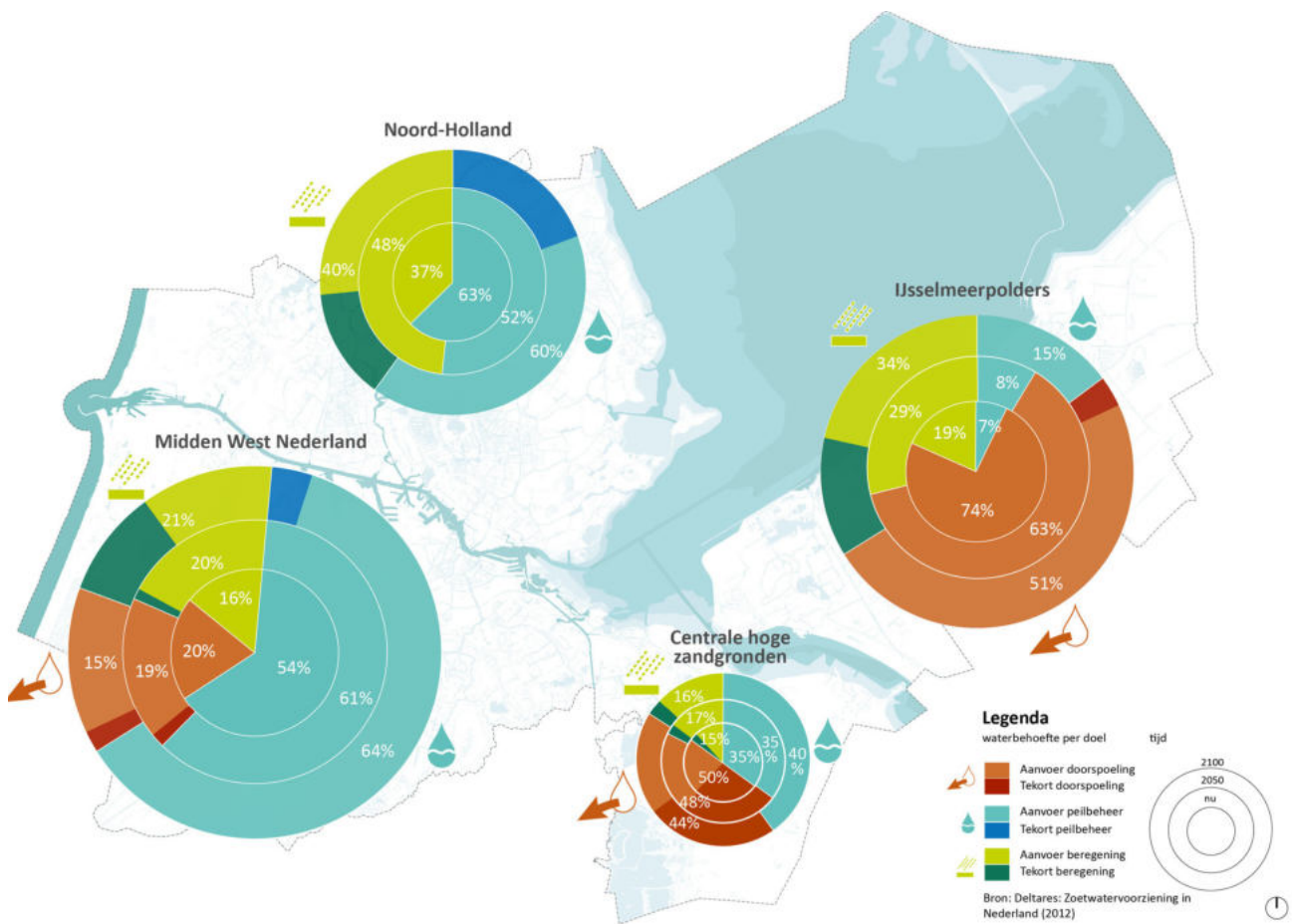


FIG. B.1.8 Watergebruik per doel (kaart: Defacto, bron data: Deltares).

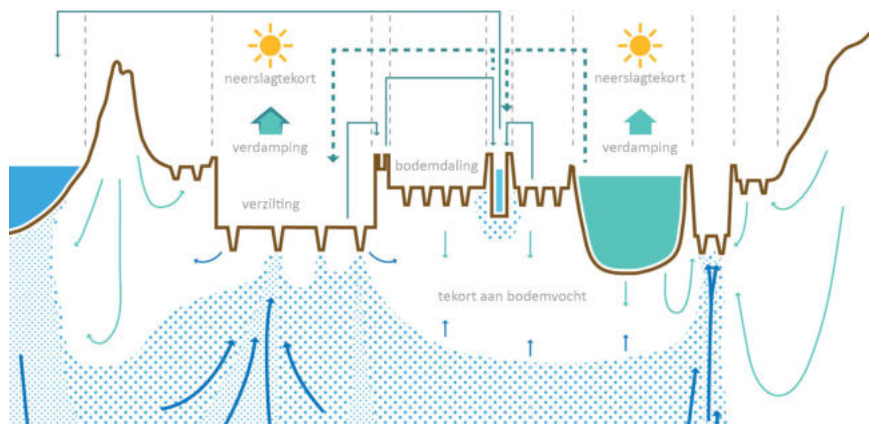


FIG. B.1.9 Verzilt vanuit de bodem (welke toeneemt onder invloed van droogte en zeespiegelstijging) resulteert in een grotere water vraag voor doorspoelen (diagram: Defacto, zie ook kaarten bijlage watersysteem).

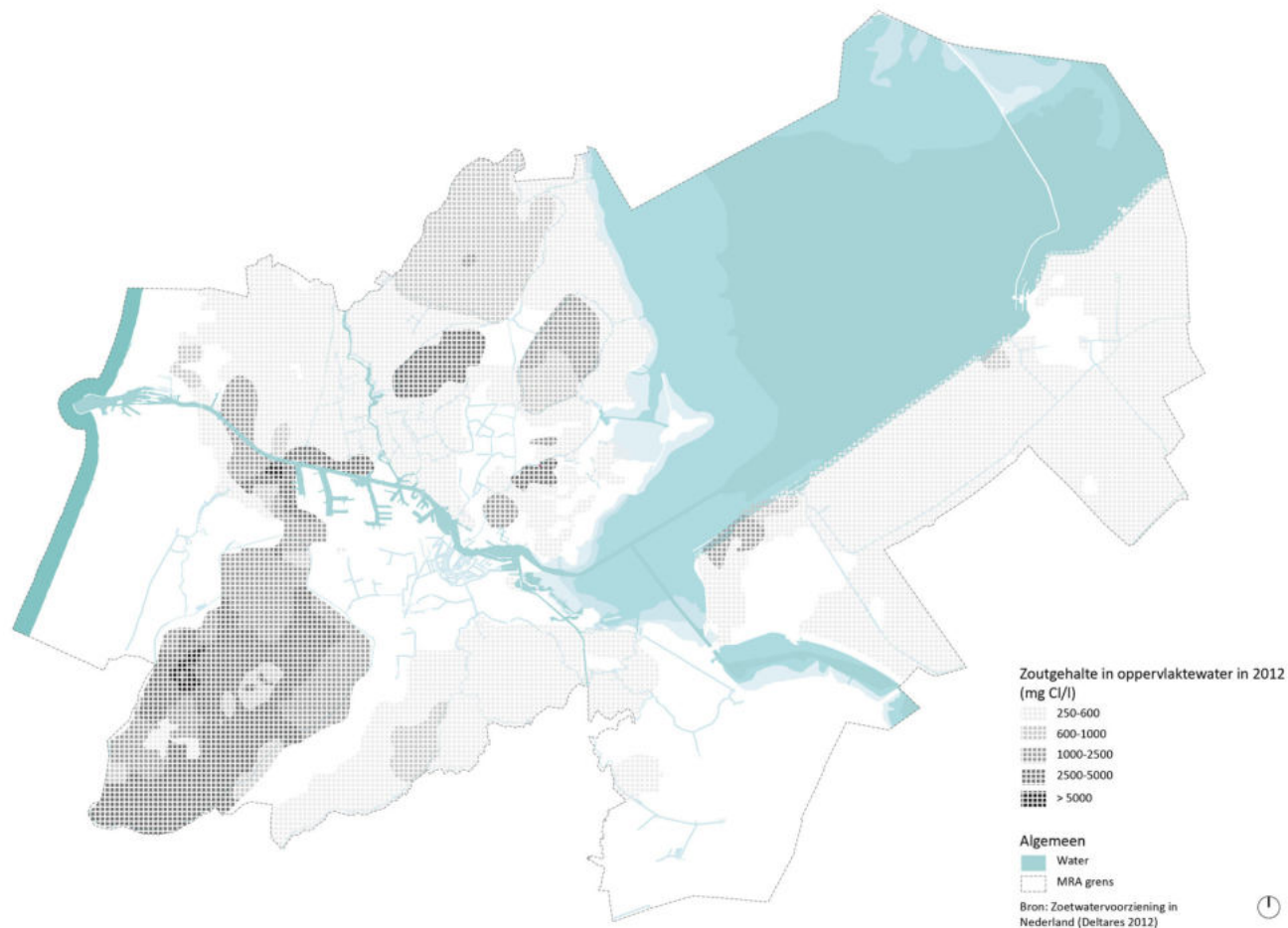


FIG. B.1.10 Zoutgehalte in oppervlaktewater in huidige situatie (kaart: Defacto).

## 1.4 – Bodemdaling

Bodemdaling kan plaatsvinden in veen- en kleigebieden: bodemdaling wordt veroorzaakt door een combinatie van inklinking, oxidatie en compressie van de bodem. De klimaatgerelateerde component van bodemdaling wordt veroorzaakt door toenemende temperaturen en droogte (zakkende grondwaterstanden), die veenoxidatie, zetting en inklinking kunnen veroorzaken en versnellen. In bijvoorbeeld Flevoland speelt daarnaast ook de recente aanleg van de polder een rol; de bodem moet daar nog stabiliseren en zal de komende decennia nog verder samengedrukt worden.

Bodemdaling kan leiden tot zowel directe als indirecte schade: er kan door het dalen van de bodem schade ontstaan aan bebouwing en infrastructuur zoals wegen en riolering. Daarnaast kan bodemdaling de mate van drooglegging verminderen, waardoor vaker hoge grondwaterstanden optreden (hetgeen kan leiden tot inkomstenderving landbouw of schade bebouwing of infrastructuur).

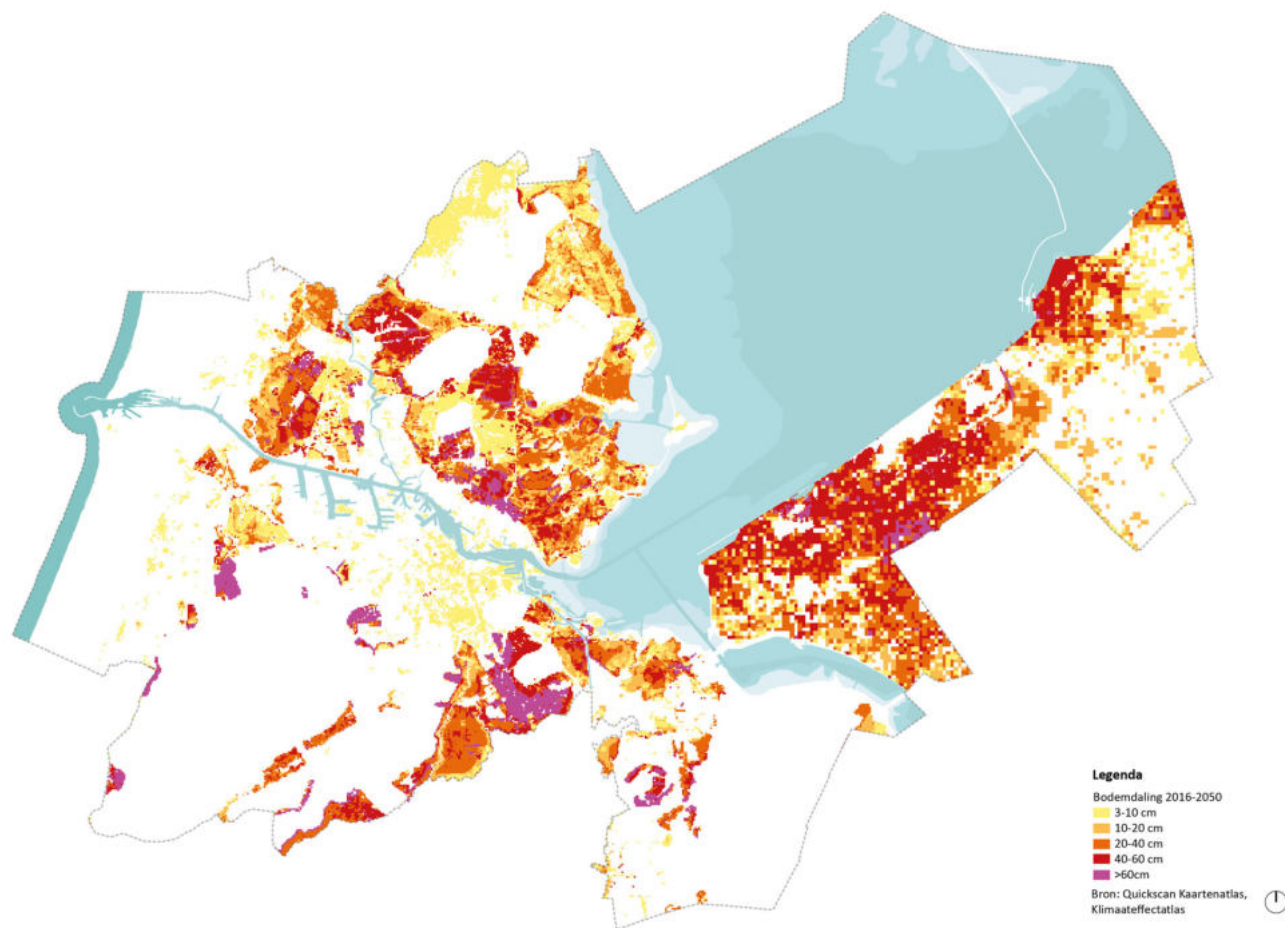


FIG. B.1.11 Bodemdaling 2016-2050 (beeld: Defacto, bron data: Nationale Klimaat-effectatlas)



## 1.5 – Hitte

Hitte betekent dat de temperatuur (en vooral de gevoelstemperatuur) hoog is. Door klimaatverandering neemt het aantal warme en hete dagen in de toekomst verder toe. Vooral in de stad, waar de bebouwing en verharding de warmte goed vasthoudt, kan dit tot hoge gevoelstemperaturen leiden. Hogere temperaturen hebben ook invloed op de aanwezige soorten (ecologie), gewassen (landbouw), hoeveelheid verdamping en de waterkwaliteit. Daarmee kan hitte voor natuur, recreatie en landbouwgebieden grote gevolgen hebben. Op de kaart zijn gebieden te zien waar stedelijke hitte effecten binnen de MRA optreden. Door de vorm van Amsterdam (ook wel vingerstad genoemd) blijven de groene scheggen van de stad relatief koel, waardoor een koele plek dichterbij is dan bij steden zonder deze groene vingers.

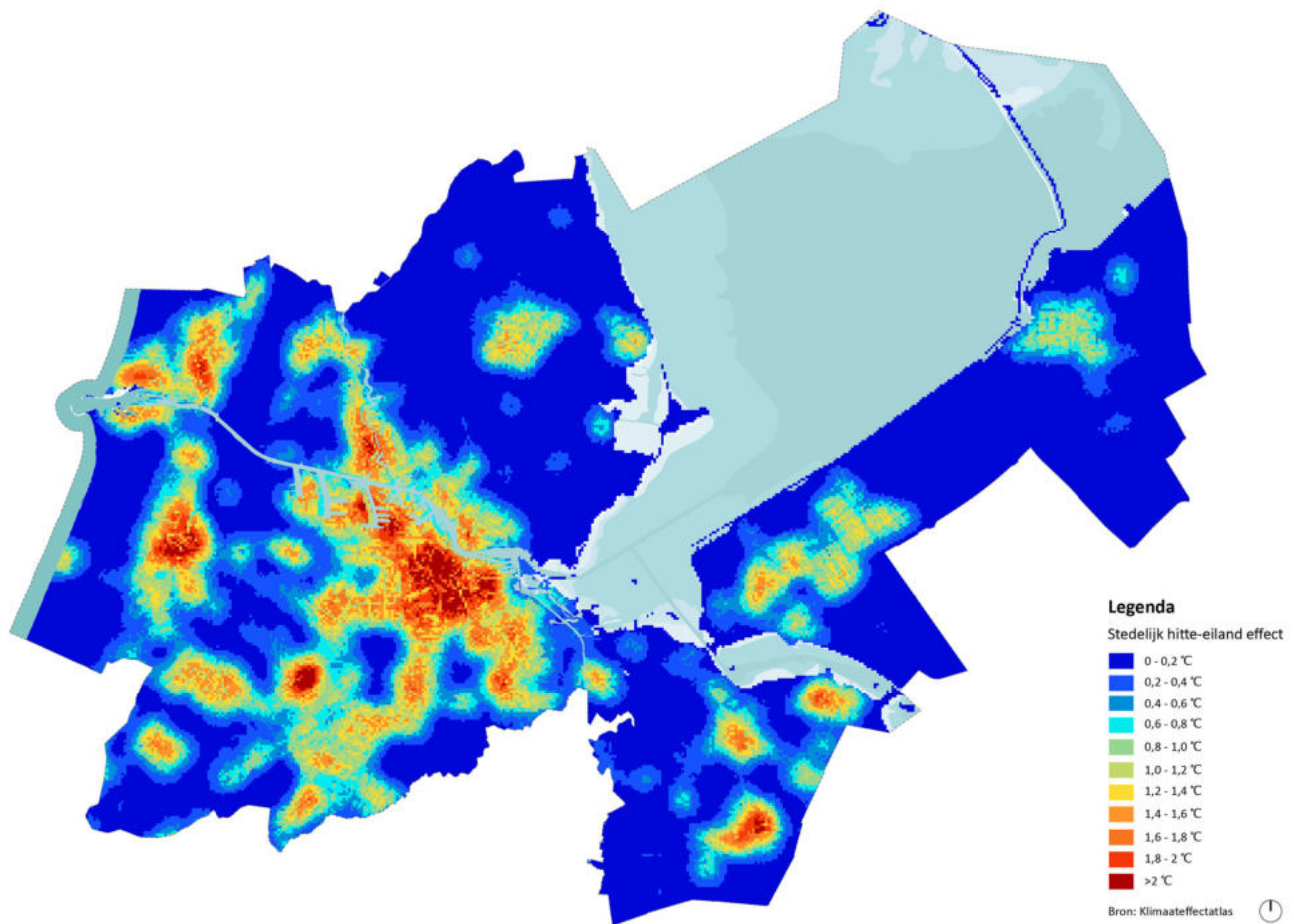


FIG. B.1.12 Stedelijk hitte-eiland effect (beeld: Defacto, bron data: Nationale Klimaateffectatlas).







DEEL C

# Demonstratie projecten deelgebieden

---





# Deelgebieden

Binnen het project hebben we de MRA opgedeeld in zeven landschappelijke deelgebieden (de Flevopolder, het Amstel Gooi en Vechtgebied, de Amsterdamse Scheggen, de Haarlemmermeerpolder, Waterland, het Noordzeekanaal en de Binnenduinrand) waarvoor vervolgens steeds een voor dit gebied representatieve klimaatgerelateerde opgave is verkend.

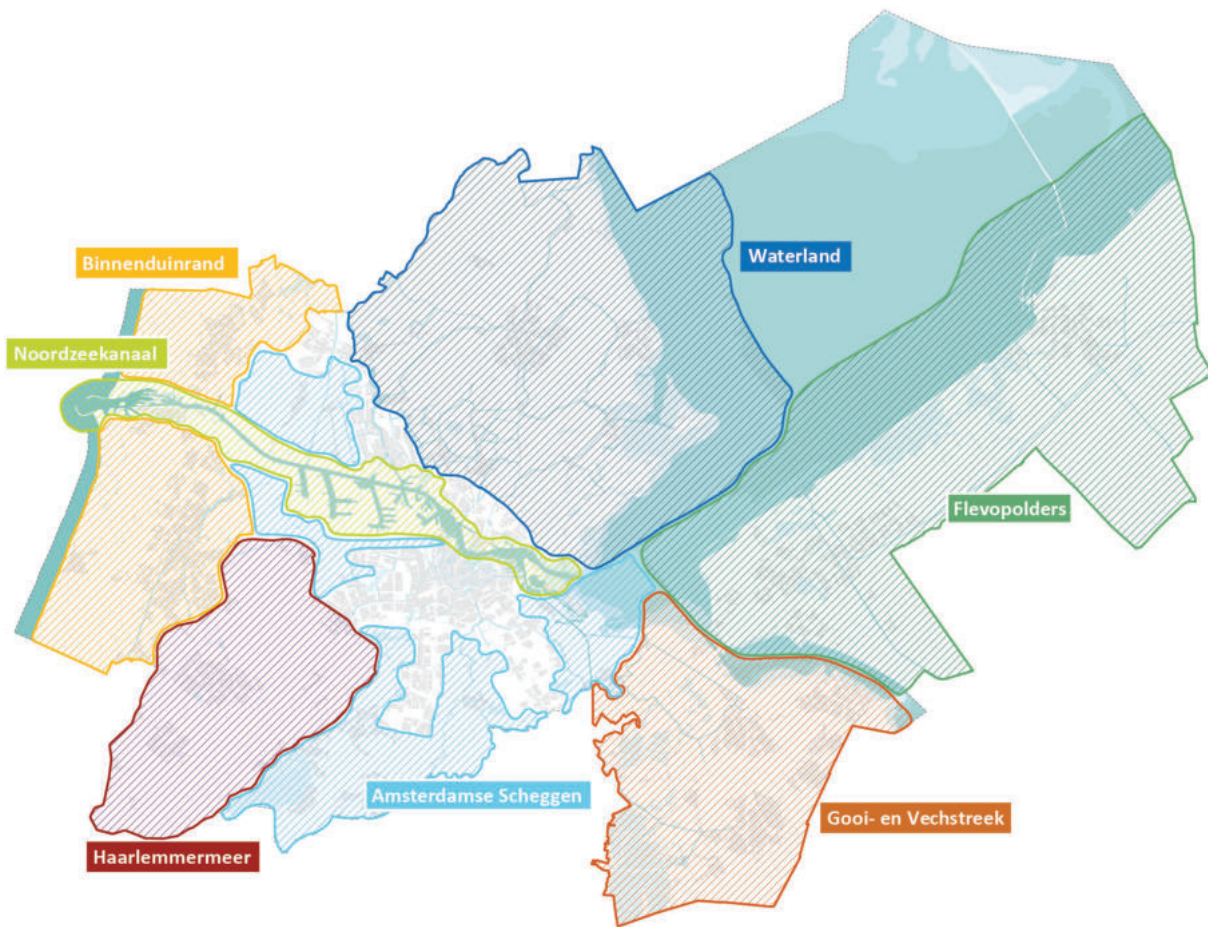


FIG. C.1.1 Landschappelijke deelgebieden (kaart: Defacto).

## Relevante klimaatopgave per deelgebied

Voor iedere landschappelijke eenheid is steeds gekeken wat representatieve klimaatopgaven zijn voor het gebied. Op basis daarvan is een eerste thematische verkenning gedaan voor de deelgebieden waarbij de volgende klimaatgerelateerde opgaven centraal staan:

- Flevopolders: bodemdaling en overstromingsrisico
- Waterland: Waterveiligheid en dijkversterking
- Amstel, Gooi en Vechtgebied: droogteopgave
- Amsterdamse Scheggen: waterberging
- Haarlemmermeer: waterbeschikbaarheid
- Binnenduinrand: benutten potentieel kwelwater
- Noordzeekanaal: (versnelde) zeespiegelstijging

Na de eerste verkenning zijn 5 casussen geselecteerd en verder doorgewerkt: de Flevopolder; het Amstel Gooi en Vechtgebied met de Utrechtse Heuvelrug; de Binnenduinrand; de Amsterdamse Scheggen, Amsterdamse Bos en het Noordzeekanaal.

In de volgende hoofdstukken staat steeds een beschrijving van de opgaven binnen het gebied, de knippunten die naar verwachting zullen optreden, een beschrijving van de propositie, een uitwerking van een businessmodel en aanbevelingen voor een vervolg.

## Toolbox bekostiging en financiering van klimaatadaptatie

Tijdens de verkenning is er een toolbox opgesteld met verschillende tools voor het opzetten van een klimaatinclusieve businesscase. Hieronder de belangrijkste businessmodelprincipes, met op de volgende pagina een overzicht van de tools die zijn ingezet voor de demonstratieprojecten:

1. Creëren van slimme koppelkansen tussen budgetten voor verschillende opgaven. Door twee of meer opgaven samen te pakken en budgetten hiervoor te bundelen, kunnen er kansen ontstaan die los beschouwd niet zouden worden benut. Combinatie van natuur en kleinschalige woningbouw is zo'n koppelkans. Voorbeeld: natuurontwikkeling in rivierengebied bekostigen uit nog te realiseren aanpalend vastgoed (initiatief WNF).
2. Bredere business case: kring van baathebbers vergroten. Aanpassingen in het initiële ontwerp kunnen ervoor zorgen dat een bredere kring van baathebbers wordt aangesproken voor bekostiging. Voorbeeld: bij de Zoetwatervoorziening Bernisse via Piershilse Gat werd er ook betalingsbereidheid losgemaakt bij ondernemingen in de haven van Rotterdam.
3. Kwalitatieve (maatschappelijke baten) criteria, vermeden schade en kosten meenemen. Inzicht in het optreden van maatschappelijke baten kan extra betalingsbereidheid bij betrokken partijen losmaken. Voorbeeld: Deltaprogramma



Rijnmond-Drechtsteden, waar de baten van toegang tot de haven, waterkwaliteit en wonen aan het water bijdroegen aan de haalbaarheid van de investeringen.

4. Interesse wekken voor sponsoring en giften, mogelijk gemaakt door nieuwe financieringsinstrumenten. Investeren in klimaatadaptatie dient een groot publiek belang, waar bepaalde (vermogende) bedrijven en particulieren zich aan willen committeren. Door het bedenken van slimme instrumenten kan dit ook financieel aantrekkelijk worden gemaakt. Voorbeeld: schenkingsobligaties die hebben bijgedragen aan realisatie van het Prinses Maxima Centrum voor kinderoncologie.
5. Het inbrengen van klimaatadaptatieopties in het ontwerp, zonder (aanzienlijke) meerkosten. Bepaalde maatregelen voor klimaatadaptatie zijn relatief eenvoudig te integreren in het ruimtelijk ontwerp en daardoor 'no regret'. Ook kunnen overheden sturen op het integreren van klimaatadaptatieopties in aanbestedingen. Voorbeeld: de aanbestedingsstrategie van Waterschap Rivierenland om de markt te prikkelen om tot technische innovaties en kostenreductie te komen.
6. Opzetten publieke private samenwerking, met voorfinanciering uit de markt. Het gebeurt vooral in infrastructuur en vastgoed, maar ook ruimtelijke projecten kunnen worden aanbesteed in een model waarin ontwerp, bouw, financiering en onderhoud zijn geïntegreerd om tot een passend en haalbaar concept te komen. Voorbeeld: Het PFI Pevensey Bay flood defense project in Engeland, met privaat gefinancierde en natuurlijke oplossingen voor waterveiligheid.
7. Fondsvorming om publieke en private gelden te bundelen en risico's te diversifiëren. Voorbeeld: ontwerp van een fonds voor klimaatadaptatieprojecten zoals voor het WNF.

|                                       | 1. Flevopolder (overstromingsrisico) | 1. Flevopolder (bodemdaling) | 2. Heuvelrug | 3. Binnenduinrand | 4. Amsterdamse bos | 5. Noordzeekanaal |
|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Slimme koppelskansen tussen budgetten |                                      | ✓                            |              | ✓                 |                    |                   |
| Kring van baathebbers vergroten       |                                      |                              | ✓            |                   | ✓                  |                   |
| Maatschappelijke baten                | ✓                                    | ✓                            | ✓            | ✓                 | ✓                  | ✓                 |
| Sponsoring en giften                  |                                      |                              |              |                   | ✓                  |                   |
| Zonder meerkosten in het ontwerp      | ✓                                    |                              | ✓            |                   |                    | ✓                 |
| PPS (met private financiering)        |                                      |                              |              |                   | ✓                  |                   |
| Fondsvorming privaat / publiek        |                                      | ✓                            | ✓            |                   |                    |                   |

FIG. C.1.2 Toepassing toolbox in demonstratieprojecten (schema: Rebel Group)

## Overzicht proposities

Hieronder een overzicht van de verschillende proposities, met daarbij een indicatie van de geadresseerde klimaatopgave, het gebruikte financieringsmechanisme en het type aanpak.

| Case                                       | Opgave                                                                              | Driver klimaat                              | Principe                                                                                | Principe bekostiging en financiering                                                                                        | Additionele baten                                                                                                             |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FLEVOPOLDER<br>BODEMDALING                 | Bodemdaling (deels klimaatafhankelijk)                                              | Droogte en hitte                            | Reactieve transformatie landgebruik bij bodemdaling                                     | Slimme koppeling budgetten<br>Maatschappelijke baten<br>Fondsvorming privaat/publiek                                        | Ecologie<br>Waterberging<br>Woningbouw<br>Recreatief gebied                                                                   |
| FLEVOPOLDER<br>FLOOD PROOF<br>BOUWEN       | Overstromingsrisico                                                                 | Zeespiegelstijging                          | Proactief verkleinen schade en slachtoffers overstroming                                | Maatschappelijke baten<br>Zonder meerkosten meenemen ontwerp                                                                |                                                                                                                               |
| BINNENDUINRAND                             | Kwelwater beschikbaarheid                                                           | Toename regenwater, zeespiegelstijging      | Benutten onderbenut potentieel op termijn beschikbaar kwelwater                         | Slimme koppeling budgetten<br>Maatschappelijke baten                                                                        | Ecologie<br>Recreatie<br>Ruimtelijke kwaliteit<br>Landbouwtransitie                                                           |
| AMSTERDAMSE<br>BOS - AANPASSEN<br>BESTAAND | Waterkwaliteit en blauwalg, betere waterbuffer                                      | Hitte, toename regenwater                   | Verbeteren klimaatbestendigheid Amsterdamse Bos (waterkwaliteit en waterberging)        | Sponsoring en giften<br>Kring baathebbers vergroten<br>Maatschappelijke baten<br>PPS (met private financiering)             | Waterberging<br>Ecologie<br>Recreatie<br>Verkoeling hitte-eiland<br>Gezonder bos<br>Cultuurhistorie                           |
| AMSTERDAMSE<br>BOS - NIEUW BOS             | Waterbuffer aanleggen (minder afvoer meer beschikbaarheid)                          | Toename regenwater (en zeespiegelstijging)  | Extra ruimte voor waterberging en verkoeling                                            |                                                                                                                             | Recreatie<br>Werkgelegenheid<br>Vestigingsklimaat<br>Verkoeling hitte-eiland<br>Ecologie                                      |
| HEUVELRUG                                  | Regenwater laten infiltreren (waterbuffer: meer beschikbaarheid en beperken afvoer) | Droogte en meer extreme regenval (en hitte) | Stap voor stap herstellen natuurlijk systeem van infiltratie (i.p.v. aanvoer en afvoer) | Kring baathebbers vergroten<br>Maatschappelijke baten<br>Zonder meerkosten meenemen ontwerp<br>Fondsvorming privaat/publiek | Ecologie (gezonder bos)<br>Wateroverlast beperkt<br>Waterkwaliteit<br>Recreatie<br>Reductie risico bosbranden<br>Hitte-eiland |
| NOORDZEE-KANAAL                            | Vergroten bergingscapaciteit Noordzeekanaal                                         | Zeespiegelstijging toename regenwater       | Extra ruimte waterberging Noordzeekanaal bij extremen of calamiteiten                   |                                                                                                                             | Ruimtelijke kwaliteit<br>Cultuurhistorie<br>Ecologie<br>Waterkwaliteit                                                        |





# Flevopolder waterveiligheid

---







Foto: Veiligheidsregio Flevoland



# Opgaven en transities Flevopolder

Het risico van een overstroming is de kans dat deze optreedt maal het gevolg hiervan (dus risico = kans x gevolg). In Nederland is het beleid vooral gericht op het beperken van de kans van overstromingen door het aanleggen van dijken met een hoge normering - zo heeft de dijkkring van de Flevopolder een normering van 1:30.000. Daarmee is het risico op overstromingen in Nederland, zeker vergeleken met veel andere Deltagebieden relatief laag. Bij het bepalen van deze normen wordt ook het gevolg van een overstroming (potentiële schade en slachtoffers) meegewogen.

Ondanks de lage kans zouden de gevolgen bij het optreden van een overstroming groot zijn. De Flevopolders kennen in geval van een dijkdoorbraak een grote overstromingsdiepte van ca. 2-3 meter. Ook zijn de mogelijkheden om verticaal te evacueren (vluchten naar een droge verdieping of hoge plek beperkt) net als de algemene evacuatiefractie (deel bevolking wat vooraf kan worden geëvacueerd) laag.

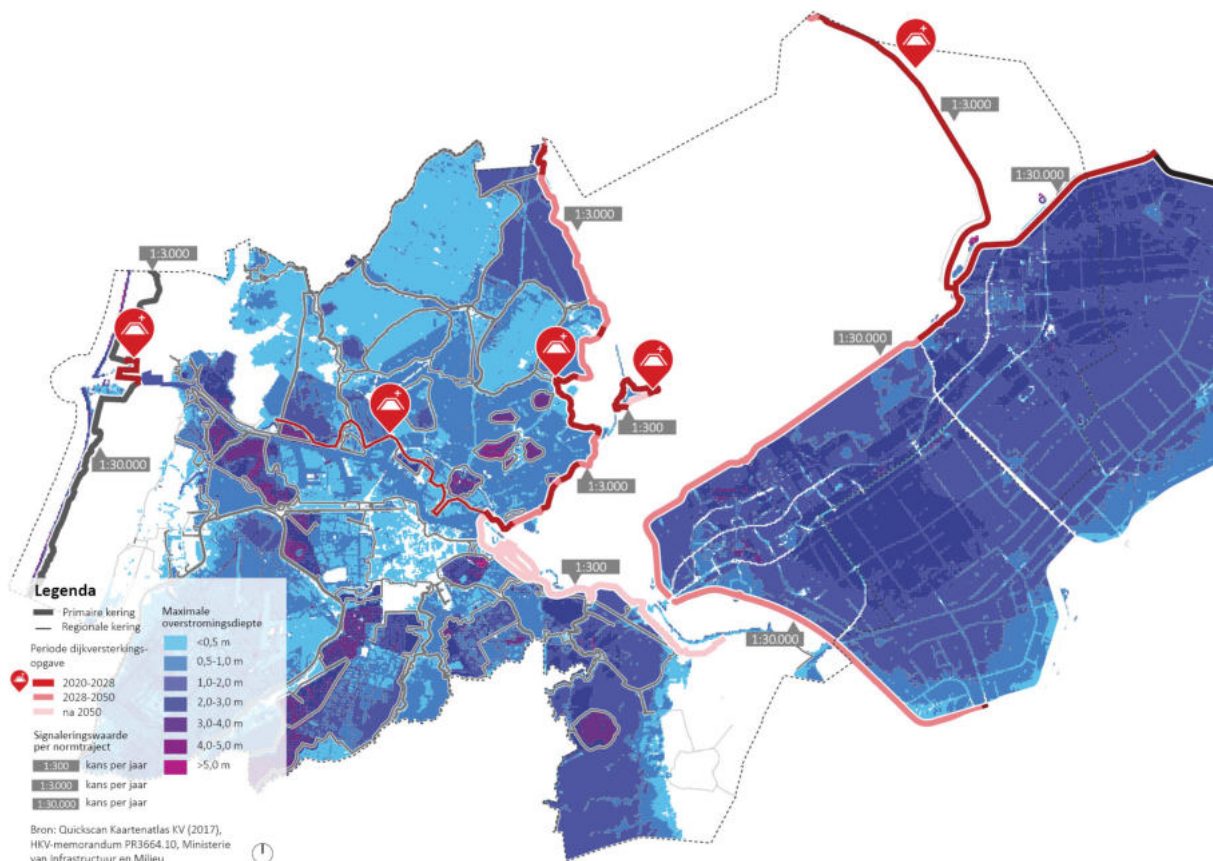


FIG. C.1.3 Overstromingsdiepte en waterveiligheidsopgave (kaart: Defacto).



### Groot plaatsgebonden risico

De Flevopolders, en met name een deel van Oosterwold, kennen een groot plaatsgebonden risico. Het plaatsgebonden risico wordt als volgt gedefinieerd: de kans dat een onbeschermde persoon die zich gedurende een jaar continu op dezelfde plek bevindt, daar het slachtoffer wordt van een overstroming. Het plaatsgebonden risico heeft dus niet te maken met hoeveel mensen waar wonen, maar met wat de kans is slachtoffer te worden mocht je je tijdens een overstroming bevinden op die bepaalde plek.

Het plaatsgebonden risico wordt bepaald door de scenariokansen en de waterdiepte, stroomsnelheid en stijgsnelheid die bij een overstroming optreden.

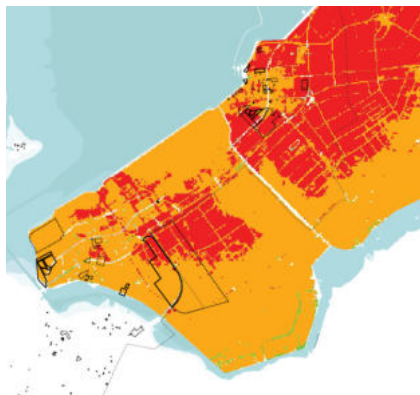
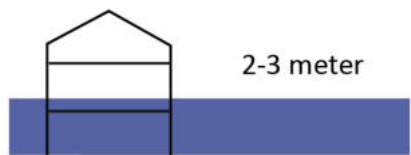


FIG. C.14 Plaatsgebonden risico: hoe roder hoe meer risico (beeld: Defacto, bron data: Rijkswaterstaat Waterdienst, 2012)

### Beperkte verticale evacuatieopties

De mogelijkheden voor verticale evacuatie (het jezelf in veiligheid brengen bij een overstroming door naar een verhoogde verdieping of hoge plek te vluchten) zijn in een groot deel van de Flevopolders beperkt.

De verticale evacuatiemogelijkheden worden bijvoorbeeld bepaald door het aantal bouwwerken met een droge verdieping, of de aanwezigheid van hoge droge plekken bij overstromingen.

Vooraf de gebieden zonder bebouwing (Oostvaardersplassen) of met een zeer lage huidige bebouwingsdichtheid (Almere Oosterwold) zijn in deze kaart terug te vinden.

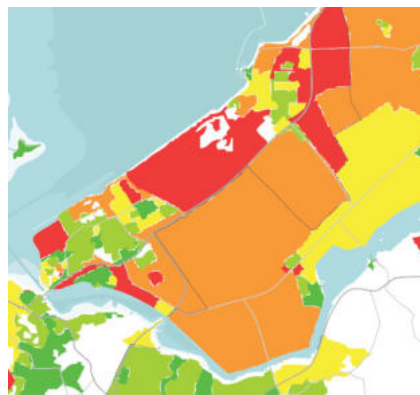


FIG. C.15 Percentage droge plekken voor verticale evacuatie: hoe roder hoe minder droge plekken (beeld: Defacto, bron data: Nationale Klimaateffectatlas)

### Grote woningbouwopgave

Flevoland kent een grote woningbouwopgave. Er is tot 2050 een plancapaciteit van ca. 70.000 extra woningen, en het gebied wordt gezien als potentieel zoekgebied voor verdere verstedelijking binnen de MRA.

Voor het gebied Oosterwold zullen er in twee fases zo'n 15.000 woningen worden ontwikkeld. Bij deze woningbouwontwikkeling staat zelfbouw centraal: bewoners kunnen zelf hun woning ontwerpen en laten bouwen.

Dit betekent vaak wel dat er niet integraal wordt opgehoogd (wat wel zou gebeuren als een gebied planmatig door een ontwikkelaar zou worden ontwikkeld), waardoor het risico dat er op termijn schade optreedt door regenwateroverlast potentieel groter is dan bij projectmatige ontwikkelingen.



FIG. C.16 Woningbouwopgave (beeld: Defacto)

**Bodemdaling, zeespiegelstijging en zoetwaterbeschikbaarheid**

**Bodemdaling**

Binnen de Flevopolder zijn er gebieden met flinke bodemdaling (zie ook de volgende casus: bodemdaling Flevoland). Deze bodemdaling wordt grotendeels veroorzaakt door zetting van de nog relatief jonge kleibodem. Een deel van de bodemdaling is klimaatafhankelijk.

De bodemdaling kan binnen dit gebied oplopen tot ca. 50 cm in 2050 (ca. 40 cm zetting + 10 cm klimaatafhankelijk) en kan op sommige plekken zelfs meer dan 60 cm bedragen. Na 2050 zal de bodemdaling naar verwachting nog zeker tot 2100 doorgaan maar afnemen in snelheid, waarbij de klimaatafhankelijke component steeds dominanter wordt.

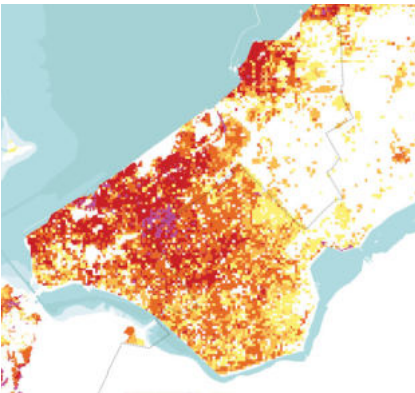


FIG. C.1.7 Bodemdaling 2016-2050, paarse en rode plekken kennen meeste bodemdaling (beeld: Defacto, bron data: Nationale Klimaateffectatlas)

**Zeespiegelstijging**

De zeespiegel zal de komende decennia naar verwachting verder stijgen. Er is nog veel onzekerheid over de mate van zeespiegelstijging: er wordt in Nederland dan ook nog met zeer diverse scenario's gewerkt.

Ondanks dat Flevoland niet grenst aan de kust kan de zeespiegelstijging ook gevolgen hebben voor Flevoland. Zo kan het met een hogere zeespiegel lastiger worden water van het IJsselmeer en Markermeer af te voeren richting zee en kan er in de toekomst een grotere gemaalcapaciteit nodig zijn bij IJmuiden en de afsluitdijk.

Daarnaast zal zeespiegelstijging invloed hebben op de hoeveelheid zoet water die nodig is; door extra kweldruk aan de kust zal het gebied achter de kust zouter worden en meer water nodig hebben om door te spoelen



FIG. C.1.8 Waterafvoer Flevopolders (beeld: Defacto)

**Waterbuffer IJsselmeer**

Het IJsselmeer herbergt een grote zoetwatervoorraad die een substantieel deel van Noord en West Nederland van zoet water voorziet.

Door klimaatverandering kunnen er langere drogere periodes optreden; dat betekent dat de zoetwaterbuffer uit meer water moet bestaan om in de bestaande gebruiksfuncties te kunnen blijven voorzien. De behoefte aan zoet water kan verder worden versterkt door zeespiegelstijging (zie hiernaast).

Dit kan betekenen dat het IJsselmeerpeil in de toekomst zal worden verhoogd om voldoende zoet water beschikbaar te hebben om de omliggende gebieden van water te kunnen voorzien. Ook voor de waterafvoer is bufferen van water op het IJsselmeer een relevante oplossingsrichting. Afgelopen jaar is het peil al met 10 cm verhoogd (maximum bestaande peilakkoord). In eerdere studies voor de lange termijn zijn peilopzetten van ca. 30-50 cm verkend.

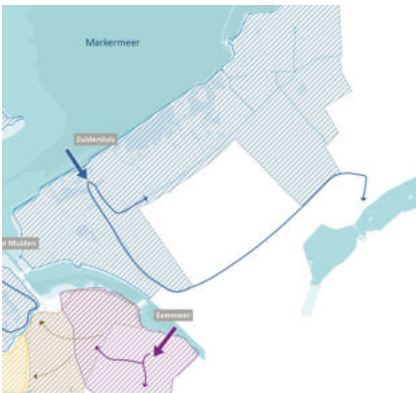


FIG. C.1.9 Wateraanvoer vanuit Markermeer in tijden van droogte (beeld: Defacto)



## Knikpunten in de tijd

Het overstromingsrisico neemt in principe met ontwikkelingen binnen het gebied toe: als er meer gebouwd en ontwikkeld wordt, nemen het aantal potentiële slachtoffers en de economische waarde van dat wat potentieel kan overstromen en schade oploopt, toe. In de huidige normering van de dijken van Flevoland is al rekening gehouden met de 70.000 nieuwe woningen.

Door de bodemdaling en eventuele peilopzet van het IJsselmeer zou de potentiële overstromingsdiepte van het gebied verder kunnen toe nemen. De afstand tussen maaiveld en de waterstand van het IJsselmeer, en daarmee de overstromingsdiepte van ca. 2-3 meter, zou kunnen toenemen met bijna een meter (tot 60 cm bodemdaling en bijvoorbeeld 30-50 cm peilopzet IJsselmeer). Dit betekent dat in het geval van een overstroming er meer gebouwen zullen zijn waar ook de tweede verdieping overstroomt. Het kan dan ook raadzaam zijn aanvullend op de kansbeperking door dijkversterking ook in te zetten op gevolgbeperking. Op de kansenkaart gevolgbeperking (van de klimateffectatlas) valt dit gebied dan ook binnen de categorie: kansen voor beperken slachtoffers bij diepe overstroming >200 cm.

Een ander knikpunt dat kan optreden is wateroverlast door grondwater doordat de grondwaterstand ten opzichte van de kruipruimte te hoog komt te staan. Op basis van kentallen zien we in Oosterwold nog geen direct knikpunt optreden op dit gebied.

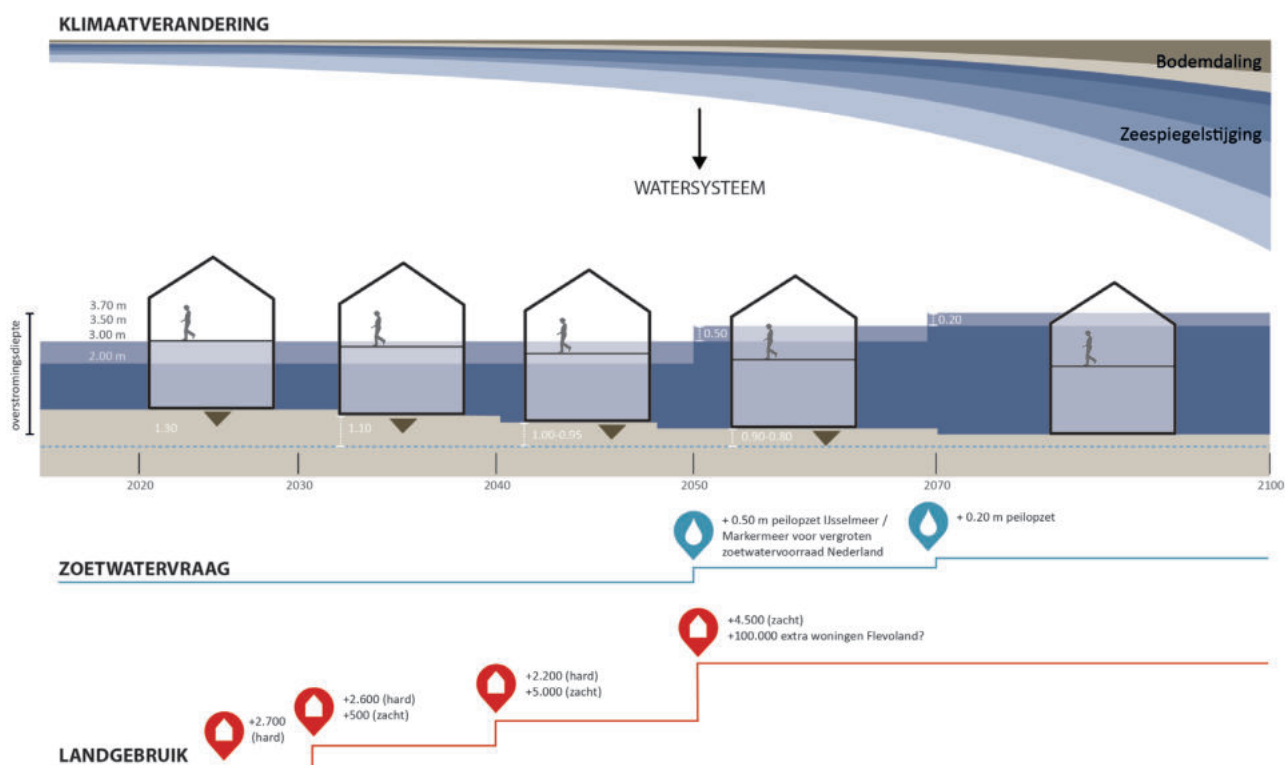


FIG. C.1.10 Denkoefening knikpunten waterveiligheid (de overstromingsdiepte worden op basis van de beschikbare data in ranges weergegeven, huidige overstromingsdiepte is 2 meter (donkerblauw) tot 3 meter (lichtblauw) (schema: Defacto)

## Doorzetten systeem of adapteren?

In Oosterwold worden ca. 15.000 woningen bijgebouwd. Daarmee neemt het potentiële schadebedrag bij overstromingen – als gevolg van een dijkdoorbraak – in materiële en immateriële zin toe. Materieel valt te denken aan schade aan onroerend goed (woningen, voertuigen, inboedel etc.) en economische schade door bedrijfsuitval: verlies van toegevoegde waarde door een productiestilstand. Immateriële schade wordt vaak uitgedrukt in verlies van mensenlevens. Het business model voor bescherming tegen overstromingsrisico hangt af van de situatie waarmee je vergelijkt. We zien op hoofdlijnen een afweging tussen drie mogelijke situaties: niks doen, doorzetten systeem of adapteren.

### Niks doen

Er wordt geaccepteerd dat de ca. 15.000 woningen die bijgebouwd worden in Oosterwold een risico op overstroming lopen en dat dit risico in de toekomst toeneemt. Het additionele economische risico dat gelopen wordt zou in een kosten-batenanalyse becijferd kunnen worden, rekening houdend met de kans op een doorbraak van de dijken. De studie 'Veiligheid Nederland in Kaart – Overstromingsrisico dijkkring 8 Flevoland' (2012) noemt een faalkans van 1/2100 jaar bij een enkelvoudige doorbraak bij zuidelijk Flevoland. Het totale economische risico dat hierbij hoort is geraamd op ca. €6 mln. per jaar. Het is aannemelijk dat deze waardering van het economisch risico in de toekomst stijgt, door verdere verdichting (meer potentiële schade) en stijging van de zeespiegel (meer kans op overstroming).

### Doorzetten systeem

Binnen het huidige systeem zou het overstromingsrisico beperkt kunnen worden door dijken te verhogen en versterken. Dit is een overweging voor op grotere schaal, omdat hiermee niet alleen de ca. 15.000 woningen in Oosterwold beschermd zouden worden, en dus een moeilijk vergelijkbaar alternatief. Mogelijk dat er wel investeringskosten bespaard of uitgesteld kunnen worden als woningen in zuidelijk Flevoland adaptief worden gebouwd.

### Adapteren

Omdat het amfibisch wonen nog een relatief nieuw concept is, zijn de investeringskosten per woning nog erg onzeker. Een grove indicatie uit de bouwwereld is dat dit ca. €10.000 per woning zou kosten. Om heel Oosterwold amfibisch te maken zijn de kosten dus bij benadering €150 mln. (want: 15.000 woningen). Let op: dit kan niet vergeleken worden met het economisch risico bij 'niks doen', zoals hierboven beschreven, omdat het daar om een waarde op jaarbasis gaat.

Adaptief bouwen in Oosterwold leidt dus tot vermeden schade (van overstromingen) of vermeden investeringen (in dijken). Het is nog moeilijk te zeggen op basis van deze vergelijking of adaptief bouwen economisch aantrekkelijk is. Goed zou zijn om het economisch risico van overstromingen met de huidige klimatologische modellen en geschatte faalkansen opnieuw te berekenen en waarderen (bijv. in een MKBA) en om verder te verkennen in hoeverre adaptief bouwen leidt tot uitstel of afstel van investeringen in dijkhoging- en versterking die anders nodig was geweest.

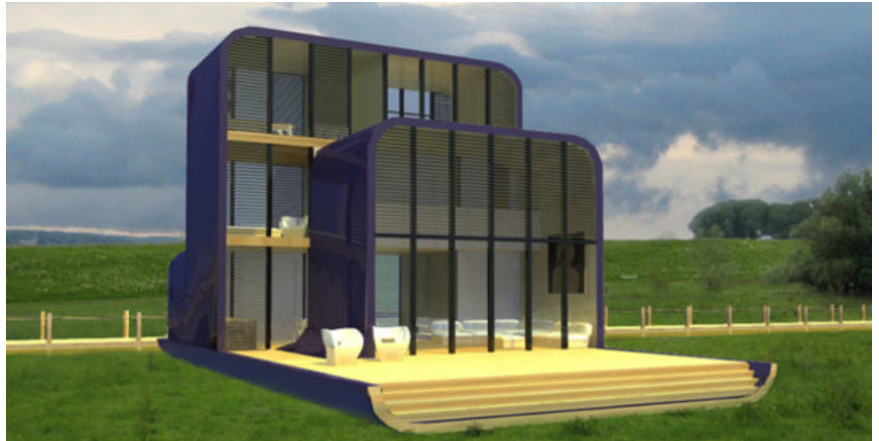


FIG. C.1.11 Amfibische bebouwing tijdens droge periode (collage: Defacto).

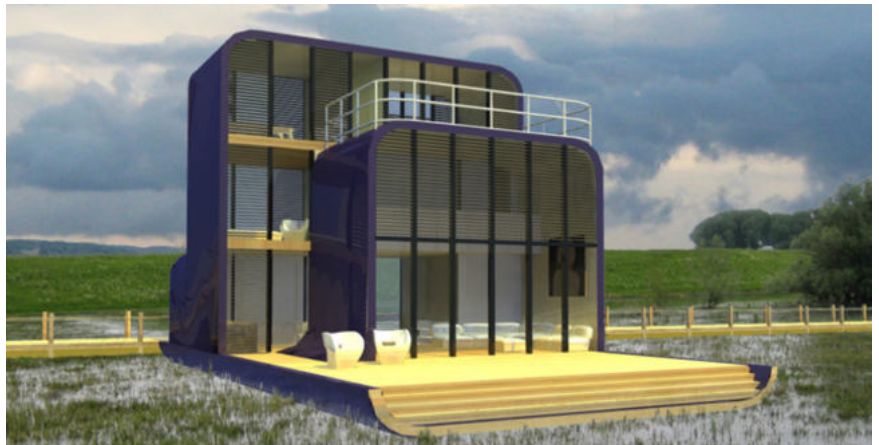


FIG. C.1.12 Amfibische bebouwing tijdens natte periode (collage: Defacto).



FIG. C.1.13 Amfibische bebouwing tijdens overstroming (collage: Defacto).



# Propositie: amfibische bebouwing en straatmeubilair.

Voor de propositie voor dit gebied met kansen voor het beperken van slachtoffers bij overstromingen van > 2 meter diepte zetten we in op het ontwikkelen van amfibische woningen en straatmeubilair. Amfibisch betekent dat de woning of het straatmeubilair onder normale omstandigheden gewoon op de grond staat, maar in geval van een overstroming kan gaan drijven.

## **Amfibische woningen**

Een amfibische woning heeft een drijvende basis: bijvoorbeeld een gesloten betonnen kelderbak of een schuimbodem die waterdicht is en kan drijven. Er zijn al amfibische woningen te vinden in buitendijkse gebieden waar het waterpeil sterk kan fluctueren; bijvoorbeeld langs de Maas in Maasbommel en Olde Huuske.

De amfibische woningen hoeven er niet anders uit te zien dan een normale woning, al lenen ze zich natuurlijk wel voor bijzonder materiaalgebruik (bijvoorbeeld lichtgewicht composiet). Wat wel belangrijk is bij het ontwerp, is dat er een verankering met het maaiveld is (bijvoorbeeld een geleidepaal die aan de woning is bevestigd) en dat de aansluitingen in de vorm van rioleringsbuizen en waterleidingen flexibel zijn; dit is technisch vrij eenvoudig uitvoerbaar. De meerkosten van het amfibisch uitvoeren van een woning kunnen redelijk beperkt blijven. Een bijkomend voordeel van amfibische woningen is dat ze ook bestand zijn tegen regenwateroverlast en (door hun flexibele aansluiting op leidingen en het maaiveld) geen schade ondervinden door bodemdaling.

## **Amfibisch straatmeubilair**

Om de kansen voor zelfredzaamheid in geval van een overstroming in gebieden met weinig opties voor verticale evacuatie te verbeteren (bijvoorbeeld in een openbaar gebied of natuurgebied) kan amfibisch straatmeubilair worden ingezet. Dit straatmeubilair doet onder normale omstandigheden gewoon dienst als straatmeubilair, maar kan bij overstromingen worden gebruikt als reddingsboot.



FIG. C.1.14 Shelters voor zelfredzaamheid in gebruik als straatmeubilair (collage: Defacto)

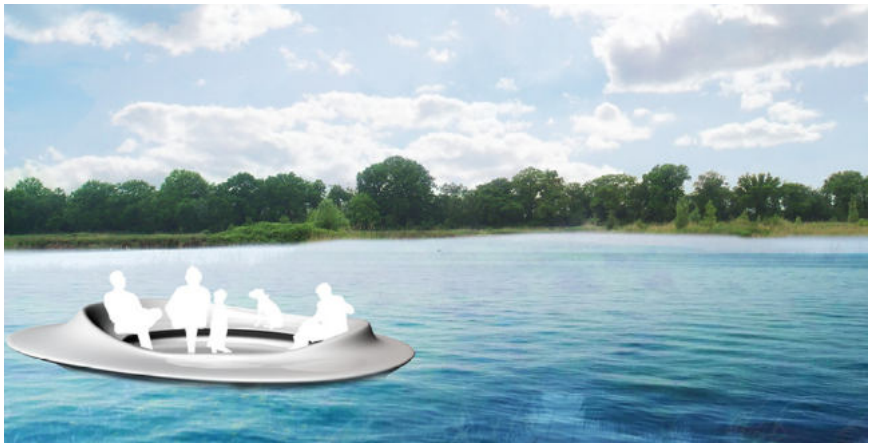


FIG. C.1.15 Shelters voor zelfredzaamheid redden levens tijdens overstroming (collage: Defacto)

## Business model

### Baathebbers

Het beperken van de kans op materiële en immateriële schade door overstromingen kent een aantal mogelijk baathebbers. De Veiligheidsregio Flevoland is een samenwerkingsverband tussen de zes gemeenten, brandweer, politie en geneeskundige hulpverleningsorganisaties in de regio, met als kerntaak om mensen die wonen, werken of verblijven in Flevoland tegen risico's en rampen te beschermen. Een overstroming treft over het algemeen meerdere gemeenten, wat het een aangelegenheid van de Veiligheidsregio maakt. Zij profiteren duidelijk van een beperking van de kans op overstromingsschade. Bewoners/woningeigenaren profiteren hier direct van, zowel materieel als immaterieel. Een zekere betalingsbereidheid bij toekomstige woningeigenaren is er dus in theorie en voor de financiering zou een (gemeentelijk) fonds opgezet kunnen worden. Het opnemen van ontwerpprincipes voor flood proof bouwen in de Oosterwold zelfbouw gids zou een quick win zijn.

Het gebied Oosterwold is vooral gericht op woningbouw, waardoor de verwachte baten voor het bedrijfsleven in de regio beperkt zijn. Schade door overstromingen wordt in Nederland niet gedekt onder de inboedel- of opstalverzekering. Het verzekeren van overstromingsrisico is bij enkele verzekeraars mogelijk, maar gebeurt in de praktijk weinig. Het voorkomen van vermeden schade leidt naar verwachting dus ook niet snel tot bereidheid van schadeverzekeraars om aan deze maatregel bij te dragen

### Aanbevelingen vervolg

Er wordt veel gesproken over het al dan niet (overstromingsbestendig) bouwen in overstromingsgevoelige gebieden, maar hier is (behalve vitaal en kwetsbare functies) nog nauwelijks visie op. In de NOVI staat dat met nieuwe ontwikkelingen het risico niet mag toenemen: Wat betekent dit? Hoe doe je dit? Betekent dit dat je er voor kiest in bepaalde gebieden niet verder te bouwen / investeren?

Het amphibische straatmeubilair betreft een relatief kleine investering en kan een interessante quick win zijn voor (recreatie)gebieden, met weinig kansen voor verticale evacuatie en kansen voor gevolgbeperving van overstromingen.

### Bredere toepasbaarheid

Het toepassen van amfibische woningen wordt in buitendijkse gebieden met peilfluctuaties al toegepast. Amfibische woonvormen zijn vooral geschikt voor kleinschalige gebouwen zoals vrijstaande (een of twee) gezinswoningen. Net als het drijvende straatmeubilair kunnen amfibische woningen worden ingezet in gebieden met kansen voor gevolgbeperving overstromingen (zie kaart hieronder). Daarnaast kunnen de woningen ook goed worden ingezet in gebieden met bodemdaling of veel regenwateroverlast. Daarnaast zijn de woningen geschikt voor plekken waar je flexibiliteit wilt houden. Doordat de woningen zelfdragend zijn en bestand tegen opwaartse druk aan de onderzijde, zijn ze ook altijd nog op te tillen en te verhogen of verplaatsen. Dit kan extra flexibiliteit opleveren in gebieden waar dicht op de dijk wordt gebouwd (behoudt flexibiliteit dijk nog te versterken) of gebieden waar je flexibiliteit wilt behouden (zie ook de diepe polders in de Heuvelrug-case).

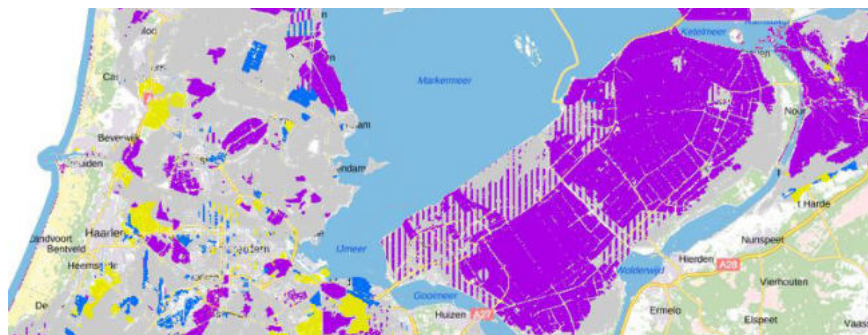


FIG. C.1.16 Kansenskaart gevolgbeperving uit de Nationale Klimateffectatlas. Paarse vlakken op de kaart; kansen gevolgbeperving slachtoffers bij diepe overstroming (> 2 meter).







# Flevopolder bodemdaling

---







# Opgaven en transitie Flevopolder

In de Flevopolder zien we, net als in andere gebieden binnen de MRA, sterke bodemdaling. Deze bodemdaling wordt in de Flevopolder grotendeels veroorzaakt door (geotechnische) zetting van de nog relatief jonge kleibodem. De bodemdaling wordt versterkt door inklinken van veen tijdens langere perioden van droogte en is klimaatafhankelijk.

De bodemdaling kan binnen poldervlak 01 in Zuidelijk Flevoland, waar we ons bij deze casus op hebben gericht, tot 2050 rond de 50 cm bedragen (ca 40 cm zetting + 10 cm klimaatafhankelijke inklinking) en op sommige plekken zelfs meer dan 60 cm. Na 2050 zal de bodemdaling naar verwachting nog zeker tot 2100 doorgaan maar afnemen in snelheid, waarbij de klimaatafhankelijke component steeds dominanter wordt.

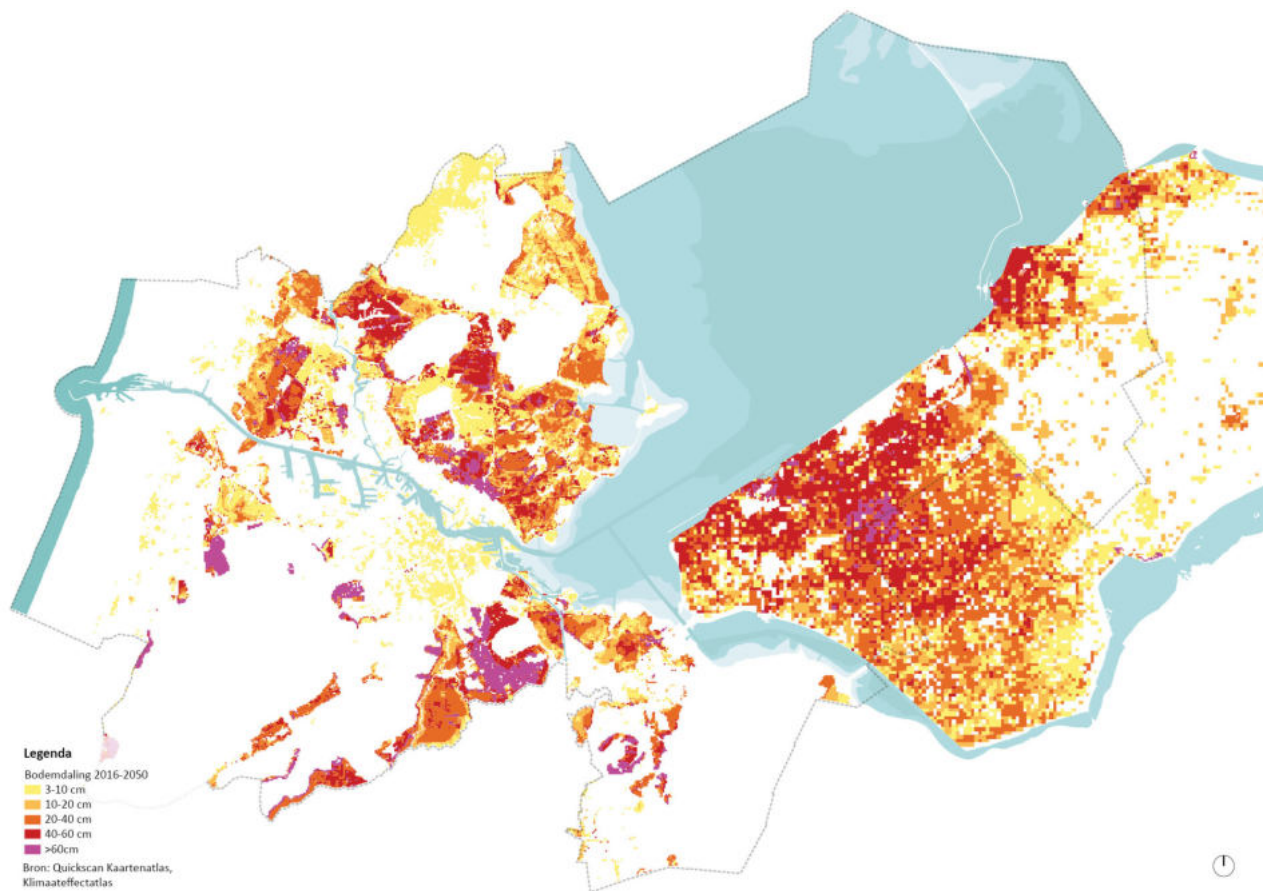


FIG. C.1.17 Verwachte bodemdaling binnen de MRA 2016-2050 (beeld: Defacto, bron data: Nationale Klimaat-effectatlas).

## Ontwateringsdiepte, bodemdaling en landgebruik

Er is een sterke relatie tussen de mate van drooglegging, peilbeheer, bodemdaling en landgebruik. Het huidige landgebruik (akkerbouw) vraagt om een minimale drooglegging van ca. 90 cm en een minimale ontwateringsdiepte van 60 cm. Daalt de bodem dan neemt de drooglegging af en daarmee eventueel ook de geschiktheid van de grond voor akkerbouw.

### Drooglegging en peilbeheer

De drooglegging binnen het gebied is op sommige plekken beperkt (blauwe en groene delen kaart: 1.20 tot 1.60 meter drooglegging). Het gebied met de minste drooglegging overlapt met de loop van de voormalige smeltwaterrievier de Eem.

Bij verdere bodemdaling is de huidige visie dat er vanuit het watersysteem geen verdere onderbemaling zal plaatsvinden, wat zou betekenen dat de grondwaterstand ten opzichte van het maaiveld toeneemt en de drooglegging verder afneemt. Ook zal de bergingscapaciteit van de sloten afnemen doordat de waterstand van de sloten ten opzichte van het maaiveld toeneemt.

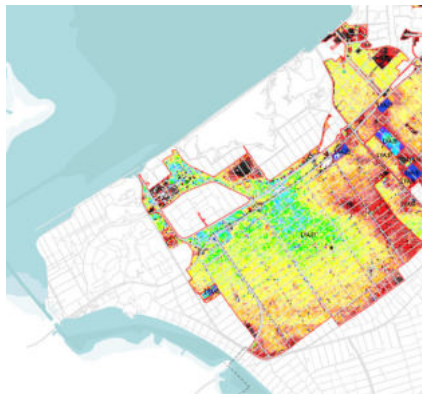


FIG. C.1.18 Drooglegging Waterschap Zuiderzeeland (beeld: Defacto, bron data: Waterschap Zuiderzeeland, 2005)

### Sterke bodemdaling

De bodemdaling in de Flevopolder is aanzienlijk (zie ook vorige pagina) en deels klimaatafhankelijk.

Hieronder een bodemdalingsgrafiek opgesteld door RHDHV op basis van verschillende bestaande projecties waarin is te zien dat de bodemdaling tot 2050 rond de 50 cm bedraagt (ca. 40 cm zetting + 10 cm klimaatafhankelijk). Na 2050 zal de bodemdaling naar verwachting nog zeker tot 2100 doorgaan maar afnemen in snelheid. Daarbij wordt de klimaatafhankelijke component steeds dominant.

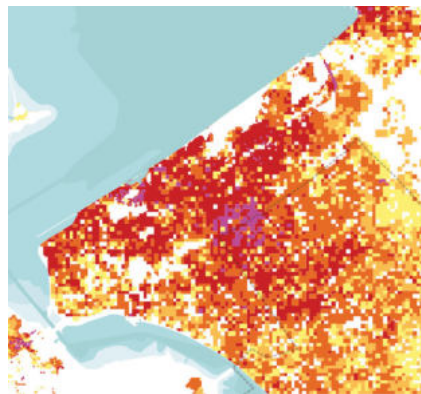
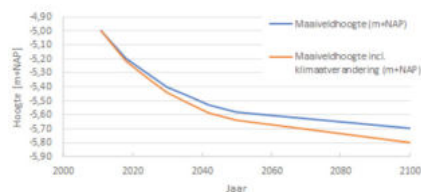


FIG. C.1.19 Bodemdaling 2016-2050 (beeld: Defacto, bron data: Nationale Klimaateffectatlas)

### Open en grootschalig agrarisch gebied

Het gebied heeft een kleibodem en wordt vooral gebruikt voor akkerbouw. De gronden in de Flevopolder kennen over het algemeen een hoge productiewaarde en efficiënte productiewijze. We vinden binnen het gebied onder andere veeteelt en gewassen als granen, groenten, bolgewassen en peulvruchten.

Binnen deze studie is de aanname gedaan dat er bij deze kleibodem een drooglegging van ca. 90 cm nodig is voor akkerbouw en ca. 60 cm voor gras- en hooiland.

Het open agrarische karakter van het gebied met grote landbouwarealen met incidentele bebouwing binnen een strak verkavelingspatroon is zeer kenmerkend voor dit agrarische landaanwinningsgebied.

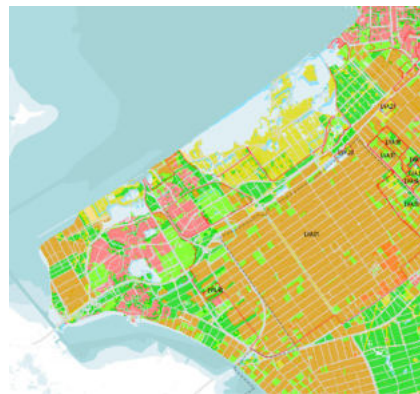


FIG. C.1.20 Huidig agrarisch landgebruik (beeld: Defacto, bron data: Waterschap Zuiderzeeland, 2005)

Regenwaterafvoer, woningbouwopgave en ecologische kansen

Het open grootschalige agrarische landschap van de Flevopolders biedt naast landbouw ook veel kansen voor andere ontwikkelingen en transities. Zo is het gebied plan- en zoekgebied voor een grootschalige woningbouwopgave, ligt er een opgave voor oppervlaktewaterberging en liggen er ecologische kansen.

Regenwaterafvoer

De huidige ambitie voor oppervlaktewaterberging in stedelijk gebied is momenteel 6% (gemiddeld stedelijk gebied is 40% verhard met afvoer 1,5 l/s/ha). Almere Stad zit daar met 12,5% open water boven. Het naast peilvlak 01 gelegen Almere Buiten zit daar met 2,6% ver onder. Almere Buiten kent nu dus al een opgave voor extra regenwaterberging welke in de toekomst met de steeds extremere regenbuien verder zal toenemen.

Naast oppervlaktewaterberging zal het in relatie tot klimaatverandering en de steeds extremere regenval belangrijk zijn steeds meer water vast te houden in zowel het stedelijke als landelijke gebied. Dit kan door in zowel het landelijk als stedelijk gebied ruimte voor regenwaterberging mee te nemen in ontwerpen en visies.

Grote woningbouwopgave

De Flevopolders en met name het gebied rondom Almere kent een grote woningbouwambitie en -opgave.

Het naastgelegen Oosterwold wordt momenteel ontwikkeld en kent twee fases. Fase 1 is in uitvoering en omvat in totaal 4.200 woningen, fase 2 zal ca 10.000 woningen omvatten.

Met deze grootschalige woningbouwplannen is Flevoland wellicht nog niet uitgebouwd. Het gebied wordt vaak genoemd als zoekgebied voor aanvullende woningbouw omdat binnen dit gebied nog relatief veel ruimte is en er kansen liggen een deel van de grote woningbouwbehoefte binnen de MRA te faciliteren. Met de toenemende woningbouw zal ook de behoefte aan recreatie- en uitloopgebied verder toenemen.

Ecologische kansen

Ten noorden van Peilvlak 01 liggen de Oostvaardersplassen: een bekend en waardevol natuur- en recreatiegebied. Ten zuiden van het peilvlak ligt het nog jonge loofbos Horsterwold.

Het gebied tussen de Oostvaardersplassen en Horsterwold kan een waardevolle ecologische West-Oost verbinding vormen tussen het IJsselmeergebied en de Oostvaardersplassen en het Horsterwold en de Veluwe. Deze ecologische verbinding is al vaak geagendeerd, maar er is momenteel weinig draagvlak voor het realiseren van natuur ten koste van landbouwgronden. Indien de landbouwgronden door bodemdaling minder rendabel zouden worden, zou een meer natuurinclusieve vorm van landbouw of transitie naar natuur kunnen bijdragen aan een waardevolle ecologische west-oost verbinding.



FIG. C.1.21 Regenwateroverlast 2050 (beeld: Defacto, bron data: Nationale Klimaateffectatlas)

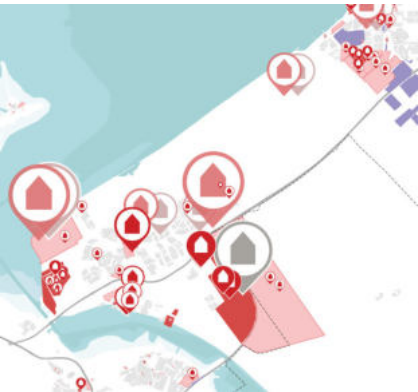


FIG. C.1.22 Woningbouwopgave (beeld: Defacto)



FIG. C.1.23 Ecologie (beeld: Defacto)



## Knikpunten in de tijd

### Bodemdaling

In de tijd zal als gevolg van bodemdaling het grondwater ten opzichte van het maaiveld steeds hoger komen te staan. De drooglegging wordt dus langzamerhand minder. Bij deze studie hebben we (op basis van expert judgement) de globale aanname gedaan dat op het moment dat de drooglegging in deze kleigrond minder is dan 90 cm de rendabiliteit van akkerbouw afneemt en bij een drooglegging van minder dan 70 cm het land niet meer goed bruikbaar is als gras-/hooiland. Het kan zijn dat op basis van verder onderzoek of monitoring deze getallen aangepast moeten worden.

We zien op basis van deze aanname en de bodemdalingsscenario's dat al op de korte termijn, rond 2030, stukken land minder goed bruikbaar zullen zijn voor hun huidige landgebruik (gebieden die nu ca. 120 cm drooglegging kennen worden op plekken met veel bodemdaling ca. 75 cm). Dit neemt in de richting van 2050 verder toe (gebieden die nu ca. 120 cm drooglegging kennen worden op plekken met veel bodemdaling ca. 60 cm zonder klimaatverandering en 55 cm met klimaatverandering).

### Oppervlaktewaterberging bij extreme neerslag

Klimaatverandering zal leiden tot een extra behoefte aan piekwaterafvoer en berging in het oppervlaktewater. Ondanks dat door de bodemdaling de sloten minder bergingscapaciteit zullen hebben (verschil maaiveld en waterhoogte sloot en daarmee de bergingscapaciteit oppervlaktewater zal afnemen) hebben we bij deze verkenning in het landelijk gebied nog geen knikpunt geïdentificeerd. Voor Almere Buiten zal door klimaatverandering de reeds bestaande opgave voor extra oppervlaktewaterberging voor regenwater (2,6% wateroppervlak, waar de huidige ambitie 6% is) verder toenemen.

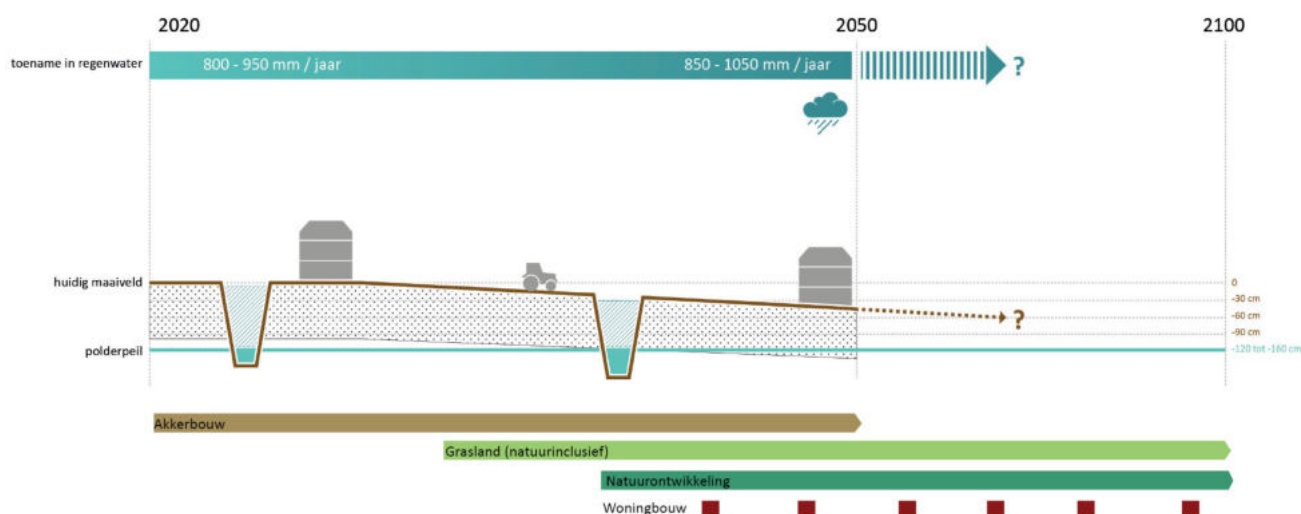


FIG. C.1.24 Denkoefening knikpunten bodemdaling Flevopolder (schema: Defacto)

## Doorzetten systeem of adapteren?

Door de toenemende bodemdaling in zuidelijk Flevoland is het huidige agrarische landgebruik (akkerbouw) steeds minder goed mogelijk. Ook in deze case kijken we voor het business model naar de afweging tussen drie mogelijke situaties: niks doen, doorzetten systeem of adapteren.

### **Niks doen**

Door gemiddeld nattere gronden ontstaan er slechtere oogsten. Er is daardoor oplopende economische schade voor agrariërs. Dit uit zich direct in verlies van omzet en indirect is het effect dat de waarde van de grond op termijn afneemt. De gemiddelde agrarische omzet in zuidelijk Flevoland is €6.700 per ha ('Grond in beweging', 2019). Ons focusgebied bestaat uit 2.400 ha, waarvan ca. 50% (1.200 ha) landbouwgrond. Er is dus bij benadering €8 mln. jaarlijkse agrarische omzet 'at risk'.

### **Doorzetten systeem**

Om landbouw in de huidige vorm te blijven houden zouden de waterpeilen moeten worden verlaagd door de bodemdaling te volgen. Hierdoor moet worden onderbemalen. Dat vergt voor dit gebied een geschatte investering van €15 mln. voor de realisatie van een tussengemaal en €25-50 mln. voor het verdiepen van watergangen.

### **Adapteren**

Het geleidelijk transformeren van landbouwgrond naar natuur leidt tot toename van de leefbaarheid en recreatiemogelijkheden, versterking van de biodiversiteit en CO<sub>2</sub>-opname. Door tegelijkertijd in het gebied waterbergingscapaciteit te maken voor het nabij gelegen Almere Buiten wordt water- en droogteschade in de toekomst mogelijk vermeden. Woningbouw (kleinschalig) leidt tot overwaarde waarmee realisatie van natuur en water kan worden bekostigd.

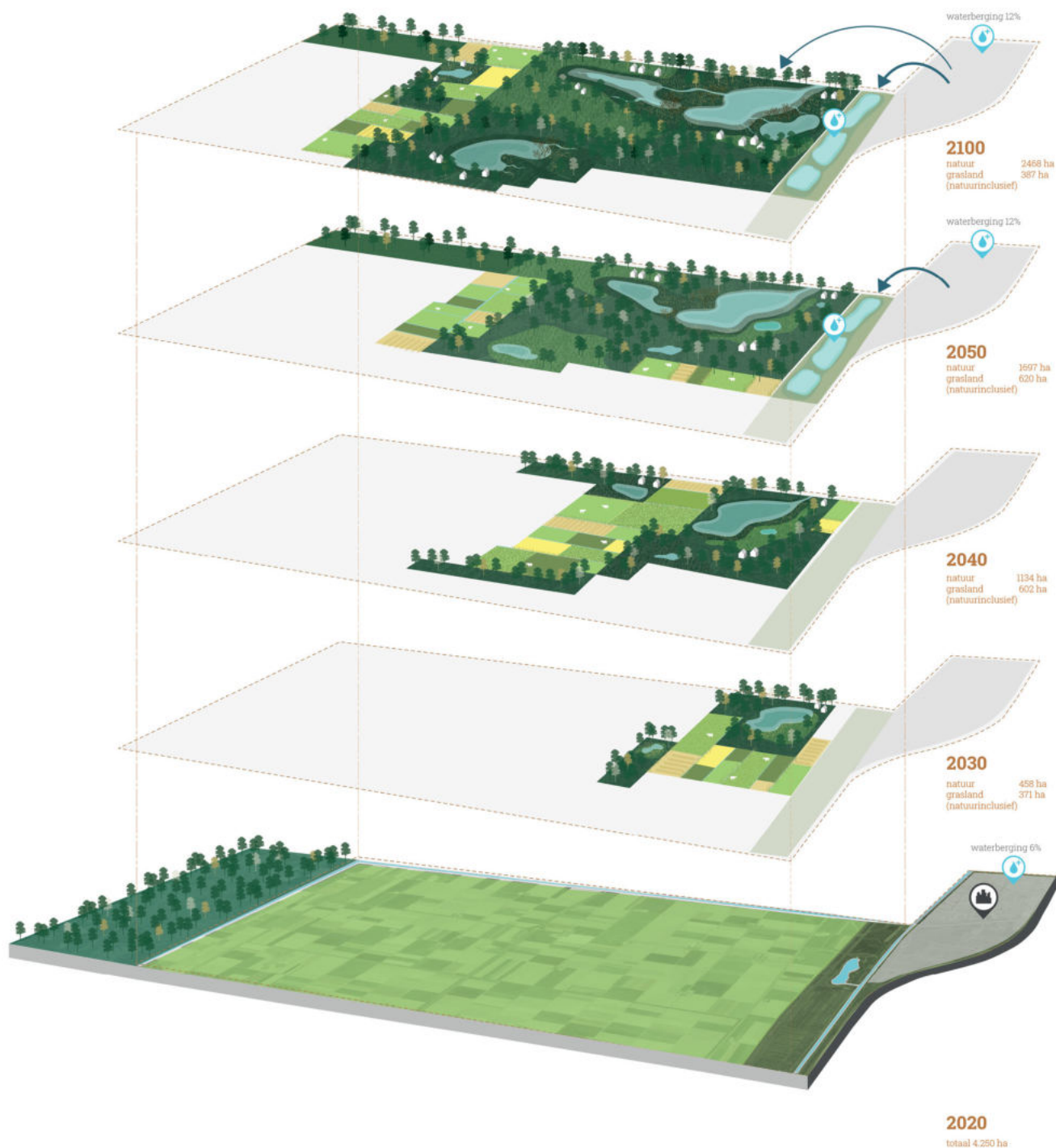


FIG. C.1.25 Re-actief uitbouwen in de tijd (beeld: Defacto)



# Propositie: reactieve transformatie bodemdalingsgebied

## Reactieve transitie bodemdalingsgebied

Bij deze propositie wordt het land, dat als gevolg van de steeds verder beperkte drooglegging minder geschikt wordt voor akkerbouw, omgezet in grasland of natuurgebied. Daarbij hebben we de volgende conceptuele uitgangspunten gebruikt:

- Is de drooglegging van akkerland op overheidsgrond minder dan 90 cm dan kan de agrariër verplaatsen naar een ander gebied en wordt het land omgezet naar natuur.
- Daalt de drooglegging in privaat gebied naar minder dan 90 cm dan zal de boer eerst zijn gewas aanpassen, bijvoorbeeld naar meer natuurinclusieve graslanden, de boer wordt natuurbeheerder en ontvangt hiervoor een beheervergoeding.
- Daalt de drooglegging in privaat gebied naar minder dan 70 cm dan wordt het gebied getransformeerd naar natuur (dan wel na verkoop, dan wel in eigendom waarbij de boer natuurbeheerder wordt en hiervoor een beheervergoeding ontvangt).

Op de afbeelding links is deze transitie verbeeld. Dit is uiteraard slechts een rekenvoorbeeld: het kan zijn dat het land langer rendabel bruikbaar blijft. Dit verandert niets aan de principes, maar zal er wel toe leiden dat de drooglegging waarbij wordt getransformeerd kan veranderen.

Het natuurgebied kan ook worden ingezet om regenwater te bergen voor Almere Buiten waar het percentage oppervlaktewater momenteel al onvoldoende is.

Bij het gebruikte scenario zouden de vermeden investeringen aan het watersysteem tot 2040 ongeveer gelijk zijn aan de aankoop van niet meer renderende landbouwgronden. Daarna zou lage dichtheid woningbouw kunnen worden ingezet om de kosten van natuurontwikkeling te dekken.

## Additionele baten

Naast klimaatadaptatie zijn er additionele baten voor:

- Ecologie (de lang gewenste west-oost verbinding)
- Recreatie (nieuw uitloopgebied voor Almere)
- Woningbouw
- Regenwateropvang

## Business model

### Baathebbers

De propositie van realisatie van natuur met een deel kleinschalige woningbouw kent veel baathebbers. De maatschappij als geheel profiteert van een verbetering van de ecologie, meer recreatieruimte, afname van CO2 en hogere leefbaarheid, als gevolg van meer m2 natuur. Evenals decentrale overheden, vanuit hun natuurrealisatiedoelen. Grondeigenaren, projectontwikkelaars en toekomstige woningeigenaren hebben belang bij meer woningbouw. Het realiseren van waterberging creëert vooral baten voor Gemeente Almere, die een zorgplicht heeft voor het tegengaan van wateroverlast.

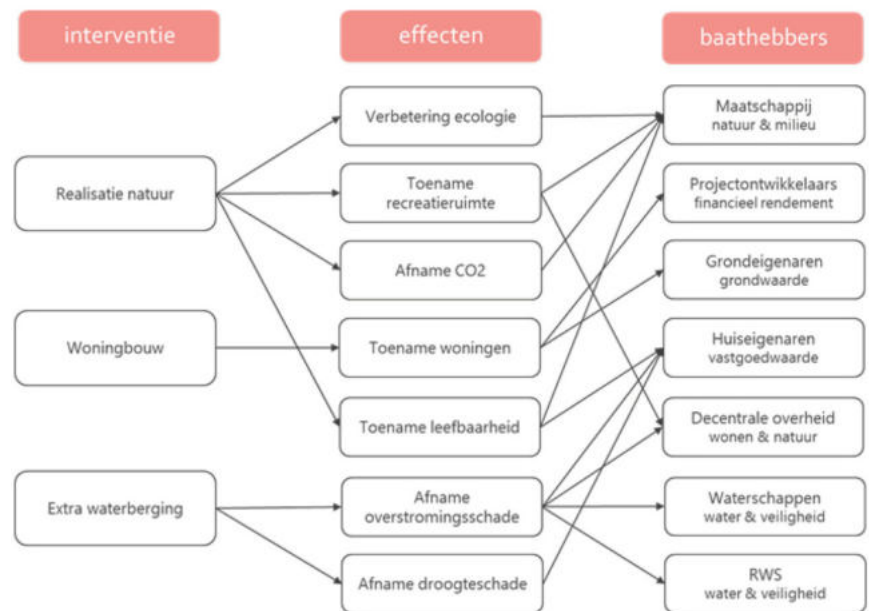


FIG. C.126 Baathebbers case Flevoland bodemdaling (schema: Rebel Group).

## Bekostiging & financiering

Voor het scenario 'adapteren' is een business model denkbaar waarbij landbouwgrond wordt aangekocht en overwaarde uit de projectontwikkeling wordt gebruikt om natuur en waterberging te realiseren. Realisatie kan bijv. lopen via een investeringsfonds met bijdragen van decentrale overheden (vanuit natuur- en waterdoelstellingen), waterschap en private partijen voor de aankoop van gronden. In onderstaande figuur is dit principe met indicatieve getallen weergegeven.

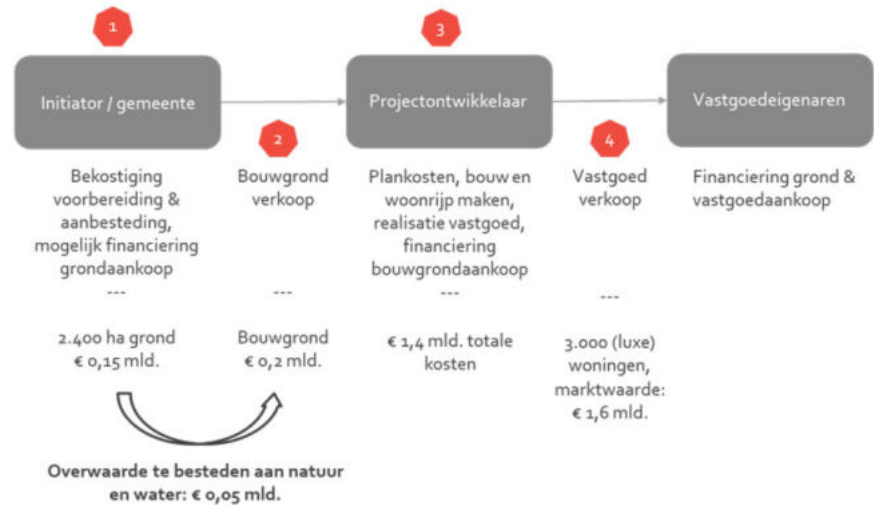


FIG. C.127 Schema business model transitie natuur (met lage dichtheid woningbouw) (schema: Rebel Group)

Deze berekening gaat (onder andere) uit van: een grondprijs van €6 per ha, 2.400 ha totaal gebied, geen financiële bijdrage vanuit publieke zijde en in totaal 3.000 woningen. Hoewel de grondprijs voor landbouwgrond op dit moment hoger ligt in zuidelijk Flevoland dan de genoemde prijs, is het aannemelijk dat deze zal dalen op moment dat huidige grondgebruik steeds minder goed mogelijk wordt.

Woningbouw maakt dus onderdeel uit van het concept en is als het ware de 'sluitpost' voor de business case. Des te meer woningen worden gerealiseerd (of hoe hoger de marge per woning), hoe meer overwaarde er ontstaat. Als we aannemen dat er een vast bedrag is dat nodig is voor natuurrealisatie, ontstaat er een wisselwerking tussen de hoogte van een eventuele bijdrage van publieke partijen en het aantal woningen. Hoe groter de betalingsbereidheid daar – bijvoorbeeld bij de Gemeente Almere die minder hoeft te investeren in ruimtelijke ordening en riolering, zodra waterbergingscapaciteit wordt gerealiseerd voor Almere Buiten – hoe minder woningen nodig zijn om de business case sluitend te krijgen.



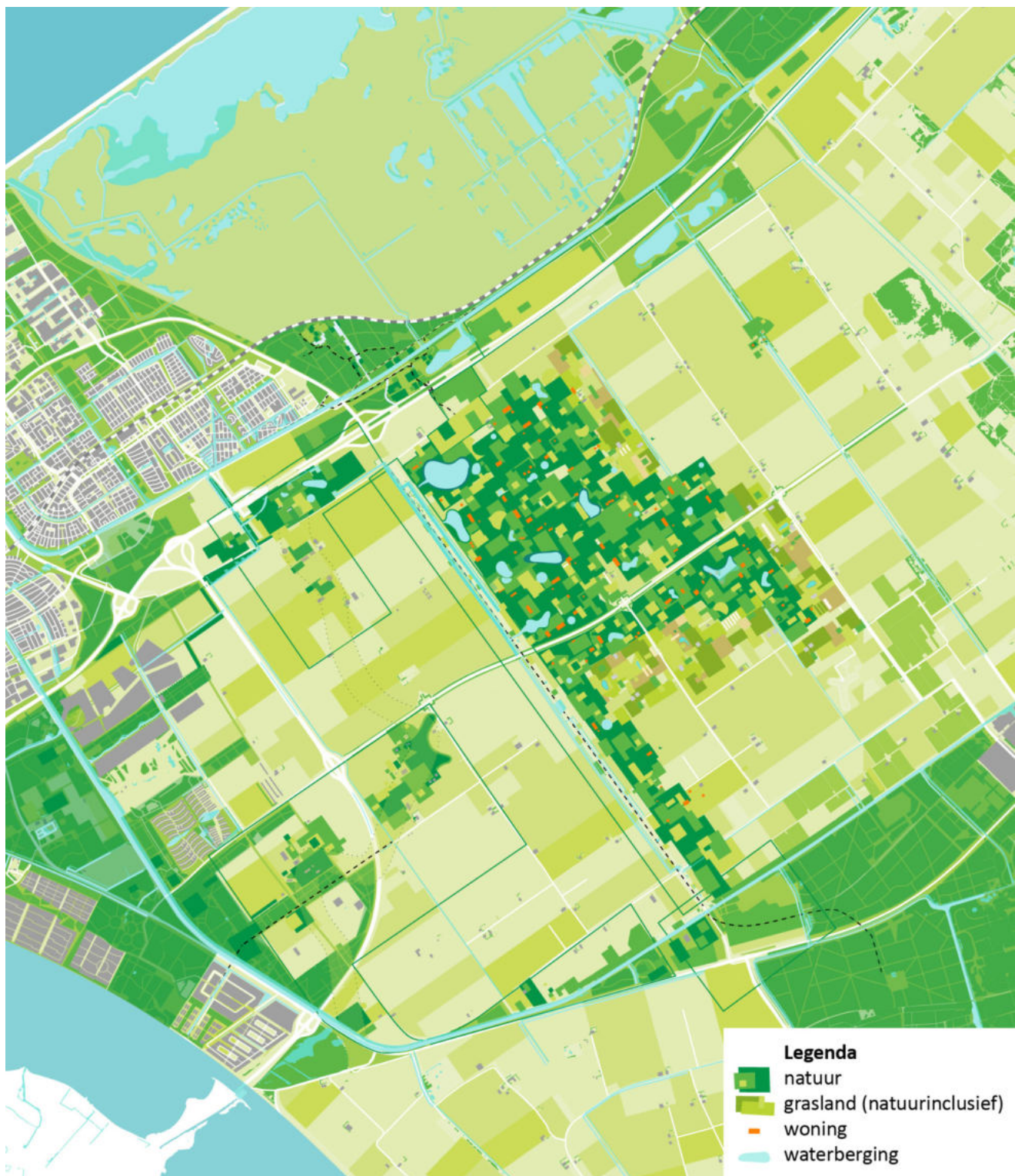


FIG. C.1.28 Mogelijke uitkomst reactieve transformatie bodemdalingsgebied op de lange termijn (kaart: bewerking Defacto van plankkaart studie nieuwe natuur Oosterwold)

### **Inzichten casus**

---

Een adaptief business model heeft extra waarde. Draagvlak bij publieke spelers is een reden om de transitie naar natuurgebied niet in één slag te doen, maar stapsgewijs, op het moment dat het huidige grondgebruik daadwerkelijk niet goed meer mogelijk is. Ook vanuit het perspectief van het business model valt daar wat voor te zeggen. Grondprijzen zullen meebewegen met de potentie van het grondgebruik. Als de aanname klopt dat het agrarisch grondgebruik steeds lastiger wordt, zullen grondprijzen in de toekomst lager liggen dan nu. Door de transitie naar natuur in stappen te doen (en niet nu ineens), wordt hiervan geprofiteerd.

Klimaatadaptieve ontwikkelingen zijn per definitie geen blauwdruk: je blijft monitoren en indien nodig aanpassen op nieuwe inzichten, ontwikkelingen, trends en scenario's. Het flexibel blijven voor aanpassingen en oplossingsrichtingen en het hanteren van ruime buffers vergroot de robuustheid van een ontwikkeling.

### **Aanbevelingen vervolg**

---

Verken ondanks dat er nu geen draagvlak is voor transitie van landbouw naar natuur wel de mogelijkheden voor landbouwtransitie bij het optreden van bodemdaling. Door het maken van een bredere strategie voor Flevoland, waarbij wordt erkend dat er gebieden zijn die op de langere termijn geschikter en minder geschikt blijven voor landbouw, kan er bij visieontwikkeling rekening gehouden worden met de lange termijn geschiktheid van grond voor de landbouw. Zo kunnen in visies de ook op lange termijn geschikte gronden worden beschermd en de op lange termijn minder geschikte gronden een transitie ondergaan.

### **Bredere toepasbaarheid**

---

Dit demonstratieproject is toepasbaar in de agrarische gebieden met bodemdaling binnen de MRA, waar het huidige landgebruik door bodemdaling onder druk staat.







# Systeemherstel Utrechtse Heuvelrug

---









# Systeemherstel Utrechtse Heuvelrug

De Utrechtse Heuvelrug (Noord) kenmerkt zich door een gradiënt in hoogteligging. Een vergelijkbare gradiënt is te vinden bij de duinrand aan de westzijde van de MRA. Kenmerkend zijn de grondwaterstromen waarbij het regenwater dat in de heuvelrug infiltreert eerst wordt gefilterd en opgeslagen en vervolgens via kwelstromen in het lager en westelijk gelegen plasseengebied weer uittreedt. Door onder andere toenemende bebouwing en verharding infiltreert er steeds minder regenwater en wordt er meer afgevoerd via de riolering naar de AWZI's. Hierdoor neemt de droogte op de heuvelrug en de druk op het afwateringsstelsel toe, terwijl waardevol schoon regenwater (en kwelwater dat in diepe polders uittreedt) wordt afgevoerd.

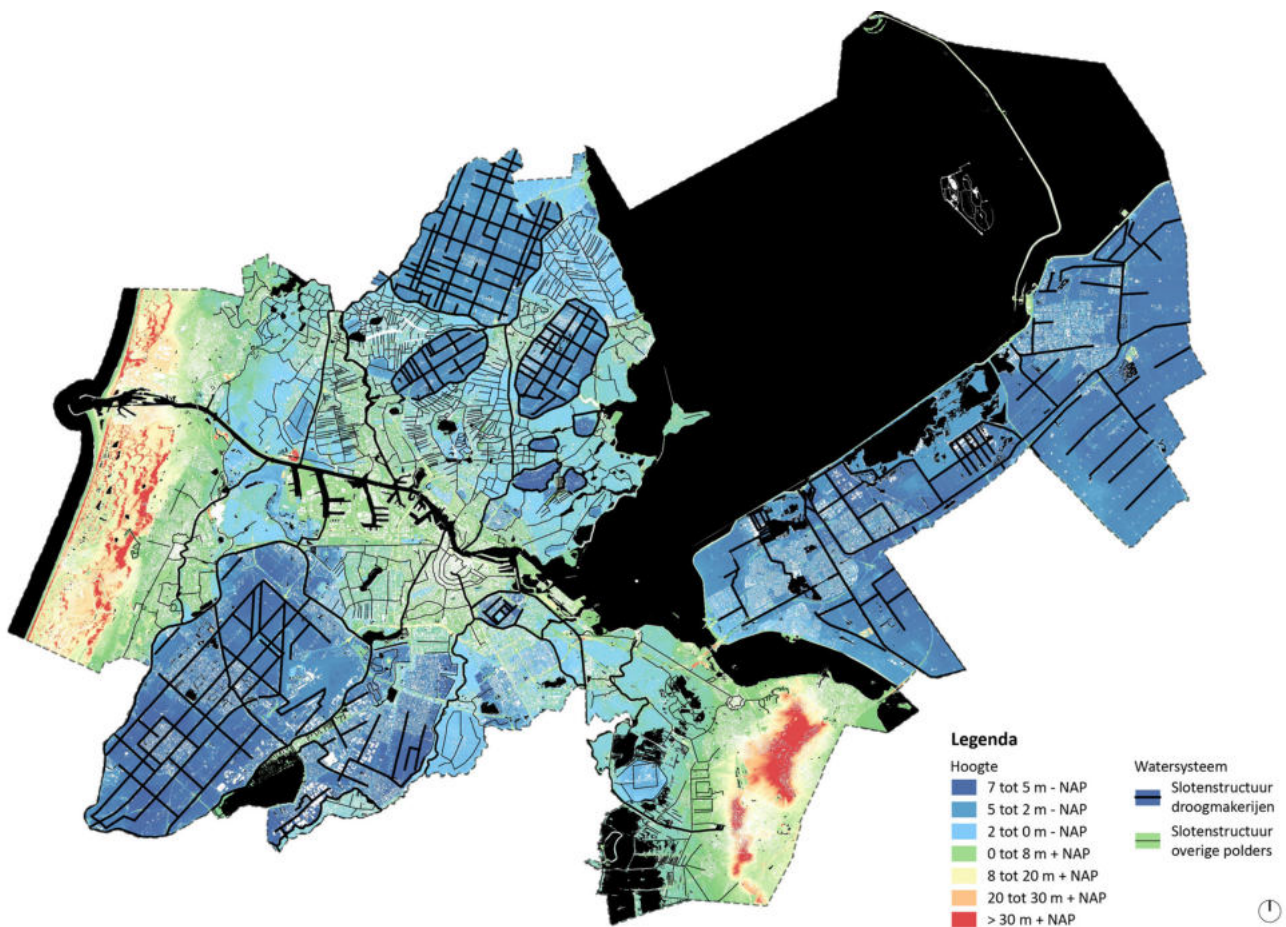


FIG. C.1.29 Watersysteem in relatie tot topografie (kaart: Defacto, bron: hoogtebestand AHN)



### Droogte

In de projecties voor het gebied is te zien dat de droogte op de heuvelrug als gevolg van klimaatverandering, door steeds verder afnemende infiltratie (door verstedelijking) en een toename van kweluittrekking, rond 2050 zal zijn toegenomen. De droogte versnelt de bodemdaling in het veengebied binnen het AGV (Amstel, Gooi en Vecht)gebied.

De diepe polders trekken door de kwelwerking schoon grondwater uit de heuvelrug naar zich toe. Door de grondwaterstromen verzilt dit water alvorens het in de diepe polders naar boven komt. Dit water wordt vervolgens weggepompt en afgevoerd middels het afwateringssysteem van de Vechtboezem.

De vegetatie van de heuvelrug die voornamelijk bestaat uit dennenbomen, draagt bij aan de verdamping van veel regenwater en verdroging van de bodem.

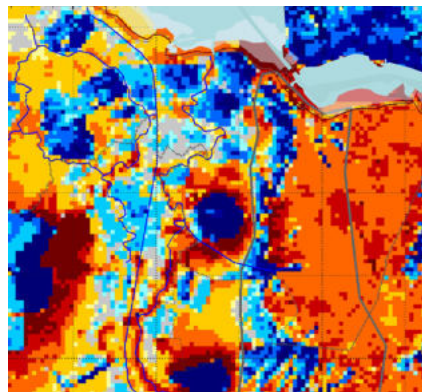


FIG. C.130 Kwel en infiltratie in 2050 (bron: Deltares voor dit project)

### Waterafvoersysteem Vechtboezem

Het regenwater dat op de heuvelrug valt wordt uiteindelijk via de Vechtboezem afgevoerd. De 'Gebiedsgerichte uitwerking wateropgaven AGV' beschrijft dat de Vechtboezem al aan zijn grenzen zit als het gaat om afvoeren van water bij hevige neerslag. Door onder andere de klimaatverandering komt het boezemsysteem steeds verder onder druk te staan om voldoende water te kunnen blijven afvoeren

Door de toenemende regenval en regenwaterafvoer (door klimaatverandering en verstedelijking en toenemende verharding) is de verwachting dat hier de gemaalcapaciteit verder zal moeten worden uitgebreid.

In de "kuilen" op de helling van de heuvelrug is er in bebouwde kernen zoals Laren wateroverlast bij extreme regen die van de helling afstroomt en in de kuilen verzameld.



FIG. C.131 Vechtboezem in groter afwateringssysteem (beeld: Defacto, bron data: Waterschap AGV)

### Onvoldoende waterkwaliteit

Binnen het Amstel, Gooi en Vechtgebied zijn veel plekken met onvoldoende waterkwaliteit. De kwaliteit van het schone water dat uit de heuvelrug het gebied instroomt wordt onder andere vervuild door fosfaten uit de landbouw en de verzilting vanuit de bodem. Dit betekent dat er relatief veel schoon en zoet water nodig is om het gebied door te spoelen.

De natuurgebieden binnen het Amstel, Gooi en Vecht gebied stellen hoge eisen aan de waterkwaliteit. Ze staan dan ook hoog in de verdringingsreeks van zoet water in geval van droogte. De verwachting is dat de waterkwaliteit door klimaatverandering verder zal afnemen.

Als er onvoldoende schoon en zoet water beschikbaar is voor de natuur zal fosfaatrijk water uit het Amsterdam Rijnkanaal moeten worden ingelaten (dat gefilterd zal moeten worden).

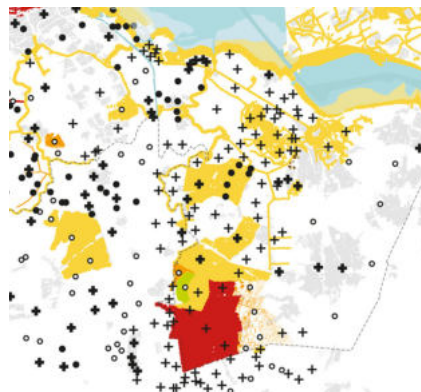


FIG. C.132 Waterkwaliteitsopgave (beeld: Defacto, bron data: Watervisie Provincie Noord Holland, 2015)

Hitte stedelijk gebied

Ondanks dat de bebouwde kernen op de heuvelrug zich in een bosrijke omgeving bevinden kennen de stedelijke kernen tijdens warme dagen een sterk 'hitte-eiland' effect.

De bebouwde kernen zelf kennen weinig groen en warmen tijdens warme dagen sterk op en koelen 's nachts slecht af. Dit effect zal in de toekomst verder toenemen. We zien in de klimaateffectatlas voor 2050 een jaarlijkse toename van het aantal warme dagen ( $\geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) met ca. 30, het aantal zomerse dagen ( $\geq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) met ca. 20 en het aantal tropische dagen ( $\geq 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) met ca. 6.

Risico bosbranden (droogte)

Door de droogte kent de heuvelrug een risico voor bosbranden. Vooral rondom Bussum en Huizen is het risico hoog. Door klimaatverandering zal de droogte en de duur van droge periodes steeds verder toenemen.

Woningbouwambitie

Het Amstel, Gooi en Vechtgebied kent nog een flinke woningbouwambitie. De komende jaren is er nog een plancapaciteit van ca. 6000 woningen, die verspreid over het gebied neerslaat. Daarbij vindt ook woningbouwontwikkeling plaats aan de voet van de heuvelrug waar een (toenemende) kweldruk een aandachtspunt is voor woningbouw.

Hilversum heeft de ambitie op termijn nog 10.000 extra woningen te bouwen.

Met de woningbouwontwikkeling zal ook de vraag naar drinkwater verder toenemen.

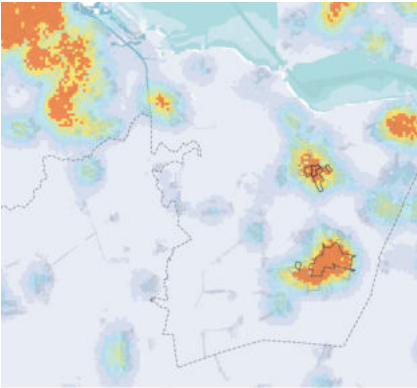


FIG. C.133 Hitte in stedelijk gebied op de heuvelrug (beeld: Defacto, bron data: Nationale Klimaateffectatlas)

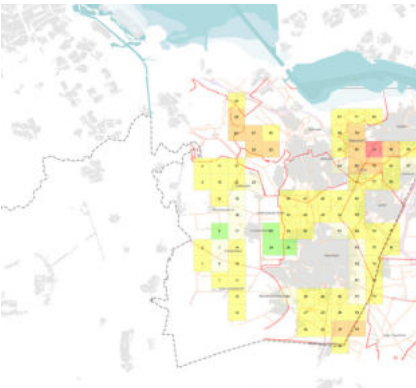


FIG. C.134 Risico bosbranden op de heuvelrug (beeld: Defacto, bron data: Veiligheidsregio Gooi en Vechtstreek, 2010)



FIG. C.135 Plancapaciteit heuvelrug (beeld: Defacto)

## Knikpunten in de tijd

Voor de heuvelrug zien we dat enkele knikpunten met betrekking tot droogte en waterafvoer al (bijna) zijn bereikt. De Vechtboezem zit aan haar maximale capaciteit en kan niet nog meer water afvoeren. De gemaalcapaciteit bij Muiden zal waarschijnlijk moeten worden vergroot om voldoende (regen)water te kunnen blijven afvoeren.

Tijdens de droge periode van 2018 was de wateraanvoer en droogte een grote opgave en liep het aanvoersysteem tegen haar grenzen aan. Ook de waterkwaliteit staat onder druk en door de toenemende droogte en de noodzaak vaker water in te laten via het Amsterdam Rijnkanaal komt de waterkwaliteit verder onder druk te staan. Het ingelaten water zal gefilterd moeten worden (wat kostbaar is) om voldoende kwaliteit te hebben voor de ecologische en recreatieve doeleinden binnen het gebied.

De drinkwaterbeschikbaarheid is een belangrijk knikpunt; momenteel loopt de drinkwatervoorziening al tegen grenzen aan en wordt er gekeken naar extra wateraanvoer vanuit de randmeren. Bij een toenemende bevolkingsgroei en watergebruik enerzijds en een afname van infiltratie en klimaatverandering anderzijds zal de drinkwatervoorraad en -winning verder onder druk komen te staan.

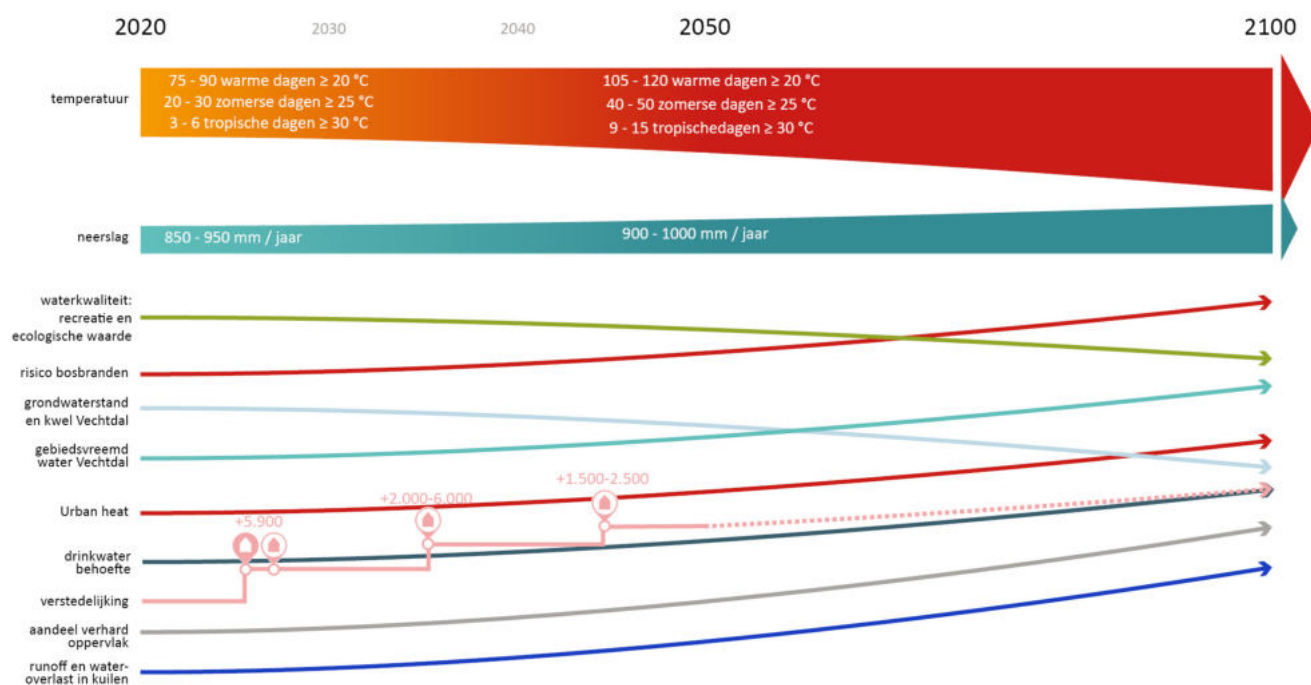


FIG. C.1.36 Knikpunten Utrechtse Heuvelrug (schema: Defacto)



## Doorzetten systeem of adapteren?

### Doorzetten systeem

De Utrechtse Heuvelrug heeft te maken met een multidimensionaal klimatologische opgave: toenemende droogte, hittestress en risico op bosbranden in hooggelegen gebieden en toenemend drinkwatertekort en regenwateroverlast in laaggelegen gebieden door beperkte mogelijkheid om water af te voeren op de boezem.

De problematiek in deze casus leidt tot de volgende (maatschappelijke) kosten:

- Droogte: droogte in stedelijk gebied kan leiden tot schade aan houten funderingen (paalrot), de infrastructuur en panden. Andere domeinen die in theorie last kunnen hebben van droogte zijn bijvoorbeeld de scheepvaart (lage waterstanden) en landbouw.
- Bosbranden: de hitte van een natuurbrand kan de bodem aantasten en waterafstotend maken, waardoor de kans op erosie toeneemt. Daarnaast levert het economische schade op voor o.a. de landbouw.
- Hittestress: hittestress leidt tot productieverlies en ziektelast. Vooral voor oudere mensen is hittestress een risico en kan het leiden tot vroegtijdig overlijden. De waardering van hittestress in maatschappelijke kosten-batenanalyses gebeurt bijvoorbeeld door de economische waarde van eerder verlies van levens, meer ziekenhuisopnames en het verlies van arbeidsproductiviteit bij elkaar op te tellen.
- Drinkwatertekort: door droogte en verdere verstedelijking ontstaat er een toenemend tekort aan drinkwater.
- Waterkwaliteit: onvoldoende oppervlaktewater geeft noodzaak tot inlaat van water uit het Amsterdam-Rijnkanaal. Het filteren van dat water is kostbaar, en deze kosten nemen in de toekomst alleen maar toe. Slechte waterkwaliteit heeft een nadelige impact op de ecologie (kosten KRW) en recreatie.
- Wateroverlast: door wateroverlast in laaggelegen gebieden en in de kuilen op de hellingen ontstaat schade aan woningen en infrastructuur. Door slechte infiltratie van water in hooggelegen gebieden zijn de kosten ook relatief hoog.
- Waterafvoersysteem: door de hoeveelheid water die bij intense regenbuien moet worden afgevoerd neemt de druk op de Vechtboezem en het Gemaal Muiden toe.

### De adaptieve casus

De heuvelrug bestaat uit een mix aan relatief kleine maatregelen om deze problematiek het hoofd te bieden, waarmee (maatschappelijke) kosten in de toekomst worden vermeden. Daarnaast zijn er plannen voor de realisatie van gemaalcapaciteit bij Muiden. We begrijpen dat deze er, naar alle waarschijnlijkheid, in ieder scenario in de toekomst zal komen. Maar, door nu klimaatadaptatiemaatregelen te nemen bestaat er een kans dat de noodzaak voor verdere uitbreiding hiervan in de toekomst afneemt – door verlichting van de druk op het boezemsysteem – en kunnen er mogelijk toekomstige investeringen vermeden worden.

Door klimaatadaptief te bouwen in de laaggelegen polders kan er in de toekomst een 'lock-in' voorkomen worden (kosten uitbreiding watersysteem blijven altijd lager dan schade bij verandering landgebruik), waardoor toekomstige investeringen in het watersysteem kunnen uitblijven. Daar staat tegenover dat er meerkosten zijn aan het klimaatadaptief bouwen, die hierbij mee moeten worden gerekend.

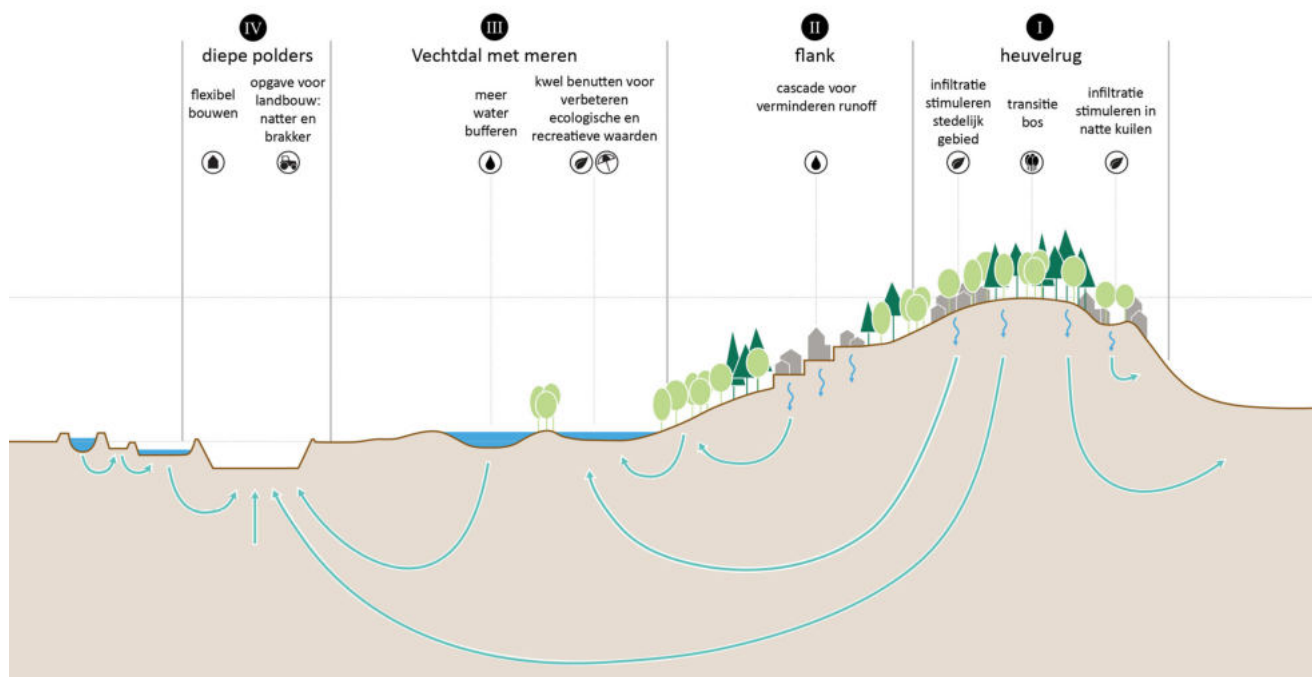


FIG. C.1.37 Propositie: locatiespecifieke opgaven adresseren voor systeemherstel heuvelrug (beeld: Defacto)

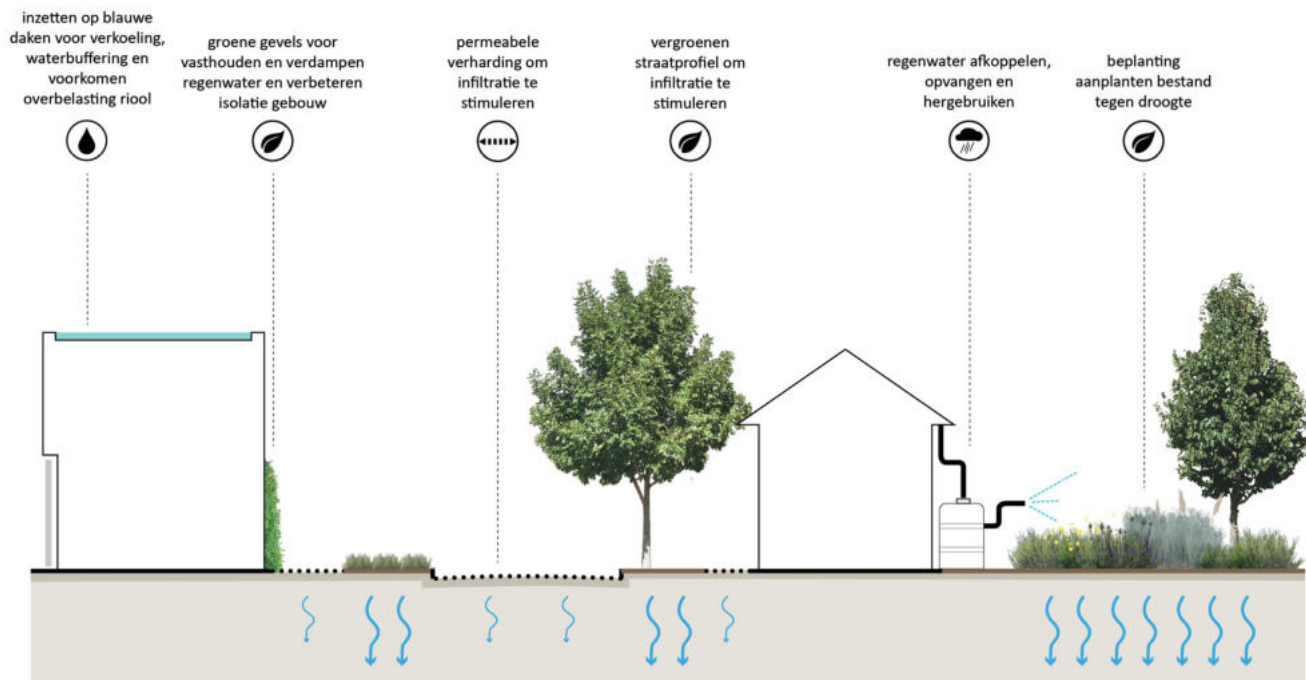


FIG. C.1.38 Vergroenen stedelijk gebied op heuvelrug om infiltratie te stimuleren (beeld: Defacto).

# Propositie: stap voor stap systeemherstel heuvelrug

## **Herstellen natuurlijke watersysteem Heuvelrug**

Voor de heuvelrug zetten we in op systeemherstel van het regenwaterinfiltratie- en kwelsysteem dat zo kenmerkend is voor dit gebied. Daarbij stellen we een reeks van kleinschalige maatregelen voor die bij ruimtelijke ontwikkelingen binnen het gebied kunnen worden toegepast. Op deze manier wordt bij iedere ontwikkeling en transitie binnen het gebied het systeem stap voor stap steeds wat verder hersteld.

De maatregelen kunnen gebiedsbreed worden ingezet en zijn afhankelijk van de positie van een gebied binnen het regenwaterinfiltratie- en kwelsysteem. Links is een schematische doorsnede van de heuvelrug te zien waarbij we de heuvelrug hebben verdeeld in vier verschillende zones: de top van de heuvelrug, de helling (met kuilen) de plassen aan de voet van de heuvel en de diepe polders.

Er zou op basis van een regionale strategie een toolbox kunnen worden ontwikkeld van maatregelen die kunnen (of moeten) worden meegenomen bij lokale gebiedsontwikkelingen en die bijdragen aan een stap-voor-stap klimaatadaptatie en systeemherstel voor het gebied.

## **De top en helling van de Heuvelrug: maximale infiltratie**

Voor de top van de heuvel is het (net als voor gebieden op de helling van de heuvel) belangrijk zo veel mogelijk schoon regenwater te infiltreren. Dit kan door bij nieuwe ontwikkelingen zoals woningbouw, renovatie of herontwikkeling van de openbare ruimte, maatregelen toe te passen die de infiltratie van schoon regenwater stimuleren.

Zo kan in woonwijken worden afgezien van een regenwaterriolering en regenwater lokaal worden opgevangen. Regenwater van daken kan worden opgevangen in regenwatertonnen ten behoeve van besproeiing van de tuinen. De hoeveelheid groen (of waterdoorlatende verharding) in tuinen kan worden vergroot waarmee de infiltratie toeneemt. Bovendien kunnen in tuinen op diepe punten regenwaterbergingsvijvers worden aangelegd waar regenwater kan worden opgevangen.

Infiltratie van water van wegen (bijvoorbeeld middels wadi's langs wegen) is een belangrijk aandachtspunt dat nog verdere uitwerking behoeft, aangezien dit water vervuild kan raken door contact met vervuiling van autoverkeer dat op de wegen is neergeslagen.

De groenere straten die zo ontstaan dragen niet alleen bij aan de regenwaterinfiltratie, maar ook aan de (stads)ecologie, ruimtelijke kwaliteit en het leveren van verkoeling tijdens warme dagen (waardoor het 'hitte-eilandeffect' wordt beperkt).



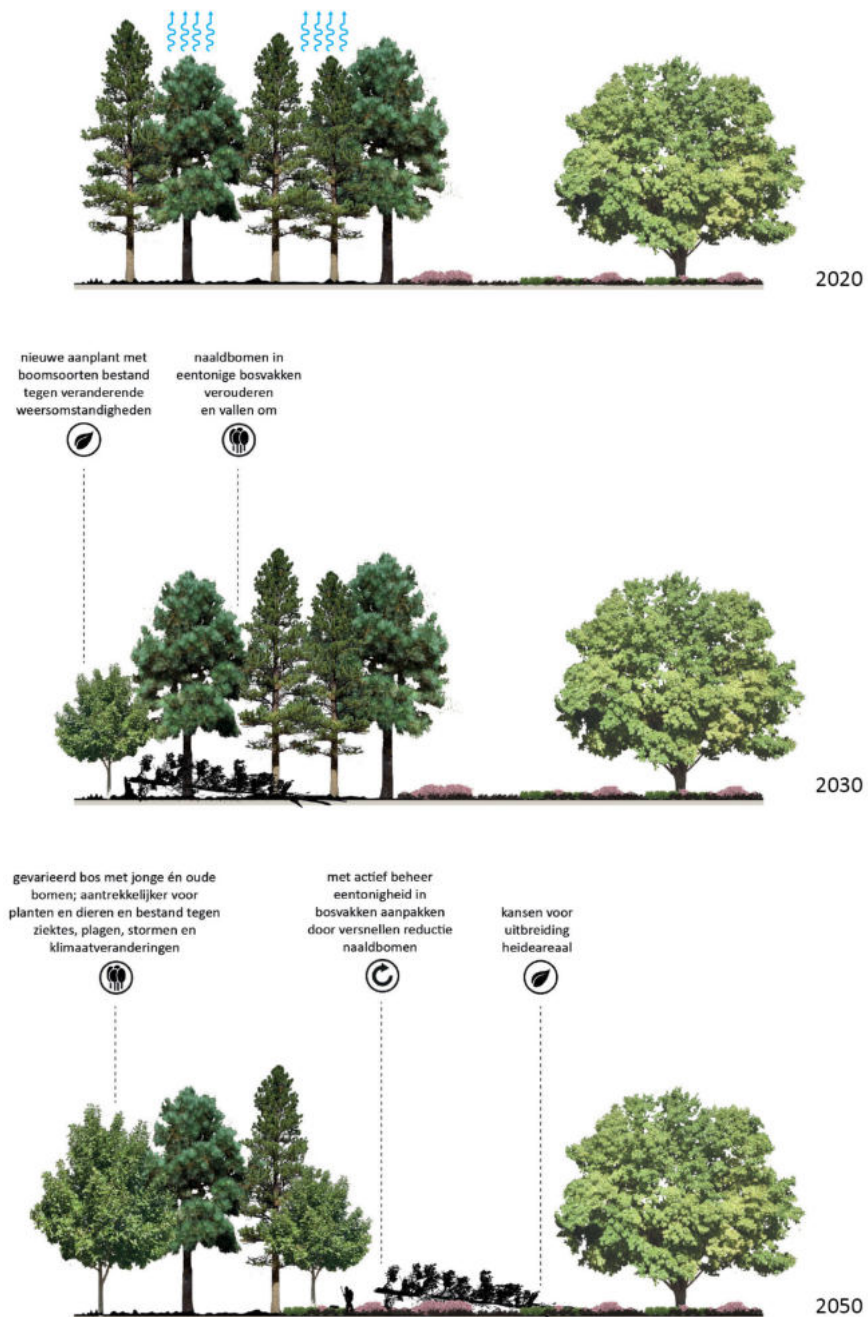


FIG. C.139 Transformatie bos op de heuvelrug (beeld: Defacto)

### **De top en helling van de Heuvelrug: minimale verdamping**

De beplanting van het bos bestaat vooral uit naaldbomen die tijdens de 19e eeuw zijn aangeplant ten behoeve van de houtproductie. Deze uitheemse boomsoorten blijven het hele jaar groen en verdampen hierdoor relatief veel water. Daarmee dragen ze bij aan de verdroging van de heuvelrug. Het is hierbij ook van belang de conditie van de toplaag van de bodem te verbeteren zodat deze vocht beter kan reguleren.

Een herstel van het bomenbestand richting loofbomen die in de winter hun blad verliezen, zou de verdamping van water in droge perioden kunnen beperken. Het bomenbestand kan langzaam boom voor boom worden aangepast. Door niet meteen hele boomvakken te transformeren, maar middels gerichte kap langzaam te transformeren kan naast een transitie naar minder waterbehoevende bomen het bos ook robuuster worden gemaakt voor klimaatverandering en ziekten.

Door te zorgen voor een bomenbestand met bomen van verschillende leeftijden en het inzetten van bomen die goed tegen droogte kunnen zoals de tulpenboom en de boomhazelaar, wordt het bos beter bestand tegen klimaatverandering en droogte. Dit is in lijn met de visie van Staatsbosbeheer voor meer klimaatrobuuste bossen.

De bomen die worden gekapt kunnen worden gebruikt voor bijvoorbeeld duurzame en circulaire woningbouw. Door te bouwen met hout blijft het CO<sub>2</sub> opgeslagen in het hout; daarnaast is naaldhout een hernieuwbare bron, waardoor dit materiaal (zeker in vergelijking met het bouwen met beton) een duurzame keuze is.

### **Cascade op de hellingen om regenwater te bergen en infiltreren**

Het water dat op de hellingen valt stroomt af richting de diepere kuilen in de helling of het plassengebied aan de voet van de heuvel. Om te zorgen dat het water kan infiltreren en geen wateroverlast veroorzaakt in de dieper gelegen kuilen, kan op de hellingen een cascadesysteem worden toegepast.

Hierbij wordt gezorgd dat gebiedsontwikkelingen op de helling getrapt (langs de maaiveldhoogtelijnen) worden aangebracht, waardoor het water niet afstroomt maar wordt vastgehouden of vertraagd kan infiltreren. Dit kan hetzij door het maaiveld getrapt te laten verlopen, hetzij door bijvoorbeeld regenwatervijvers of greppels op te nemen in het ruimtelijk ontwerp.

### **Flexibiliteit diepe polders**

De diepe polders zijn droogmakerijen waarbij in de 17e eeuw diepe plassen zijn drooggelegd en bemalen. Via de grondwaterstromen vanaf de heuvelrug trekt er veel kwelwater richting de diepe polders dat daar vervolgens uittreedt. De diepe polders onttrekken ook zout water uit de bodem aan waardoor het grondwater dat hier uittreedt, verzilt. Dit water wordt vervolgens weggepompt om de polder droog te houden en afgevoerd via de Vechtboezem. Dit is zonde van het schone kwelwater dat elders in het gebied goed zou kunnen worden benut als drinkwater of om de plassen aan de voet van de heuvel van schoon water te voorzien.

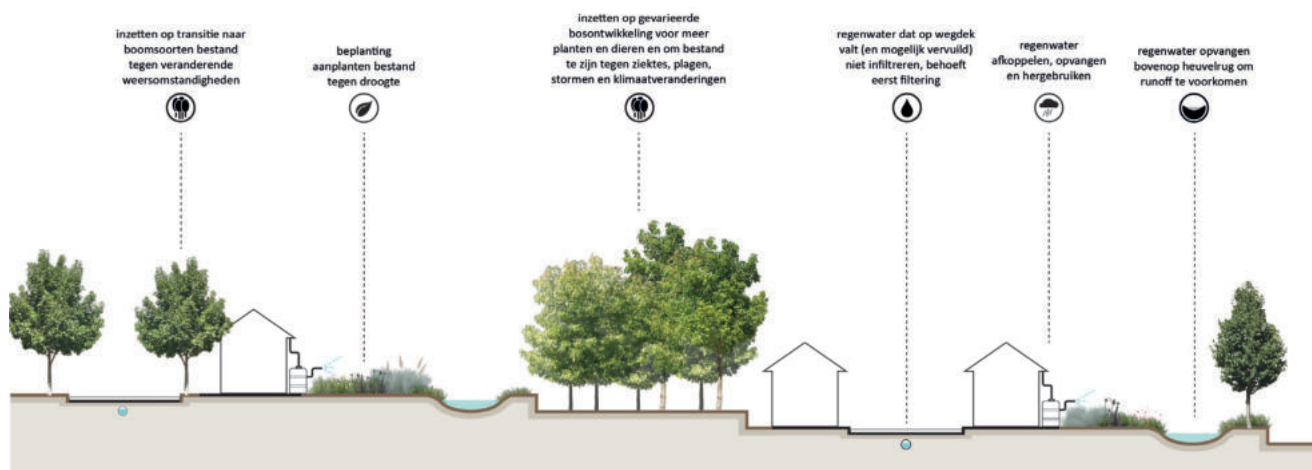


FIG. C.1.40 Cascade creëren op de hellingen om regenwater te bergen en infiltreren (beeld: Defacto)

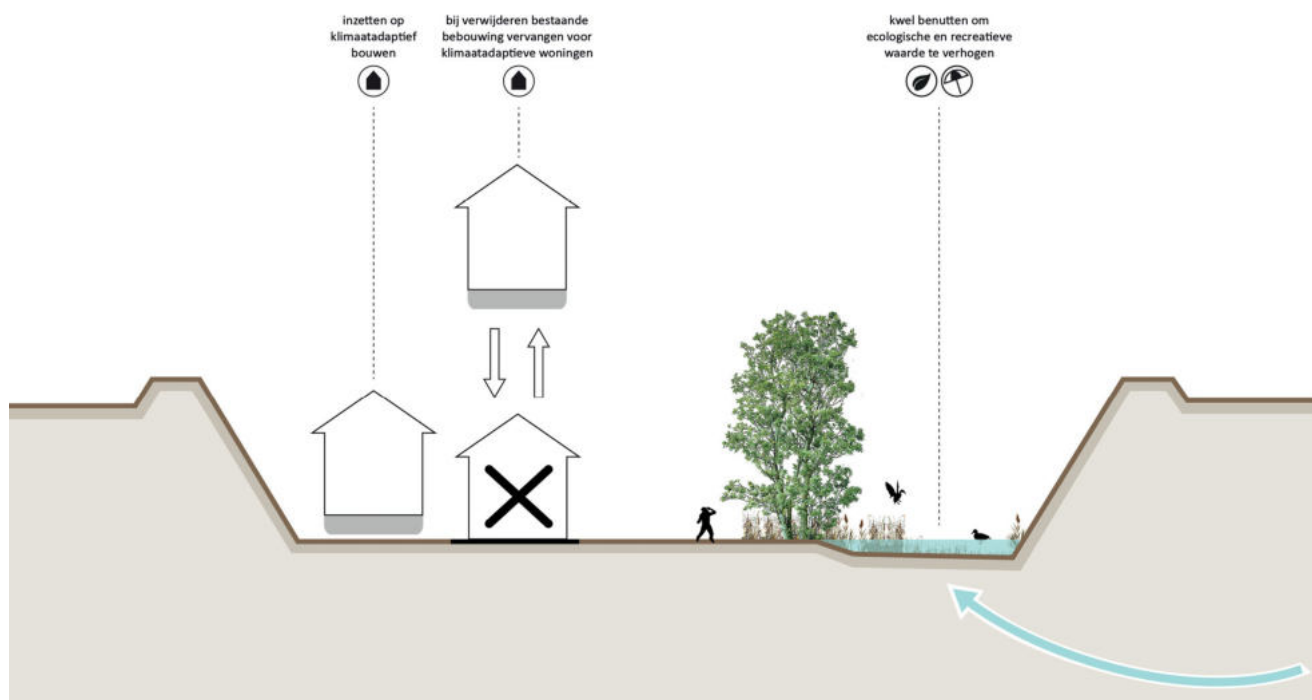


FIG. C.1.41 Flexibele ontwikkelingen in diepe polders (beeld Defacto)



In relatie tot de vraag van de houdbaarheid van het ook op de lange termijn (al dan niet) blijven bemalen van deze polders zijn al wel eens verkenningen gedaan waarbij is gekeken of het rendabel is de polder niet meer te bemalen en bijvoorbeeld drijvende bebouwing te realiseren.

Vooralsnog is er steeds voor gekozen de polders te blijven bemalen en ontwikkelen, met hoge bemalingskosten en een zeer grote overstromingsdiepte in geval van dijkdoorbraken. Met de tijd zullen (onder andere door klimaatverandering) de kosten voor het bemalen van de polder steeds verder toenemen. Doordat de waarde van de nog steeds groeiende ontwikkelingen binnen het gebied ook toeneemt, zal het bemalen nog lange tijd economisch voordeliger blijven dan het compenseren van de economische waarde van het gebied. Hiermee wordt wel een lock-in gecreëerd die een claim legt op beheerkosten in de toekomst.

Het uittreden van het kwelwater is vaak al een aandachtspunt binnen de diepe polders. Zo wordt in de Horstermeerpolder een deel van de polder waar veel grondwater uittreedt vernat om meer tegendruk te bieden aan het grondwater en omgezet in natuurgebied. Een van de innovaties die momenteel wordt verkend is om het zilte water dat uit de diepe polders wordt gepompt, via een waterzuiveringsinstallatie te zuiveren tot drinkwater dat hetzij kan worden geconsumeerd, hetzij kan worden geïnfilteerd in de heuvelrug. Of deze innovatie kansrijk is, is nog onzeker.

Het voorstel vanuit dit project is om gezien de onzekere toekomst van de diepe polders de komende ontwikkelingen flexibel te maken, bijvoorbeeld door woningen amfibisch (of met een constructie die het mogelijk maakt deze later te verhogen) uit te voeren. Zo kan met een beperkte extra investering worden gezorgd dat de ontwikkelingen in het gebied niet bij dragen aan een verdere lock-in van het gebied, doordat de bebouwing flexibel is en kan worden aangepast aan een eventueel nieuw waterpeil. Bijkomend voordeel van een amfibische woning is dat deze de kans op schade en slachtoffers in het geval van een overstroming kan reduceren.

## Business model

### Baathebbers

De baathebbers van deze casus zijn divers. Een groot aandeel van vermeden kosten landt bij publieke partijen: gemeenten (hemelwaterafvoer), drinkwaterbedrijven (waterzuiveringskosten) en waterschap (uitstel gemaal Muiden, indien aan de orde). Particulieren hebben baat bij minder risico op droogte- of waterschade en – in stedelijk gebied – bij reductie van hittestress. Verder valt nog te denken aan schadeverzekeraars, zorgverzekeraars, werkgevers, landbouwcollectieven en eventueel natuurorganisaties als baathebbers.

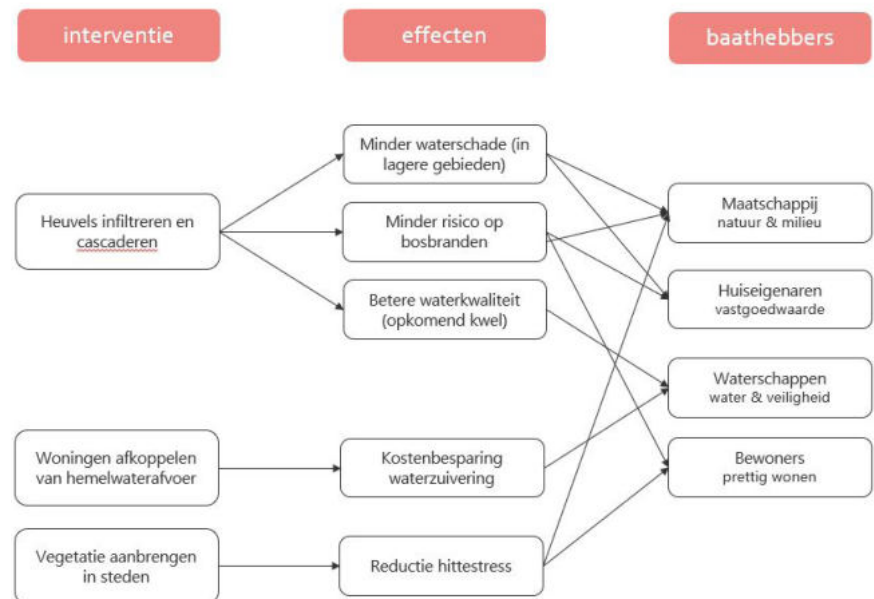


FIG. C.1.42 Baathebbers case Utrechtse Heuvelrug (schema: Rebel Group)

## Bekostiging en financiering

"Wie profiteert, betaalt" is een logisch principe en startpunt voor het nadenken over bekostiging van projecten in de leefomgeving. Het is goed om bij ieder project na te gaan wie de baathebbers zijn (zoals hiervoor beschreven), en of het mogelijk (en redelijk) is om hen dat deel van de rekening op te laten pakken dat past bij de mate waarin zij profijt hebben.

Bij het beantwoorden van deze vraag helpt het om de analyse op te bouwen langs de zogenaamde 'ladder der bekostiging'. Toepassing van dit instrument betekent dat eerst wordt gekeken naar baathebbers die direct financieel profiteren (door hogere inkomsten of lagere uitgaven), dan baathebbers die indirect financieel profiteren en tot slot naar baathebbers waarvan de baten niet financieel maar wel monetariseerbaar zijn. Voor niet-financiële, niet-monetariseerbare baten (denk aan het behoud van cultuurhistorische waarde voor latere generaties) is geen objectieve onderbouwing te maken.

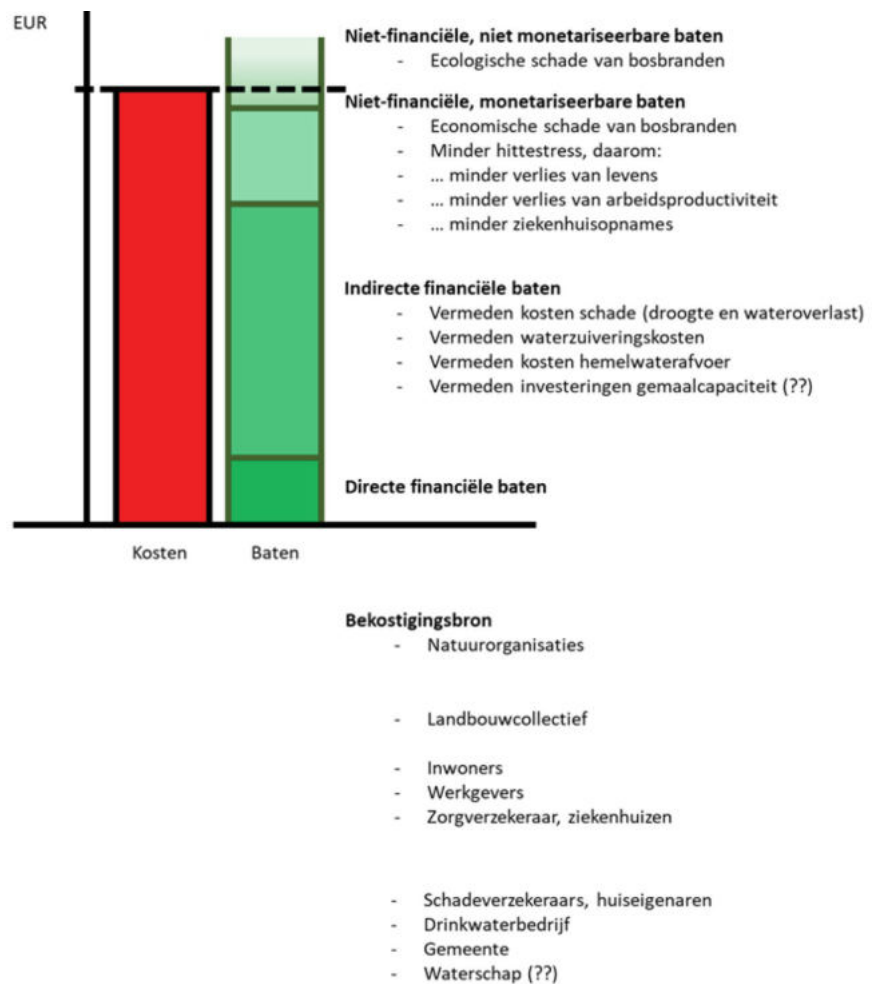


FIG. C.143 Ladder der Bekostiging heuvelrug (schema: Rebel Group)



Drinkwaterbedrijven, gemeenten en mogelijk het waterschap kunnen (op termijn) kosten en investeringen vermijden, en zijn de eerste logische bekostigers. Omdat de investeringen in de voorgestelde maatregelen (infiltreren, cascaderen, vegetatie vervangen, etc.) relatief beperkt zijn en stapsgewijs moeten worden gedaan, hoeven hier op korte termijn geen grote bedragen voor opzijgezet worden. Een nuttige stap zou zijn als publieke organisaties een programmatische structuur en strategie neerzetten om de regio Heuvelrug klimaatadaptiever te maken volgens deze principes, en dat zij binnen dit programma kunnen verkennen welke betalingsbereidheid er bij de genoemde private partijen zit. Vanuit daar kan een coalitie gesmeed worden waarbij iedere partij een weinig substantiële bijdrage doet, maar met veel impact.



FIG. C.1.44 Referentie straatprofiel voorafgaand aan vergroenen (foto: Google Street View)



FIG. C.1.45 Vergroenen straatprofiel voor stimuleren infiltratie (collage: Defacto)

## Inzichten casus

---

- Redeneer vanuit de baathebber. Analyse van type baten (financieel ja/nee, monetariseerbaar ja/nee) en baathebbers is een goed startpunt voor het nadenken over de bekostiging van projecten in de leefomgeving en waar bekostiging als eerst te verwachten is.
- Klimaatadaptatie komt er niet zonder publieke inbreng. De baten van klimaatadaptatiemaatregelen zijn onzeker en manifesteren zich pas op lange termijn. De terugverdientijd voor private partijen is lang. Tegelijkertijd is het Plan-B: doorzetten huidige systeem, waarbij vooral kosten door overheidspartijen worden gemaakt. Zij zijn vaak ook de partijen die kosten of investeringen vermijden en waar dus de grootste betalingsbereidheid zou moeten zitten.
- Ook al ligt een klimaatopgave nu maatschappelijk gevoelig; denk toch alvast na over het langetermijnperspectief voor bijvoorbeeld de diepe polders. Door slim voor te bereiden kunnen lock-ins en toekomstige hoge adaptatiekosten worden vermeden. Zorg dat bij een integraal gesprek over de lange termijn duidelijk onderscheid wordt gemaakt tussen de huidige maatschappelijk lastige discussie (politiek maatschappelijke arena) en de mechanismen en trends voor de lange termijn (technische werking systeem en oplossingsrichtingen).
- Het rondom een ontwerpafel voeren van een integrale discussie over het watersysteem en de hieraan gerelateerde mogelijke toekomstige opgaven, is een waardevolle tool om de wateropgave integraler te laten landen. Op deze manier kan worden gestimuleerd dat ook op andere tafels de water- en klimaatopgave beter wordt meegenomen.

## Aanbevelingen vervolg

---

Opzetten van een integraal ontwerp onderzoek voor het verbinden van watersysteem opgaven en ruimtelijke ontwikkelingen. Basis van dergelijke studie zijn expert- en ontwerp sessies met publieke partners, en uitnodiging aan private partijen. Dit biedt kansen tot gezamenlijke analyses en strategievorming (inzicht effecten oplossingsrichtingen) om problematiek van Heuvelrug integraal aan te pakken. Strategie kan zowel bestaan uit veel kleine koppelkansen (alle maatregelen dragen een stukje bij, en versterken elkaar) als strategische hoofdmaatregelen die een groot verschil kunnen maken.

## Bredere toepasbaarheid

---

De voorgestelde aanpak en maatregelen kunnen ook in andere gebieden met een hoogtegradiënt en een overgang van een hogergelegen zandgebied waar water infiltreert naar een naastgelegen lager gebied waar water weer uittreedt worden ingezet. Ook voor de Binnenduintrand aan de westzijde van de MRA kunnen deze principes worden toegepast. Het verschil met de Binnenduintrand is dat daar de droogteopgave minder dominant is doordat de infiltratie bij klimaatverandering door de toename van de regenintensiteit in relatie met een relatief onverhard gebied juist toeneemt.







# Binnenduinrand

---







Foto: Dunes in Zuid-Kennemerland National Park in Zandvoort, the Netherlands (dronepicr, wikimedia commons)

# Opgaven Binnenduinrand

Voor de MRA is er nog een grote resterende opgave voor natuurontwikkeling van aangewezen Natura 2000 of NNN gebieden. De Provincie Noord-Holland wil de komende jaren een flinke inhaalslag maken met het realiseren van natuur, onder andere in de Binnenduinrand. De te ontwikkelen natuur zal de komende jaren te maken krijgen met klimaatverandering, dus het is belangrijk dat de natuur bestand is tegen deze verandering en kan mee ontwikkelen. Hier liggen kansen om met het ontwikkelen van natuur ook het hoogwaardige kwelwater dat in dit gebied uitteedt beter te benutten.

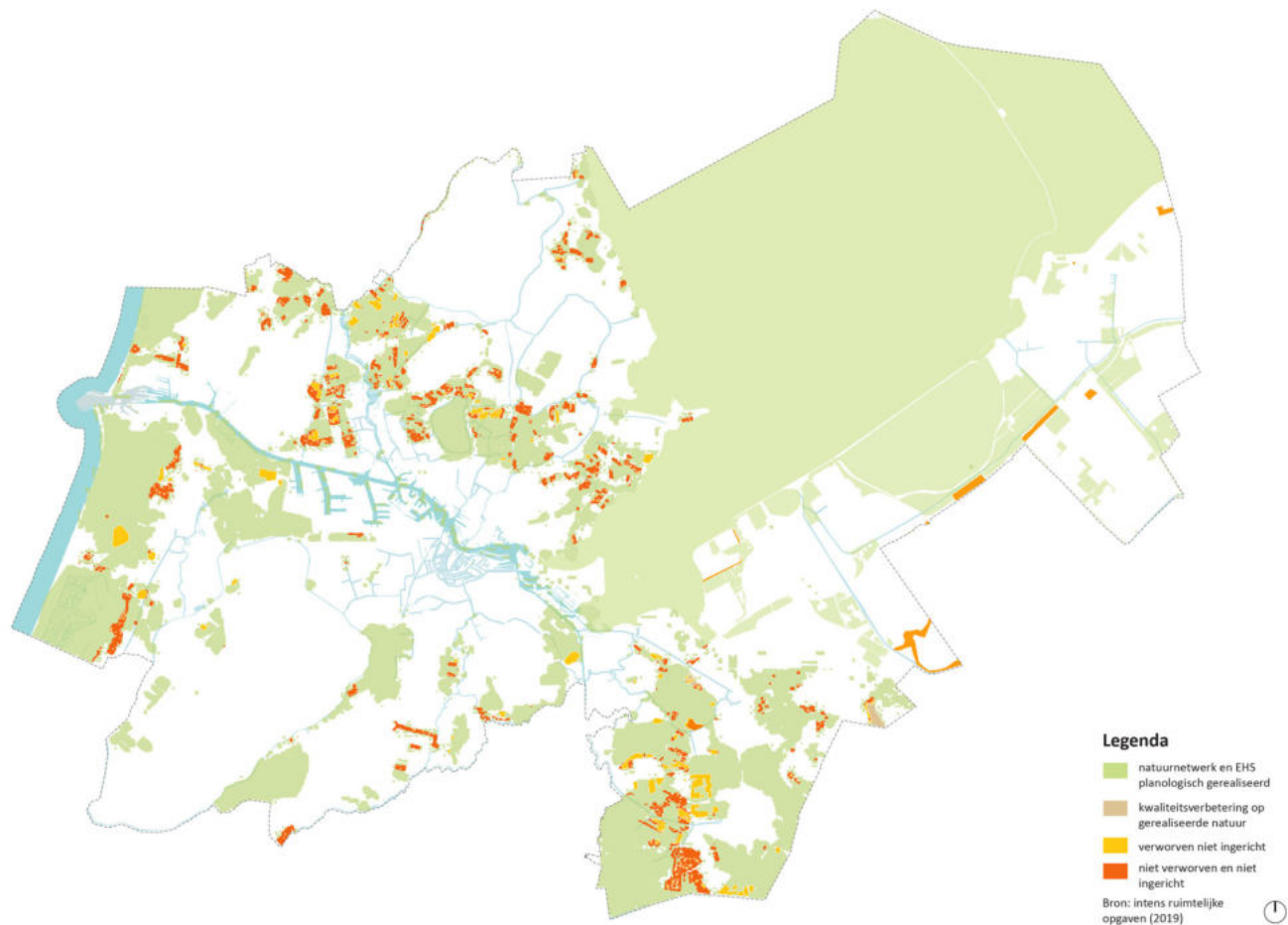


FIG. C.1.46 Ecologie projecten (kaart: Defacto).



### Benutten kwelwater

Onder invloed van klimaatverandering zal in de duinplateaus van de Binnenduinrand steeds meer kwelwater uittreden. In 2050 zien we in de projecties een sterke toename van de hoeveelheid kwelwater.

Dit hoge kwaliteit kwelwater wordt momenteel afgevoerd via onder andere de Leybeek waarna het mengt met het water van de Ringvaart Haarlemmermeerpolder (vaak van matige kwaliteit) en wordt afgevoerd richting het Noordzeekanaal.

Er ligt een potentieel om dit schone hoogwaardige kwelwater beter te benutten. Zeker aangezien het wateraanvoersysteem waar dit gebied op is aangesloten in droge perioden onder druk staat.

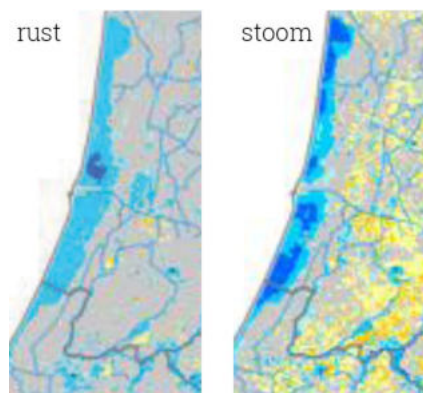


FIG. C.147 Toenemende uittreding kwelwater (bron data: Deltares, 2020)

### Onvoldoende waterkwaliteit

Ondanks dat de waterkwaliteit van het drinkwatergebied en uittredende kwelwater zeer goed is, zijn er binnen de Binnenduinrand opgaven voor de verbetering van de waterkwaliteit van het oppervlaktewater.

Dit komt mede doordat water van matige kwaliteit (onder andere afkomstig uit de nabijgelegen bollenvelden) omhoog wordt gepompt de duinplateaus op, om met name de landbouw in het gebied van water te voorzien. Dit water loopt door het gebied en wordt vervolgens onder natuurlijk verval weer afgevoerd.

Des te langer de periode van droogte, des te slechter de kwaliteit van het water dat vanuit de bollengebieden wordt afgevoerd. Vooral rondom Vogelenzang is de kwaliteit van het oppervlaktewater onvoldoende (zie kaart hieronder).



FIG. C.148 Slechte waterkwaliteit (beeld: Defacto, bron data: HH van Rijnland, 2020)

### Stikstofgevoelige ecologie

De natuur van het duingebied en de Binnenduinrand is (zeer) gevoelig voor stikstofdepositie. Dit betekent dat er een sterke relatie is tussen de stikstofgevoelige natuur in dit gebied en de stikstofruimte voor bouw- en ontwikkelprojecten.

Er kan stikstofruimte worden gecreëerd door de stikstofgevoelige natuur uit te breiden of robuuster te maken. Het versterken van de natuur in dit gebied kan dus bijdragen aan ontwikkelruimte voor bijvoorbeeld de woningbouw aan de zuidzijde van Haarlem.

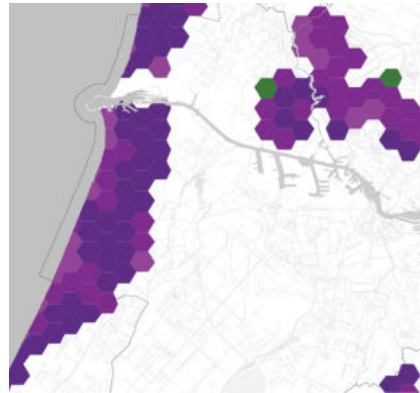


FIG. C.149 Stikstofgevoelige natuur (beeld: Defacto, bron data: AERIUS Monitor 2016)

### Ambitie herstel duinrellen

Van oudsher loopt het kwelwater via duinrellen uit de duinen. Deze duinrellen zijn korte snelstromende beken die het water afvoeren richting de duinvoet. Doordat het water grondwater betreft en altijd stroomt bevriest het water zelden.

De natuurlijke duinrellen zijn door de aanleg van het drinkwatergebied grotendeels verdwenen. De ambitie van het Noord-Hollands landschap is om de duinrellen waar mogelijk te herstellen. De afgelopen jaren is de Leybeek bijvoorbeeld aangepakt. Door het afplaggen en verwijderen van beschoeiing is hier de natuurlijke beek hersteld.

De duinrellen en het uittredende kwelwater bieden unieke kansen voor de ontwikkeling van duinmoerassen (Natuurdroom 2050 Noord-Holland, Ark, 2018). Binnen deze bijzondere, voor Nederland unieke milieus, kunnen ander andere soorten zoals de Wisent en de Lynx hun plek vinden.



FIG. C.150 Herstel duinrellen (hier Leybeek voor en na, foto Kees Perquin)

### Woningbouwopgave

Ook binnen de Binnenduintrand is er een woningbouwopgave en -ambitie. Zo zijn er tot 2050 nog plannen voor de bouw van ca 21.000 woningen in Haarlem.

Een deel van de bestaande woningbouw die aan de voet van de Binnenduintrand is gelegen kent wateroverlast van uittredend kwelwater vanuit de duinen. Bij nieuwe ontwikkelingen is het dus belangrijk rekening te houden met de aanwezigheid (en toename) van kwelwater in het gebied, bijvoorbeeld door een wateropgave mee te nemen binnen de openbare ruimte van het nieuw te ontwikkelen gebied en extra eisen te stellen aan de waterdichtheid van kruipruimten.

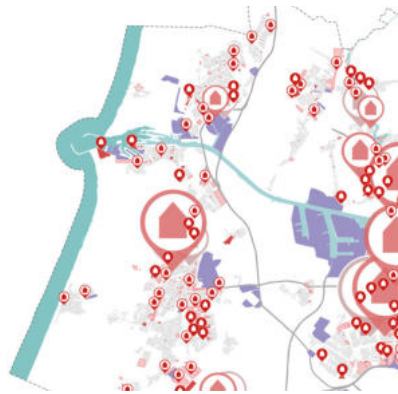


FIG. C.151 Woningbouwopgave (beeld: Defacto)

### Visie Binnenduintrand

In 2018 is het ontwikkelperspectief Binnenduintrand opgesteld. Binnen deze visie wordt getoond hoe de Binnenduintrand kan worden versterkt als een recreatief en ecologisch gebied met goede (recreatieve) oost-west en noord-zuid verbindingen.

Het behouden en versterken van de landschappelijke kwaliteiten en zichtlijnen van onder andere de landgoederen speelt hierbij een belangrijke rol.

Binnen dit ontwikkelperspectief wordt ook de wens uitgesproken verrommeling van de Binnenduintrand tegen te gaan en een transitie in te zetten van agrarisch gebied naar natuur.

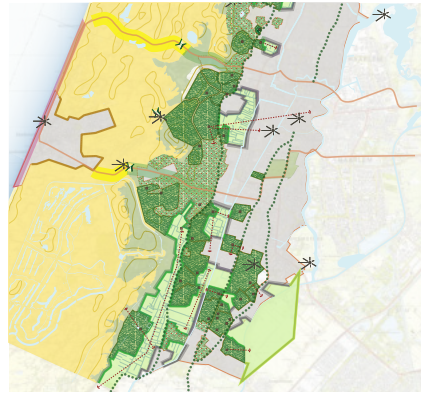


FIG. C.152 Ontwikkelperspectief Binnenduintrand (2018)

## Knikpunten in de tijd

Op deze locatie is met betrekking tot klimaatverandering niet zozeer sprake van een knikpunt, maar wel van een gemiste kans voor het benutten van het schone kwelwater dat nu wordt afgevoerd terwijl nutriëntrijk water het gebied binnen wordt gepompt. Er liggen zeker in combinatie met landbouwtransitie naar natuur kansen om het watersysteem los te koppelen en een natuurlijk peilbeheer te hanteren.

Bij het huidige peilbeheer zal op termijn de afvoer van (het door klimaatverandering toenemende) kwelwater moeten toenemen en zou tijdens droge perioden ook de waterinlaat moeten toenemen (in een gebied waar de hoeveelheid water in het systeem bij droogte een knelpunt is). Aangezien het ingelaten water niet van voldoende kwaliteit is kan het zijn dat er aanvullende investeringen nodig zijn om de waterkwaliteit te verbeteren. De hoeveelheid uittredend kwel door klimaatverandering zal toenemen, waardoor schade en wateroverlast kan ontstaan bij de bebouwde gebieden nabij de duinen.

Voor ecologie is het knikpunt momenteel al bereikt: de huidige slechte staat van de natuurgebieden leidt ertoe dat soorten zullen verdwijnen. Doordat de natuur gevoelig is voor stikstof is de stikstofruimte beperkend voor (woning)bouwplannen. De toenemende verstedelijking zorgt ervoor dat de druk op en het belang van de grote landschappelijk recreatieve structuren zoals de Binnenduinrand verder toeneemt. Als wordt gekozen voor een natuurdoeltype dat zich niet goed kan aanpassen aan klimaatverandering zou het kunnen zijn dat in de toekomst extra maatregelen moeten worden genomen om dit natuurdoeltype in stand te houden, of een nieuwe inrichting met een beter passend natuurdoeltype nodig is.

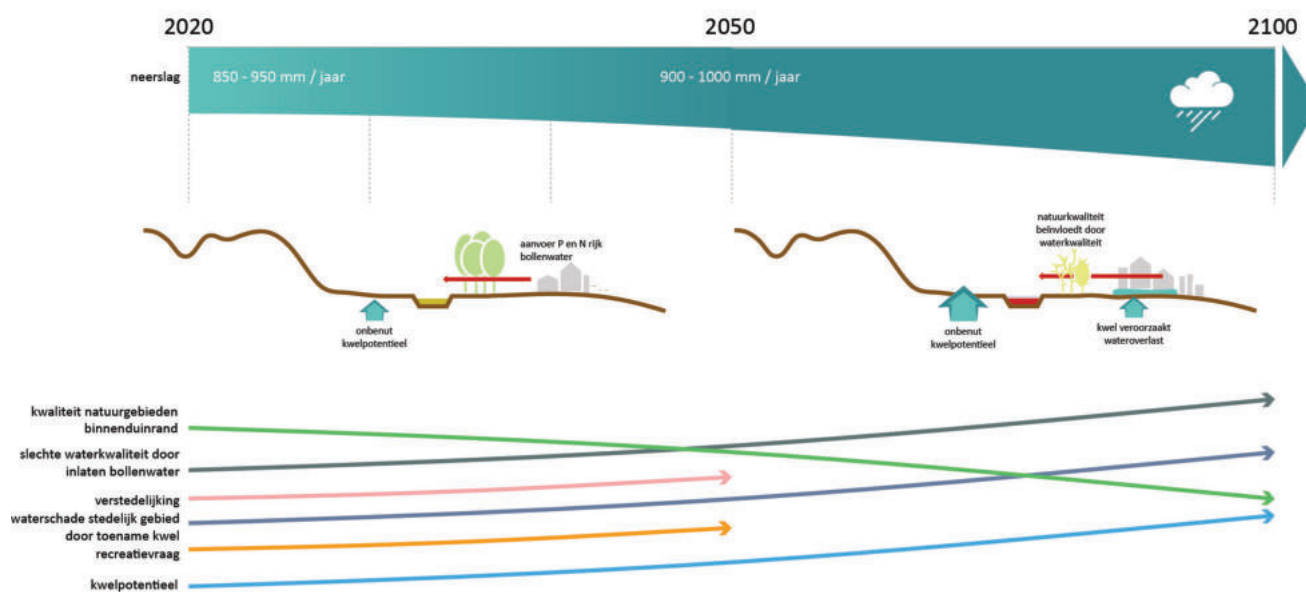


FIG. C.1.53 Knikpunten Binnenduinrand (schema: Defacto).



## Doorzetten systeem of adapteren?

De Binnenduinrand heeft te maken met aanvoer van gebiedsvreemd, nutriëntrijk water uit de bollenstreek om het waterpeil op niveau te houden. Dit water heeft een negatieve impact op de ecologie. Door verstedelijkingsdruk vanuit Haarlem en het onbenut laten van toenemend kwelpotentieel, ontstaat er op termijn ook wateroverlast voor woningen in deze regio. Dat zijn meteen de twee belangrijkste negatieve effecten – schade aan vegetatie en wateroverlast in stedelijk gebied – die door een slimme en niet al te omvangrijke adaptatiestrategie verkleind kunnen worden.

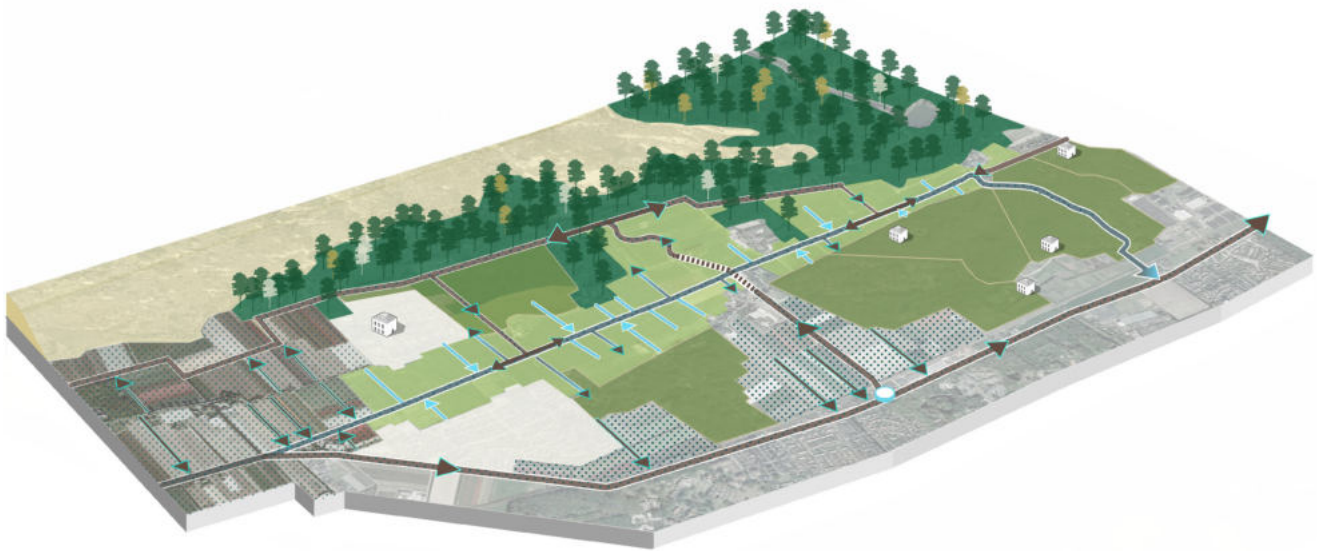


FIG. C.1.54 Bestaande situatie: aanvoer vervuild water wat mengt met schoon kwelwater in overwegend agrarisch grasland (beeld: Defacto).

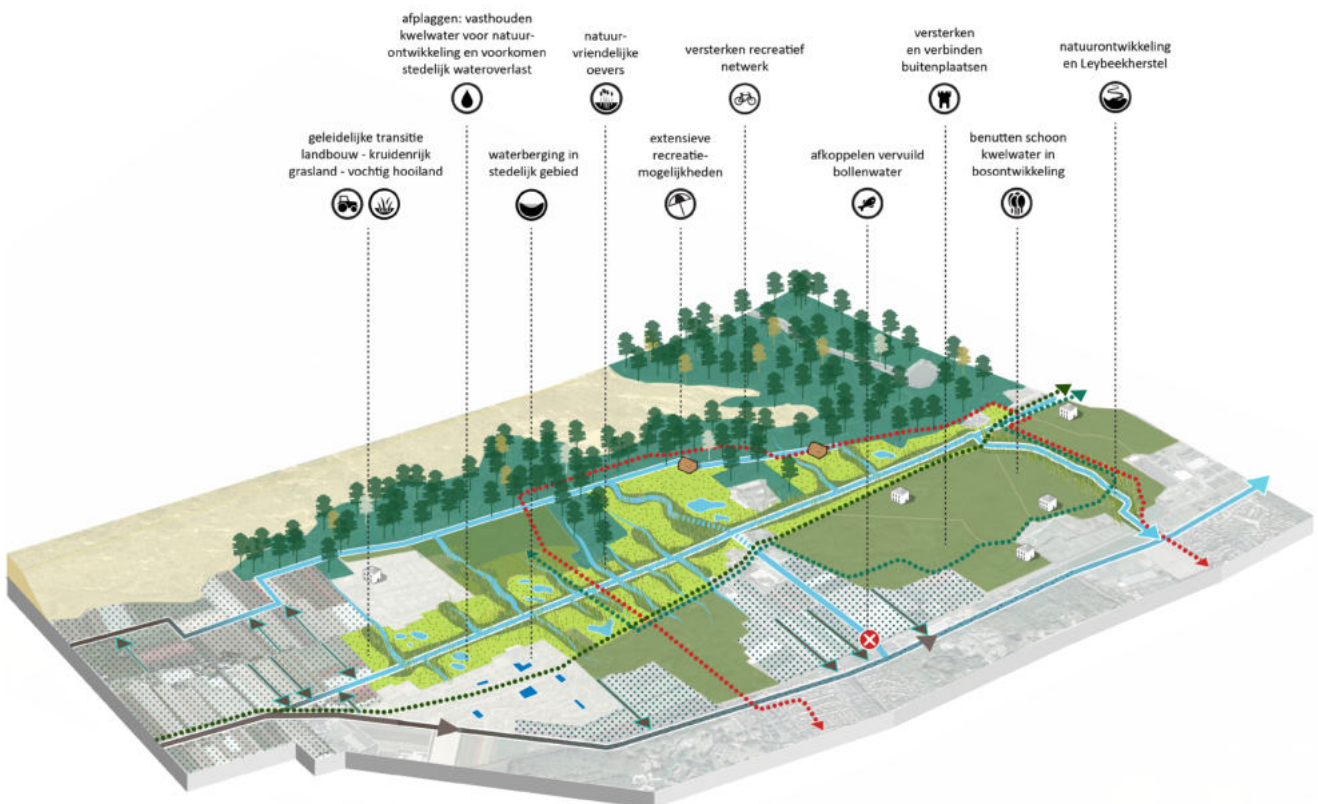


FIG. C.1.55 Propositie: Transformatie naar vochtig schraalland, afkoppelen vervuild water en dynamisch peilbeheer (beeld: Defacto).

# Propositie benutten potentieel kwelwater Binnenduinrand

Er zijn kansen om het watersysteem van de Binnenduinrand af te koppelen van het wateraanvoersysteem en een natuurlijk en flexibel peilbeheer te introduceren. Dit kan ertoe leiden dat het betreffende gebied minder afwenteld op omliggend gebied en daarmee de rest van het watersysteem ontlast. Daarbij is het belangrijk dat het bestaande landbouwgebied wordt getransformeerd naar natuurgebied (wat ook aansluit bij de natuurambities binnen het gebied). Door het natuurlijke peilbeheer en het benutten van schoon kwelwater zou uiteindelijk nat schraalland kunnen ontstaan.

De eerste stap is het stoppen van de aanvoer van voedselrijk water en het starten met afplaggen van het agrarische land zodat meer water kan worden vastgehouden. Hier zal in eerste instantie een kruidenrijk grasland ontstaan, wat met het (in tijd toenemende hoeveelheid) kwelwater kan transformeren tot nat schraalland. De agrariërs kunnen worden ingezet voor natuurbeheer en eventueel zijn er kansen voor kleinschalige recreatie (zoals de exploitatie van een trekkershut). De nieuwe natuur sluit goed aan bij het Ontwikkelperspectief Binnenduinrand en kan zowel het recreatief potentieel van het gebied als de stikstofgevoelige natuur versterken waarmee er stikstofruimte kan worden vrijgespeeld. Door bij de nieuwbouwontwikkeling van gebieden nabij de duinrand in het ontwerp rekening te houden met het toenemende uittredende kwelwater (zowel in het ontwerp voor de gebiedsinrichting als ook in het technisch ontwerp voor de woningen) kan schade door de toename van dit water worden voorkomen.



FIG. C.1.56 Extensieve recreatie in natte natuur (collage: Defacto).



## Business model

### Baathebbers

De maatschappij en recreanten in het gebied hebben profijt van een verbeterde ecologie en betere recreatiemogelijkheden. Hetzelfde geldt voor de decentrale overheden, in het kader van hun natuur- en recreatiedoelen. Voor (toekomstige) bewoners van Haarlem is de adaptatiestrategie gunstig omdat ze in de toekomst geconfronteerd kunnen worden met uittredend kwelwater en wateroverlast dat daar het resultaat van is. Waar het gaat om tegengaan van wateroverlast in de openbare ruimte zijn het vooral de gemeenten die hier direct baat bij hebben, vanuit hun zorgplicht.

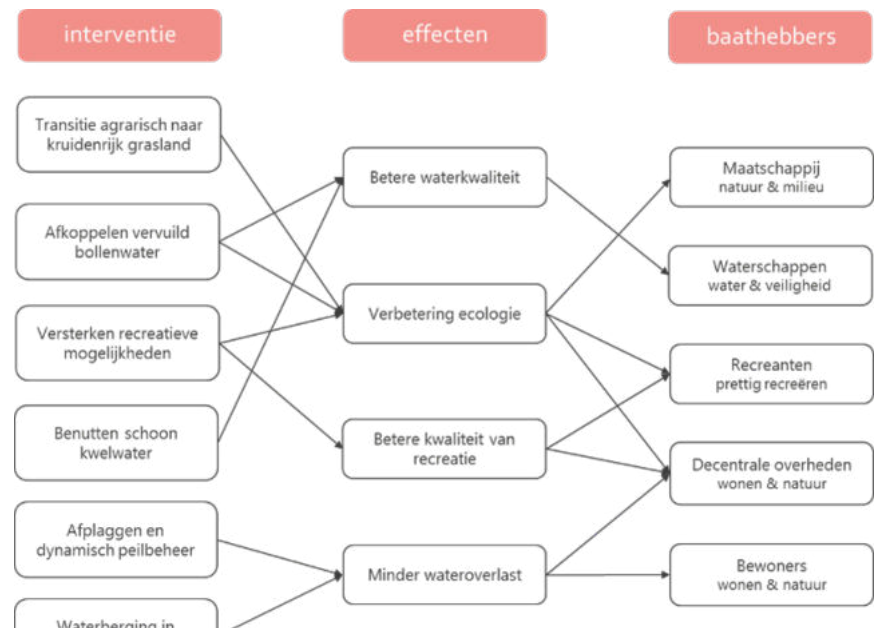


FIG. C.157 Baathebbers case Binnenduinrand (schema: Rebel Group)

## Bekostiging en financiering

Bewoners hebben belang bij realisatie van natuur (in plaats van woningbouw). Een mogelijke bekostigingsbron is het door publieke partijen en particulieren gezamenlijk aankopen van gronden om te verzekeren dat de verdere bestemming groen blijft.

Het meeste perspectief biedt echter de geplande woningbouw in westelijk Haarlem. De natuur in de Binnenduintrand is zeer kwetsbaar voor stikstofdepositie. Voor de ruim 2.000 woningen die er in het Binnenduintrandgebied gepland staan, ligt de planvorming nu stil door stikstof. Een interessant model kan zijn om een deel van de overwaarde uit deze gebiedsontwikkeling aan te wenden voor de realisatie van meer natuur in de nabijheid, waarmee compensatie plaatsvindt voor de woningbouw. Conceptueel is dat vergelijkbaar met de casus Flevopolder – Bodemdaling.

Aanvullend kan samen met de bollentelers eventueel worden gekeken of meefinanciering mogelijk is voor de investering in het afkoppelen van vervuild water dat wordt aangevoerd. Een mogelijke meefinanciering vanuit de bollensector kan voor hen resulteren in een positief imago effect.

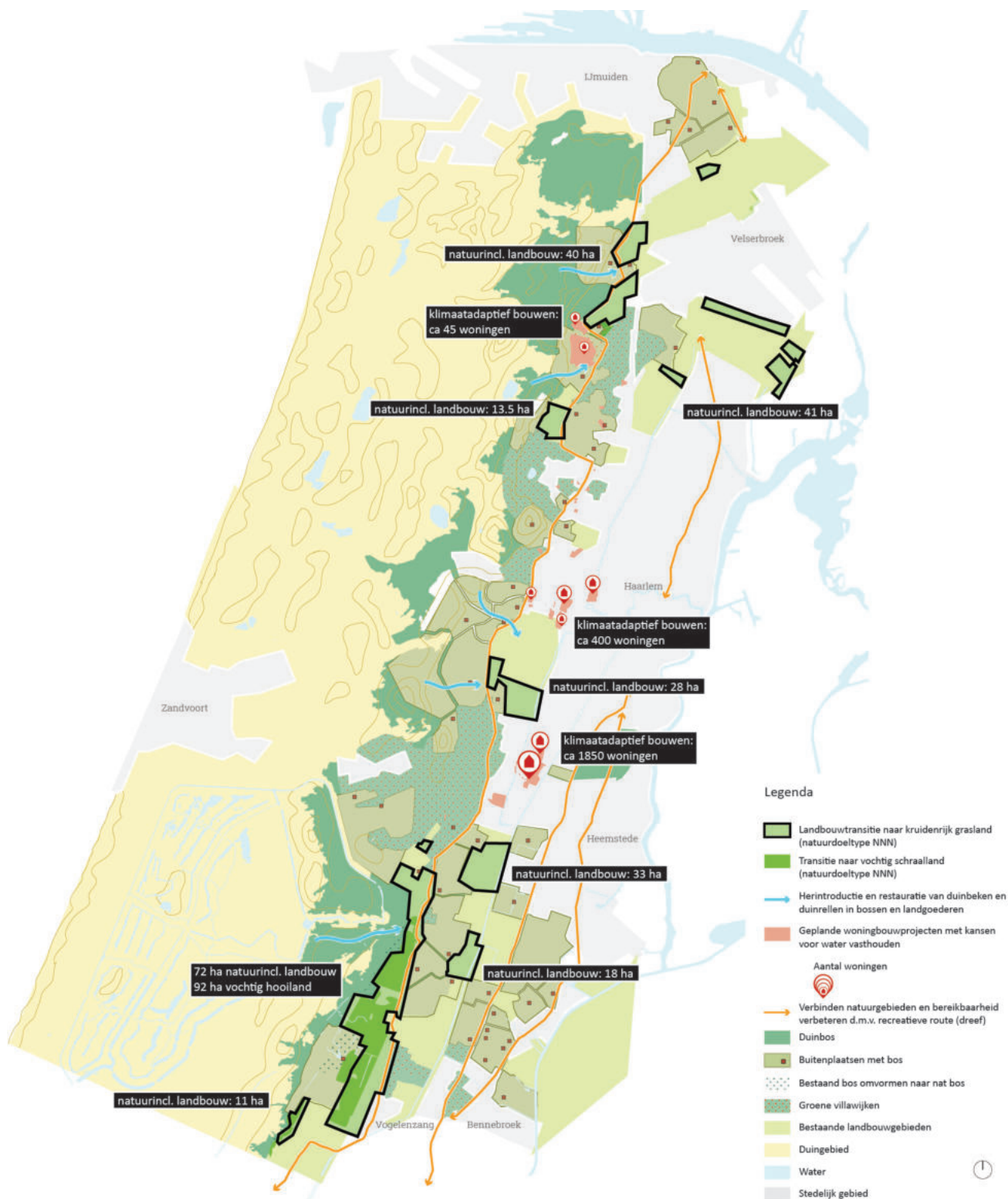


FIG. C.1.58 Mogelijke uitkomst landbouwtransitie en benutten kwelwater op de lange termijn (kaart: Defacto)



## **Inzichten casus**

---

Kies natuurdoeltypen die (kunnen overgaan in typen die) passen bij de toekomstige situatie inclusief klimaatverandering, dus passen bij een bijvoorbeeld drogere, nattere of zilttere situatie. Op die manier voorkom je dat investeringen in huidige natuurdoeltypen door het klimaat teniet worden gedaan. Vooral op Europees niveau zijn de vanuit de huidige situatie opgelegde habitattypen sturend en vraagt dit om een sterke agendering.

Bekostiging voor landschap is op dit moment erg versnipperd, met een scala aan partijen die zich bezighoudt met het in stand houden van het landschap. Vooral ook voor de stedelijke kernen is de landschappelijke, recreatieve en verkoelende omgeving heel belangrijk, maar deze steden dragen vaak slechts beperkt bij. Het zou goed zijn geldstromen bij elkaar te brengen, voor een regionale landschaps- en natuurvisie. Iets vergelijkbaars is denkbaar voor een klimaatadaptatiefonds.

Houd het klein: soms zit de kracht van een casus in relatief kleine en goedkope ruimtelijke ingrepen.

## **Aanbevelingen vervolg**

---

Verkenning van mogelijkheden met de Gemeente Haarlem en de verantwoordelijke projectontwikkelaar om vanuit nieuwbouw bij te dragen aan realisatie van meer natuur en schoner water.

## **Bredere toepasbaarheid**

---

De toename van de hoeveelheid kwelwater als gevolg van klimaatverandering in dit gebied is binnen de MRA uniek. Voor alle natuurgebieden die binnen de MRA worden ontwikkeld geldt dat het goed is bij het vaststellen van de natuurdoeltypen rekening te houden met klimaatveranderingen. Als de natuurdoeltypen kunnen mee ontwikkelen met de veranderende klimaatcondities voorkom je dat de ontwikkelde natuurdoeltypen nieuwe eisen stellen aan het watersysteem waarmee de druk hierop verder toeneemt.

Het rekening houden met uittredende kwel bij (woning)bouwopgaven kan uiteraard ook bij de voet van de Heuvelrug goed worden toegepast.



# Amsterdamse Waterbos

---









# Amsterdamse Waterbos

Het Amsterdamse Bos kent een waterkwaliteitsopgave. Het water is in de zomer te fosfaatrijk, wat kan leiden tot de ontwikkeling van blauwalg. De stukken waar blauwalg optreedt zijn niet geschikt om te zwemmen en honden die het water in springen kunnen zelfs overlijden. Momenteel worden kostbare filters ingezet om het water te zuiveren. Het water dat wordt ingelaten vanuit het Nieuwe Meer heeft vaak al veel fosfaat in zich. Dit water loopt door het Amsterdamse Bos en wordt vervolgens afgevoerd richting de Ringvaart van de Haarlemmermeerpolder. Door het hoge en constante waterpeil binnen het Amsterdamse bos kan het gebied weinig water bergen en filteren en is het erg afhankelijk van aanvoer en afvoer. Hier liggen kansen om het Amsterdamse Bos in te zetten om water te bufferen en filteren.

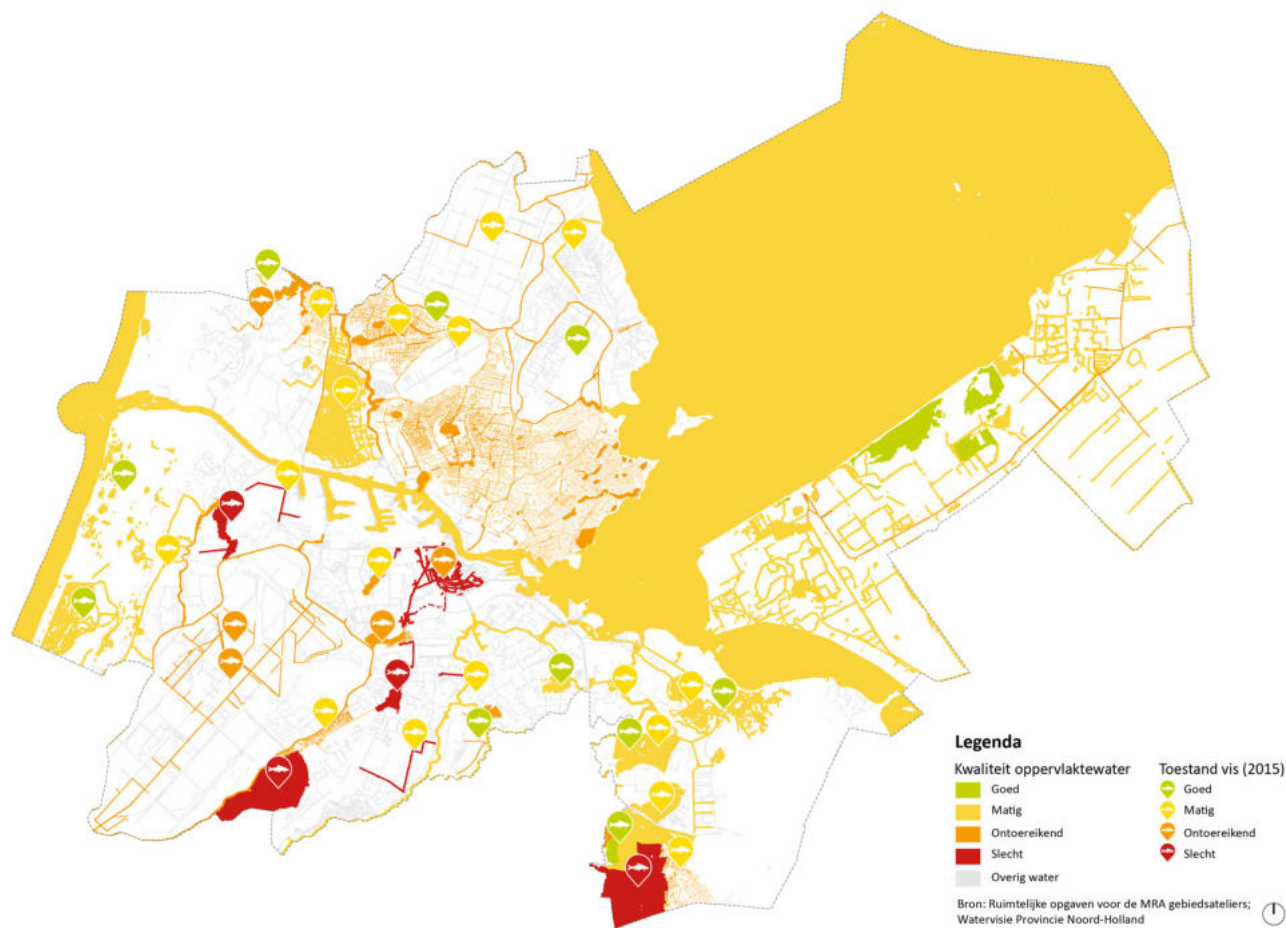


FIG. C.1.59 Waterkwaliteit oppervlaktewater (kaart: Defacto).

Waterkwaliteit en blauwalg

In de zomer is er in het water van het Amsterdamse Bos veel blauwalg. Dit vindt vooral plaats op warme dagen waarop het fosfaatrijke water opwarmt.

Door de blauwalg is het water niet geschikt om te zwemmen of verkoeling te zoeken. Het officieel aangewezen zwemwater binnen het gebied wordt met filters gereinigd: dit zijn kostbare installaties die veel stroom gebruiken.

Daarnaast is een goede waterkwaliteit essentieel voor de ecologie. Zo wordt er nu in droge perioden soms vervuild water ingelaten in de rietlanden waar de ringslangpopulatie zich bevindt.

Door klimaatverandering, en dan met name de hitte en langere perioden van droogte, is de verwachting dat de waterkwaliteit verder zal verslechteren.



FIG. C.160 Blauwalg oppervlaktewater

Hitte-eilandeffect

Amsterdam is een 'vingerstad', wat betekend dat zich tussen de stedelijke uitlopers (lobben) groene scheggen bevinden. Het Amsterdamse Bos is een van deze groene scheggen. Deze groene gebieden zorgen voor groen en verkoeling nabij het stedelijk gebied.

Met de verwachte klimaatverandering (toename hitte) zal het stedelijk gebied steeds vaker moeite hebben 's nachts af te koelen en treedt er een 'hitte-eiland' effect op. Daarmee zal het belang van verkoeling en de recreatieve druk op het Amsterdamse Bos steeds verder toenemen.

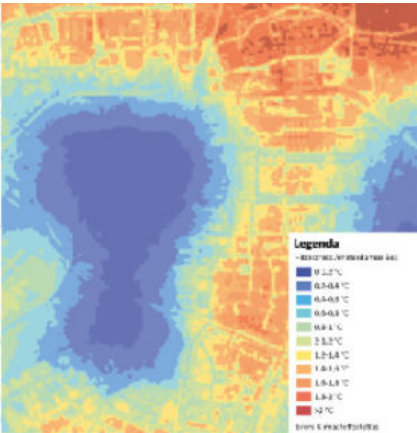


FIG. C.161 Verkoelend effect van het bos (bron data: Nationale Klimaat-effectatlas)

Kwetsbare ecologie

Het Amsterdamse Bos is naast een belangrijk stedelijk recreatief gebied ook ecologisch van belang. Momenteel is er in de Amstelveense Poel (onderdeel van het bos) een ringslangpopulatie te vinden, waarvoor een goede waterkwaliteit essentieel is. Het Amsterdamse Bos vormt een belangrijke schakel in 'de Groene AS' die middels de Ringvaart van de Haarlemmermeerpolder de gebieden van Amstelland en Spaarnwoude verbindt. Langs deze as zijn al verschillende projecten uitgevoerd zoals de Lange Bretten en delen van de Tuinen van West. De versterking van de ecologie in het bos kan aan deze zone bijdragen.

In het klimaat-effect schetsboek Noord-Holland wordt het bos benoemd als een van de natuurgebieden die potentieel zeer gevoelig is voor klimaatverandering. Ook de extra verwachte recreatieve druk (meer hitte en behoefte aan verkoeling, toename verstedelijking) zal ertoe leiden dat de druk op de ecologie (stiltezones) toeneemt.

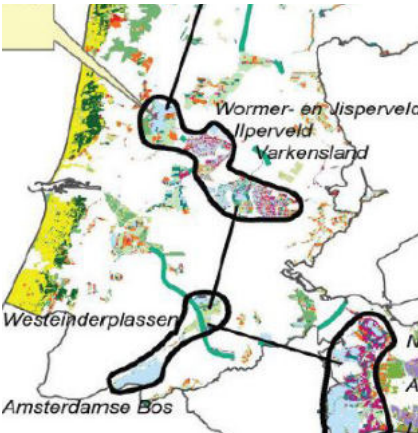


FIG. C.162 Het Amsterdamse Bos potentieel gevoelig voor klimaatverandering (bron: klimaat-effect schetsboek Noord-Holland)



Woningbouwopgave

Amsterdam kent een grote verstedelijkingsopgave en -ambitie. Daarbij wordt vooral ingezet op het verdichten van het bestaande stedelijke gebied.

Juist voor stedelijk gebied met een hoge bebouwingsdichtheid is een robuuste groenstructuur met ruimte om te recreëren, uit te lopen en verkoeling te zoeken essentieel.

Naast het behouden van de bestaande groene parken en het Amsterdamse Bos is er behoefte aan meer recreatief en groen gebied voor de stad.

De groene gebieden dragen niet alleen bij aan de leefbaarheid middels verkoeling en recreatieve ruimte maar dragen ook bij aan de luchtkwaliteit van de stad.

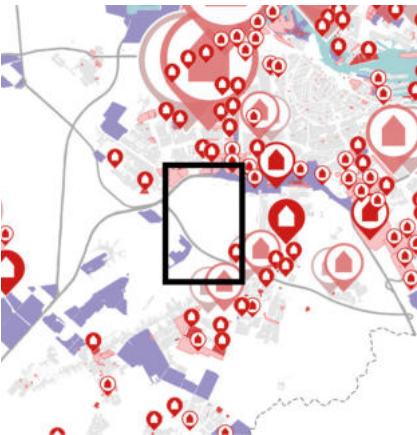


FIG. C.163 Woningbouwopgave rondom het Amsterdamse Bos (beeld: Defacto)

Icoon Amsterdamse Bos

Het Amsterdamse Bos dateert uit 1934 en is een belangrijk icoon, zowel als ontwerp van Jakoba Mulder en Cornelis van Eesteren, als voor de stad Amsterdam. Het bos bestaat uit verschillende boomsoorten waaronder kastanjes, platanen en lindes. Veel van deze bomen, geplant tussen 1936 en 1948, zijn inmiddels monumentale bomen die een hoge waarde vertegenwoordigen.

Doordat het gebied van het Amsterdamse Bos gevoelig is voor bodemdaling wordt de waterstand hoog en constant gehouden om bodemdaling door veenoxidatie (en klei met een hoog gehalte aan organische stof) zoveel mogelijk tegen te gaan. Door deze hoge en constante waterstand zijn de wortels van de bomen erg aan het oppervlak gebleven waardoor de bomen minder stabiliteit hebben en kunnen omvallen. De robuustheid van het bomenbestand voor klimaatverandering en ziekten is een belangrijk aandachtspunt voor het bos.



FIG. C.164 Foto tijdens aanleg Amsterdamse Bos (foto: fotocollectie Spaarnestad)

Waterberging en extra bos

Het Amsterdamse Bos kent, zoals veel plekken binnen de MRA, een fijn afgesteld technisch watersysteem. Dit betekent dat de bufferruimte voor regenwater beperkt is, terwijl door de toenemende verstedelijking en de daarbij horende verharding (zeker in combinatie met klimaatverandering) in de toekomst veel extra behoefte voor wateropvang te verwachten is.

Deze behoefte is zowel aanwezig op de schaal van het bos zelf, het stedelijk gebied van Amsterdam en Amstelveen als op de schaal van de MRA en het watersysteem van het waterschap Rijnland waarop het Amsterdamse Bos afwatert.

Naast deze waterbergingsopgave is er een nationale bosopgave waarbij er in Nederland nieuw bos zal moeten worden gerealiseerd.

## Knikpunten in de tijd

Het knikpunt voor het optreden van blauwalg en daarmee ongeschikt worden van een deel van het oppervlaktewater binnen en rondom het bos voor zwemmen en recreatie is reeds bereikt. In de toekomst zal er door klimaatverandering steeds vaker blauwalg optreden, terwijl de functie van het bos als plek voor verkoeling binnen de dichtbevolkte stad steeds belangrijker wordt.

Om binnen het Amsterdamse Bos ook de zo gewaardeerde rustige plekken te behouden is het belangrijk dat niet alleen het Amsterdamse Bos wordt behouden als groene plek aan de rand van de stad, maar ook de hoeveelheid groen wordt uitgebreid en versterkt. Daarbij zijn er groenvoorzieningen nodig op verschillende schalen, variërend van buurtgroen en wijk- en stadsparken tot grootschalige groengebieden met een stedelijke en regionale functie.

Ook de ecologie binnen het Amsterdamse Bos zal door de slechte waterkwaliteit en de toenemende recreatiedruk verder onder druk komen te staan. Het toepassen van een zonering (zoals in het huidige bosplan ook wordt gedaan) is essentieel. Daarbij zal een steeds sterkere afscheiding gemaakt moeten worden tussen toegankelijk recreatief gebied en ontoegankelijk ecologisch gebied. Uiteindelijk zal er voor het behouden van de ecologie echter niet alleen een toename van de kwaliteit (stiltegebied, waterkwaliteit) nodig zijn, maar ook meer areaal.

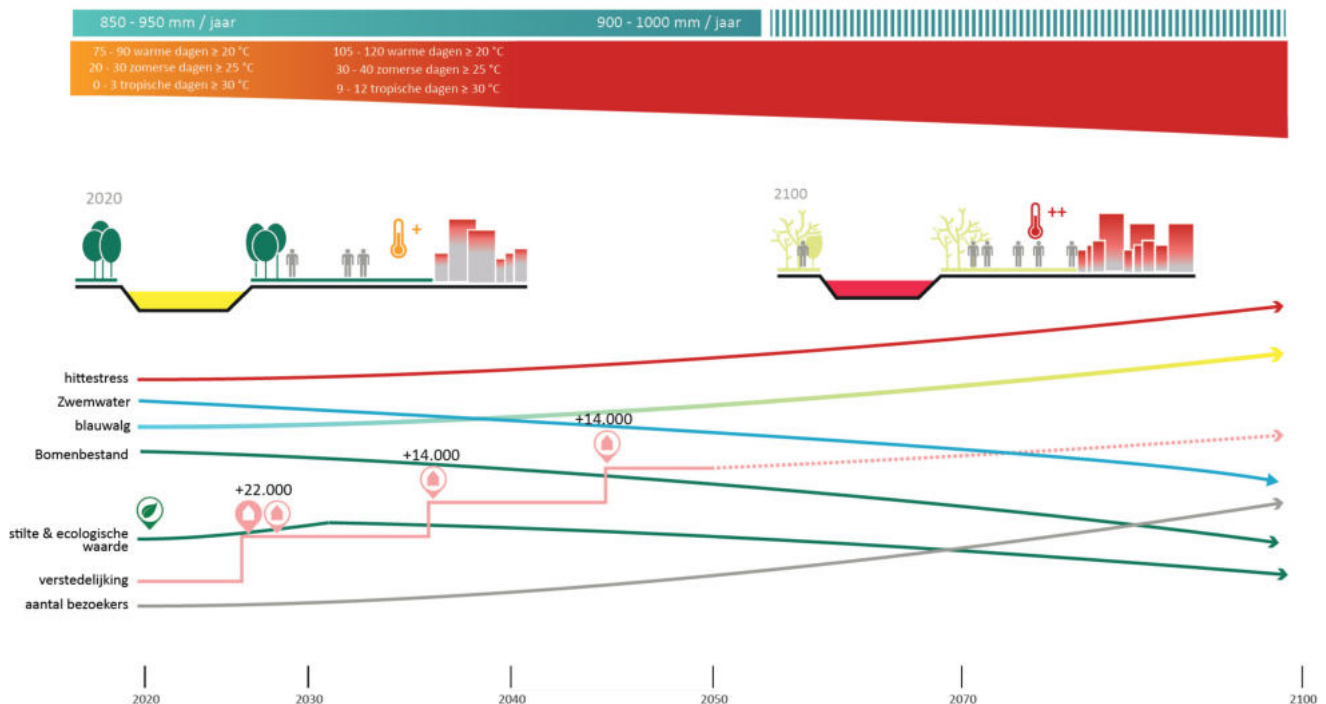


FIG. C.1.65 Knikpunten Amsterdamse Bos (beeld: Defacto).

## Doorzetten systeem of adapteren?

De achteruitgang van het Amsterdamse Bos leidt op verschillende manieren tot schade voor de maatschappij:

- Het bos is een belangrijke recreatieplek voor Amsterdammers, voor het vinden van verkoeling tijdens warme perioden en het beperken van hittestress. De recreatieve functie van het bos vermindert op het moment dat de zwemwaterkwaliteit verder achteruitgaat.
- De zwemwaterkwaliteit kan op peil gehouden worden met maatregelen als fosfaatfilters en gemaalpompen. Hier zal steeds meer capaciteit van nodig zijn. Vooral de energiekosten zijn hierbij hoog.
- Er is een positieve uitwerking van het Amsterdamse Bos op het vestigingsklimaat voor bewoners in Amsterdam en Amstelveen. Die aantrekkingskracht neemt af bij een lager kwaliteitsniveau.
- Ecologische schade treedt op als het bomenbestand afneemt door hoge waterstanden en ziekten. Er zijn ca. 150.000 bomen in het bos, met ieder een waarde van tussen de €3.000 en €35.000.

Een klimaatadaptieve upgrade van het huidige bos zou bestaan uit het transformeren van stiltegebieden met weiland naar vloeivelden, het toevoegen van extra waterzuiverende planten en extra stroombanen, de realisatie van waterberging en het vervangen van bomen voor klimaatrobuuste soorten. Een eventueel tweede Amsterdamse Bos zou het karakter van een 'waterbos' moeten krijgen en al deze facetten al bij de start in zich hebben.



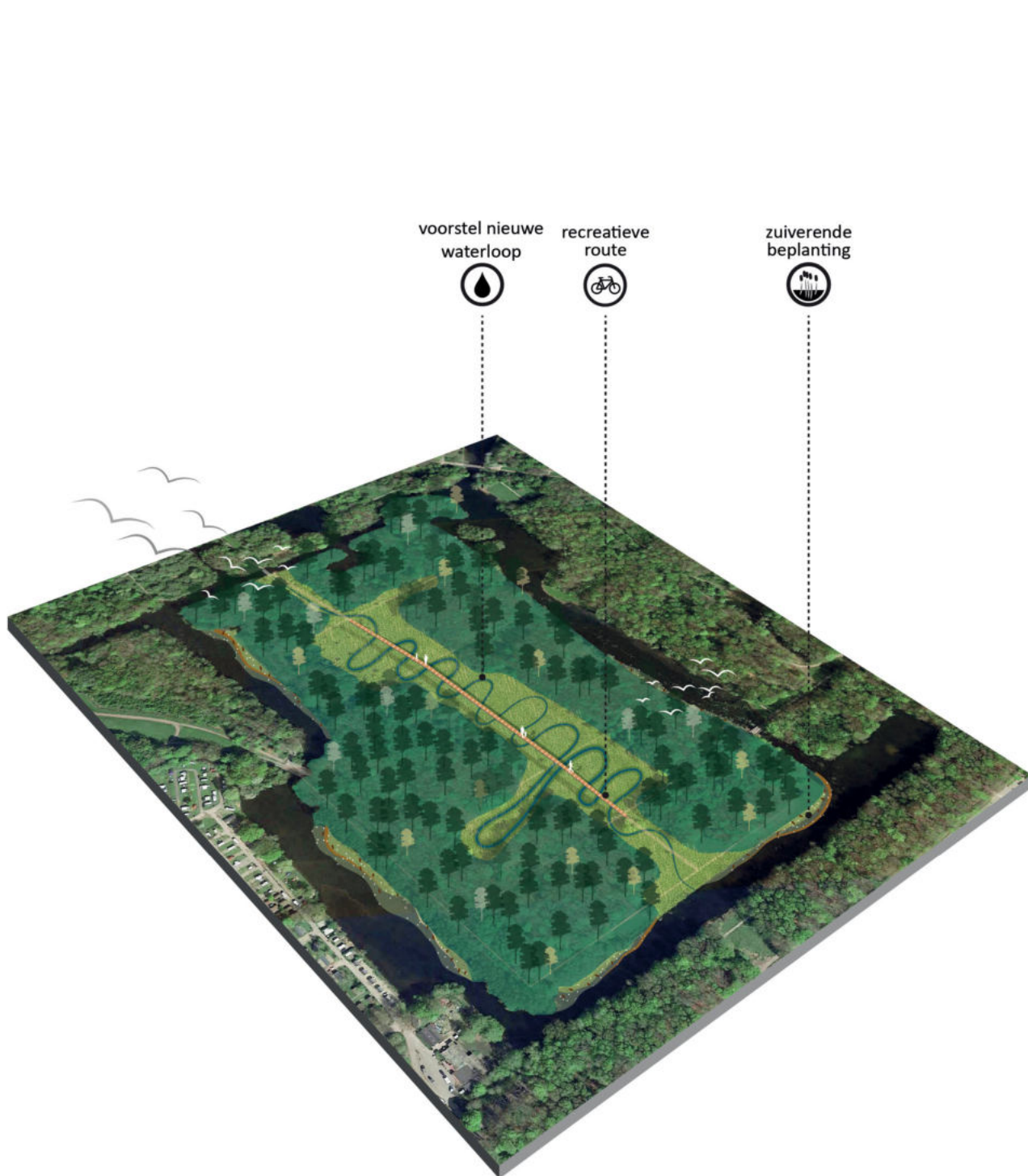


FIG. C.1.66 Vloeiervelden Amsterdamse Bos (beeld: Defacto).

# Propositie Amsterdamse Waterbos

Waar momenteel water van slechte kwaliteit wordt aangevoerd en weer afgevoerd, zien we kansen om het bos een meer zelfvoorzienend watersysteem te geven waarin water opgevangen en gebufferd kan worden en waarbij het bos kan worden benut als waterfilter. Er zal echter meer nodig zijn om op de lange termijn een gezond en robuust stedelijk bos te behouden. We zien dan ook kansen voor een uitbreiding van het groenareaal van de Gemeente Amsterdam door de aanleg van een tweede Amsterdamse waterbos, waarin water kan worden gebufferd en gefilterd. Dit sluit goed aan bij de nationale ambitie voor het vergroten van het Nederlandse bosareaal.

## Waterfilterend Amsterdamse Bos

---

De lange kronkelende waterlopen uit het ontwerp van Van Eesteren lenen zich goed voor het lang in het gebied houden van het water waardoor filterende vegetatie de kans krijgt het water te zuiveren. Door de waterlopen op sommige strategische plekken af te sluiten kan het water door het gehele bos worden geleid waardoor het langer in het gebied blijft. Deze afsluiting kan overigens zodanig dat kano's bijvoorbeeld via een kano-glijbaan gewoon de bestaande routes kunnen blijven volgen.

De grasvelden die nu als rustige zones zijn aangewezen kunnen worden ingezet als vloeivelden. Door het grasgebied iets af te plaggen (waardoor meer waterbergende capaciteit ontstaat) en een verdiepte slingerende watergang met waterfilterende vegetatie aan te leggen, kan het water middels deze vloeivelden worden gefilterd. Het creëren van een drassig gebied met daardoorheen een verhoogd vlonderpad heeft als bijkomend voordeel dat bezoekers van het stiltegebied minder makkelijk zullen afwijken van de route waardoor er minder verstoringen plaatsvinden. De grote grazers kunnen binnen dit gebied gewoon hun werk blijven doen.

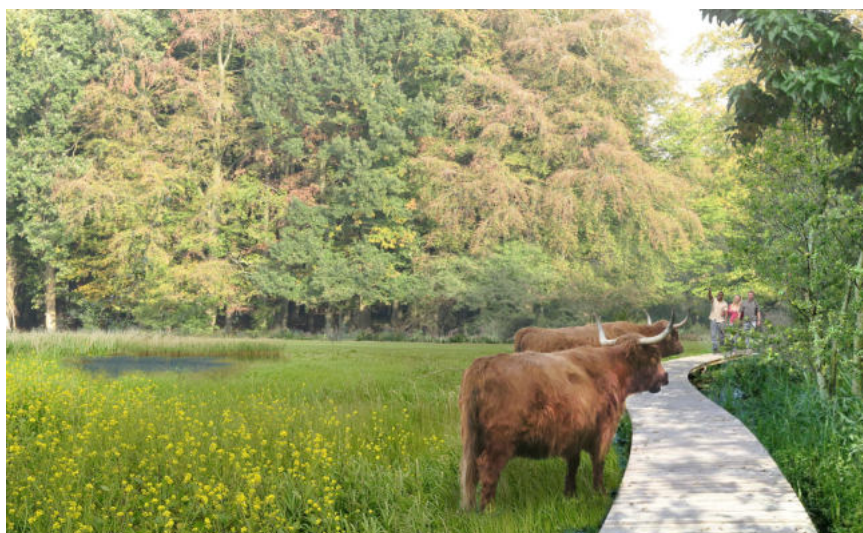


FIG. C.167 Vlonderpad in drassig stiltegebied (collage: Defacto)

Ook aan de slootkant zijn veel kansen om kleine additionele watergangen aan te leggen: een soort 'Ruimte voor de Rivier-principe' in het klein. Hiermee ontstaat extra ruimte voor het opvangen en filteren van water en het creëren van een overgangszone met filterende vegetatie. Deze overgangszone kan zowel worden gecreëerd door aan de randen van de weilanden water in te brengen, als door in het water filterende vegetatie aan te brengen. Zo ontstaan nieuwe, meer graduele, oevers die ook gunstig zijn voor de ecologie. Uiteraard dient dit zodanig te worden vormgegeven dat de uitgangspunten en kwaliteiten van het ontwerp van Van Eesteren overeind blijven.

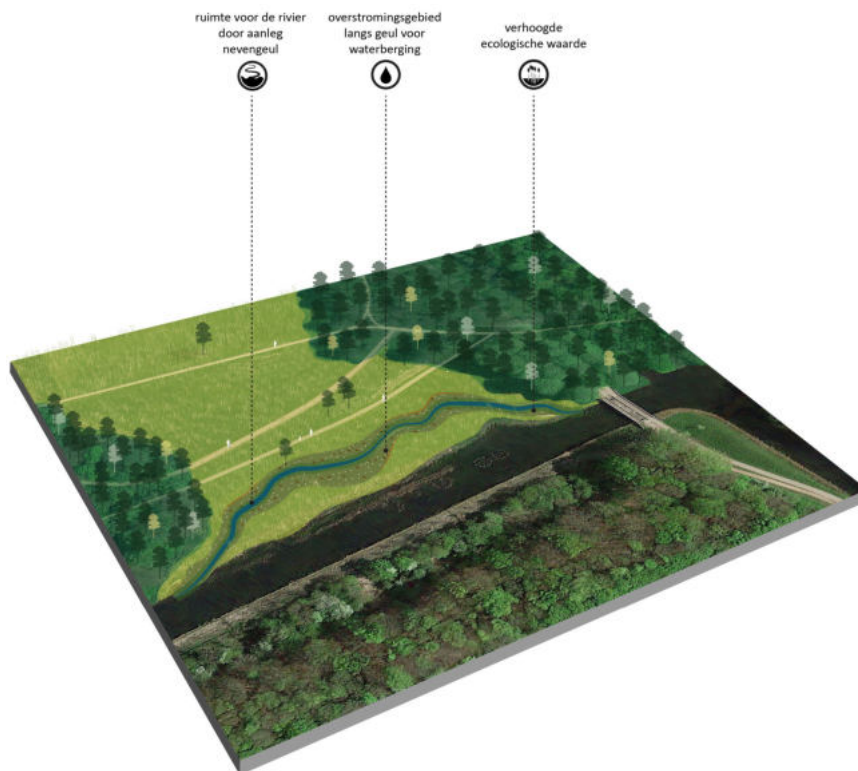


FIG. C.168 Ruimte voor opvangen en filteren van water en overgangszone met filterende vegetatie (beeld: Defacto)

Vooraf in het nieuw aangelegde deel van het bos, het Schinkelbos, is het ook op de korte termijn mogelijk binnen het bos veel water te bergen. Doordat de bomen hier jonger zijn kunnen deze zich nog makkelijker aanpassen aan fluctuerende waterpeilen. Voor het bestaande bos met de vele monumentale bomen is het essentieel een goede strategie te ontwikkelen voor klimaatadaptatie. Bomen hebben een lange levensduur wat betekent dat ze de klimaatverandering die voor 2100 is voorspelt, mits ze deze overleven, gaan meemaken. Als nu bij de nieuwe aanplant van bomen (vervangingsopgave) niet voldoende wordt ingezet op het creëren van variatie en een keuze voor een bomenbestand wat goed bestand is tegen meer vernatting en verdroging zal het bos en het bijbehorende enorme kapitaal aan bomen steeds kwetsbaarder worden voor klimaatverandering.



## Theater als waterplein

---

Naast het bergen van water in de afgeplagde delen van het bos zou bij iedere nieuwe ontwikkeling of renovatie moeten worden gekeken naar de mogelijkheden water (tijdelijk) vast te houden. Zo kan er bijvoorbeeld, zodra het bostheater aan vervanging toe is, worden gekozen een verdiept theater te maken wat ook dienst kan doen als waterberging (handig ook voor producties die een waterdecor nodig hebben).

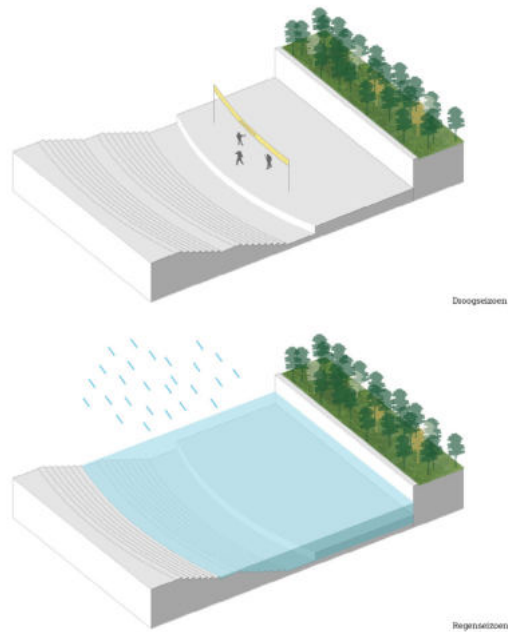


FIG. C.169 Waterberging in het theater (beeld: Defacto)



FIG. C.1.70 Het Amsterdamse Waterbos: waterbuffering, recreatiegebied en ecologisch potentieel (collage: Defacto)

## **Tweede Amsterdamse Waterbos**

---

Zoals gezegd is het niet voldoende om het bestaande bos klimaatbestendiger te maken. Door de toenemende verstedelijking, recreatiebehoefte en klimaatverandering is er ook aanvullend groen gebied nodig om de stad kwalitatief en leefbaar te houden. We stellen dan ook voor een tweede Amsterdamse Bos aan te leggen in de vorm van een waterbos wat veel water kan bufferen en meteen een zeer bijzonder nieuw recreatiegebied oplevert met veel ecologisch potentieel.

Dit bos zou zich helemaal kunnen richten op maximale waterberging en het bieden van verkoeling. Door de veranderende waterstanden zal het bos er op verschillende momenten anders uitzien. Door te kiezen voor waterminnende bomen kan het bos perioden onder water staan. Via vlonderpaden en met de kano zijn bijzondere afgelegen delen van het (ondergelopen) bos te verkennen.

Er heeft nog geen afstemming met de gemeente plaatsgevonden over een potentiële locatie voor dit tweede Amsterdamse Bos. Tijdens de eerste verkenning kwam naar voren dat de Lutkemeer en Ookmeer (met een goede verbinding naar de Spieringhorn) interessante zoekgebieden zouden kunnen zijn voor een tweede Amsterdamse Bos.



## Business model

### Baathebbers

Ook in deze case is er een brede waaier van baathebbers te benoemen. Ten eerste profiteert de Gemeente Amsterdam bij het bestaande bos op termijn van lagere beheer- en onderhoudskosten dan nu het geval is. Realisatie van een nieuw bos met eigen commerciële exploitatiemogelijkheden levert de gemeente ook inkomsten op. Een impuls aan het huidige bos voorkomt een terugval in recreatieve potentie, wat voor ondernemers in het bos van belang is. Het nieuwe bos zou als een anticyclisch investeringsproject ingevuld kunnen worden, waarmee banen worden gecreëerd en voor de gemeente en het Rijk dus minder uitkeringen. Verder kunnen woningeigenaren in de buurt van het nieuwe bos profiteren van vastgoedwaardestijging, zijn verzekeraars, werkgevers en inwoners baathebbers bij minder hittestress en heeft vooral het Rijk belang bij CO2-reducerende projecten zoals het planten van nieuwe bomen. Tenslotte resulteert de realisatie van een waterbos met waterbergingscapaciteit in een kostenreductie bij wateroverlastsituaties. De boezem heeft een relatief grote kans op een maalstop, in welk geval het nieuwe bos als een noodbuffer kan fungeren. Is er geen bufferruimte en treedt er daadwerkelijk een maalstop op, dan kan er op grote schaal wateroverlast (en daarmee samenhangend aanzienlijke schade) ontstaan.

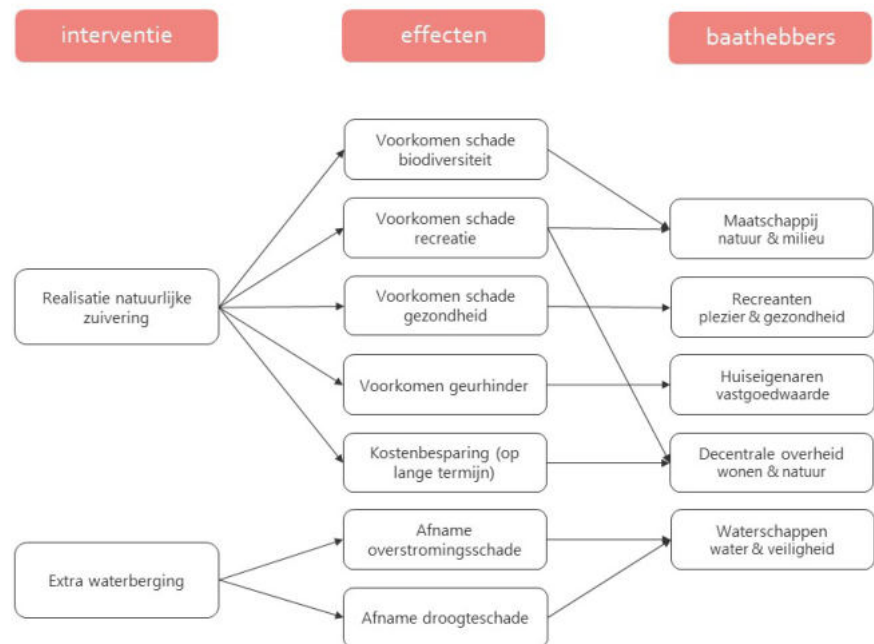


FIG. C.1.71 Baathebbers case bestaande Amsterdamse Bos (schema: Rebel Group)

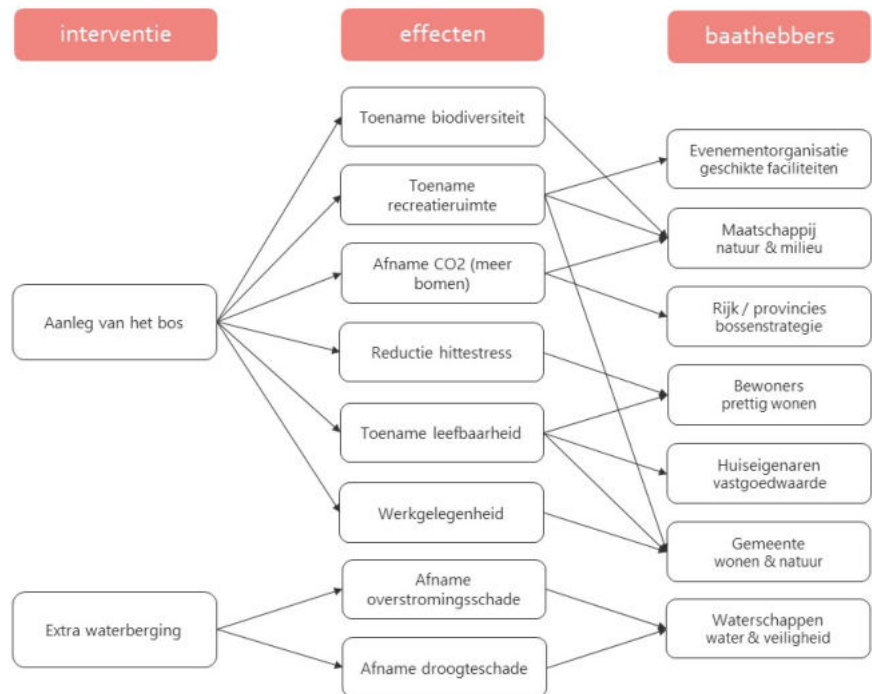


FIG. C.1.72 Baathebbers case nieuwe Amsterdamse Bos (schema: Rebel Group)

### Bekostiging en financiering

Qua bekostiging voor herziening van het bestaande bos of realisatie van het nieuwe bos zien we – naast financiële bijdragen van overheden – een aantal opties:

- CO2-compensatie. Luchtvaartmaatschappijen bieden de mogelijkheid om bij het boeken van een vliegticket je CO2-footprint te compenseren. Dit geld wordt geïnvesteerd in natuurprojecten, zoals de aanleg van bossen. Door de ligging nabij Schiphol, is er mogelijk een voorkeur voor KLM om hierin te investeren (t.o.v. projecten ver weg). CO2-compensatie kan ook in een andere vorm relevant zijn. Bedrijven benaderen Staatsbosbeheer geregeld voor projecten om in te investeren, vanuit hun wens om maatschappelijk verantwoord te ondernemen. Deze aanvragen worden door de Stichting Buitenfonds gecoördineerd en in compensatieprojecten omgezet.
- Bosfonds. Alleen relevant voor het te realiseren nieuwe bos, als er eveneens gebiedsontwikkeling in de buurt is. Aan marktpartijen die profiteren van de aanleg van het bos kan opgelegd worden dat ze een standaard afdracht doen in een 'bosfonds'.
- Baatbelasting/bosheffing. De baatbelasting of bosheffing is een specifieke heffing voor mensen die profiteren van het bos (bijv. vanwege vastgoedwaardestijging) of er gebruik van willen maken (een soort toegangsfee).
- Schenkingsobligaties. De 21e eeuw wordt ook wel de 'eeuw van de filantropie' genoemd. Denkbaar is dat burgers en bedrijven willen bijdragen aan de ontwikkeling en beheer van het (nieuwe) Amsterdamse Bos, bijvoorbeeld via het concept 'adopteer een boom'. Een bewezen succesvol instrument voor schenkingen

zijn schenkingsobligaties (zie hieronder), wat ook voor het Amsterdamse Bos goed zou kunnen werken.

**Voorbeeld: Schenkingsobligaties Prinses Maxima Centrum (PMC)**

Een maatschappelijk zeer relevant onderwerp: een nieuw centrum voor kinderoncologie kan genezingskansen voor kinderen met wel 20% laten toenemen. Maar waar haal je de financiering vandaan? Schenkingsobligaties. Inmiddels is het PMC in Utrecht een feit.

De schenkingsobligatie in een notendop: een belegger schaft een obligatie aan voor, zeg, 7 jaar, met hoge kans op terugbetaling. De tegenprestatie is X% rente-inkomsten per jaar, maar de belegger is akkoord om de rente te schenken aan een stichting. De schenking kan worden opgevoerd als fiscale aftrekpost, dus wel rendement voor de belegger (in de vorm van een lagere inkomstenbelasting).

Het PMC heeft met de uitgifte van deze speciale obligatie bijna € 6 mln. opgehaald en ermee een nieuw, speciaal ziekenhuis gerealiseerd. De publiciteit rond de uitgifte van de obligatie heeft velen doen besluiten om – naast deze obligatie – nog een schenking te doen, van in totaal € 4 mln. Ook zijn er specifieke koppelkansen te identificeren op basis waarvan bekostiging mogelijk is:

- Nationale bossenstrategie: het Rijk en provincies willen het oppervlakte bos in 2030 met 10% verhoogd hebben, oftewel 37.000 extra ha. Dit voornemen wordt uitgewerkt in de zogenaamde "bossenstrategie". Hoe de 37.000 ha over regio's in Nederland wordt verdeeld (en of het Rijk ook een deel mee investeert) moet nog worden bepaald. We gaan ervan uit dat bosrijk gebied in de nabijheid van steden extra waarde heeft voor de bossenstrategie.
- Anticyclisch investeren: net zoals het bestaande Amsterdamse Bos ooit in crisistijd als werkgelegenheidsplan is gerealiseerd, is hetzelfde bij een nieuw Amsterdamse Bos denkbaar. In de herstelperiode na de eerste klap van COVID-19 ligt er politiek en beleidsmatig focus op behoud en creatie van werkgelegenheid. Mogelijk dat uit het herstelbudget van de Gemeente Amsterdam een bijdrage aan realisatie van het bos mogelijk is.
- KRW-gelden: in het Bosplan 2020-2030 staat: "Er zijn ingrijpende maatregelen nodig om de kwaliteit van het water te verbeteren." Om tegemoet te komen aan de wettelijke eisen die worden gesteld in de Kaderrichtlijn Water heeft het Hoogheemraadschap van Rijnland een strategische samenwerkingsagenda opgesteld tussen de Gemeente Amstelveen, Rijnland en de Gemeente Amsterdam.

We veronderstellen dat de omvorming tot of aanleg van een waterbos een vrij hoge investering vraagt, maar op termijn goedkoper kan zijn qua beheer en onderhoud. Huidige maatregelen vormen symptoombestrijding. Naarmate de problematiek verergert door toenemende hitte, nemen ook de kosten van deze maatregelen verder toe. Er ontstaat een financieringsvraag om het gat te overbruggen.

Geïntegreerde aanbestedingscontracten (bijv. DBFM) passen bij dit soort opgaven, waarbij private partijen zelf financiering kunnen organiseren. De aanbestedende overheid verstrekt een beschikbaarheidsvergoeding die lager is dan de huidige kosten voor beheer en onderhoud. DBFM kent wel hoge transactiekosten, waardoor



voldoende schaal belangrijk is. In combinatie aanbesteden van beide bossen kan voor nodige schaal en efficiëntie zorgen. Voordelen van DBFM zijn o.a. private voorfinanciering (met het toeziend oog van de banken) en de mogelijkheid om gebruik te maken van innovatieve ontwerpideeën die in de markt leven.

#### **Voorbeeld: Pevensey Bay – integraal en adaptief DBFM(O)-contract**

In Pevensey Bay - tussen Dover en Brighton - werd de markt uitgedaagd om te komen met een innovatieve oplossing voor de adaptieve kustverdediging om veiligheid tegen overstromingen te bieden voor de komende 25 jaar. Nodig om het laaggelegen achterland met zo'n 3.000 woningen, bedrijfspanden en belangrijke natuurgebieden te beschermen. Om budgettaire redenen en ook om kosteneffectiviteit te bereiken, werd besloten de kustverdediging te verwerven via een publiek-privaat partnerschap (PPS).

Een belangrijke voorwaarde was dat de kosten van de investering de potentiële overstromingsschade die daarmee vermeden zouden worden, niet zou overschrijden. Studie wees uit dat een open grindstrand zou kunnen voldoen aan deze economische criteria, terwijl andere opties, zoals het betrekken van grote rotsige golfbrekers, daar niet aan zouden voldoen. Andere belangrijke vereisten waren volledige voorfinanciering door de particuliere sector (terugverdienen door jaarlijkse beschikbaarheidsvergoedingen afhankelijk van geleverde prestaties), adequate risicoallocatie (voor particuliere partijen; stormomstandigheden, stijgende zeespiegel, tevredenheid van de burgers), innovaties die onmiddellijk moeten worden doorgevoerd en besparingen op projectkosten. Kapitaalkosten van particuliere financiering bleken concurrerend te zijn met de overheid die een lening zou nemen.

Het PPS-contract ter waarde van £30 miljoen werd gewonnen door Pevensey Coastal Defence Limited (PCDL), een consortium van vier bagger- en bouwbedrijven. Het onderhoud wordt op een adaptieve, en daarmee effectieve manier uitgevoerd om te reageren op de werkelijke klimaateffecten in de tijd. De opdrachtgever, de Environment Agency, bespaarde ongeveer 15 procent op terugkerende financiële verplichtingen, met daarbovenop kostenbesparingen door een innovatieve aanpak en besparingen omdat er een enkel langlopend contract kon worden afgesloten.



FIG. C.1.73 Mogelijke uitkomst transformatie bestaand Amsterdamse Bos op de lange termijn (kaart: Defacto)

## Inzichten casus

---

- Ook iconen moeten mee met de tijd. We zien in de MRA dat bij landschappelijke iconen (zoals het Amsterdamse Bos, maar ook enkele diepe droogmakerijen, bijzondere veenpolders en de heuvelrug) in eerste instantie wordt gedacht dat deze gebieden vanwege hun kwaliteit uitzonderingen kunnen zijn op de benodigde klimaatadaptatie binnen de MRA. Deze gebieden zijn het waard om het bestaande systeem uit te blijven breiden! Alleen; er zijn veel van deze gebieden, waardoor er te veel uitzonderingen nodig zouden zijn. Daarnaast wordt het bos daarmee kwetsbaar voor extreme buien en ziekten: ook het bos moet mee met de tijd.
- Maak werk van koppelkansen. De investeringen in klimaatadaptatiemaatregelen zijn op zichzelf zelden rendabel. Kenmerkend is dat kosten ver voor de baat uitgaan, verder dan bij veel andere types investeringen, en dat de baten onzeker zijn. De manier om klimaatadaptatie van de grond te krijgen, is te kijken naar koppelkansen. Waar lopen andere opgaven en kan werk met werk worden gemaakt? De casus Amsterdamse Bos laat zien dat er goede koppelkansen liggen, met name omdat er momentum is voor anticyclische investeringen die werkgelegenheid creëren.
- Maak de opgave groot en creëer schaal. Soms zit de kracht van een casus in het groot maken van de opgave en schaalvoordelen creëren. De combinatie van Amsterdamse bossen – daar zijn mogelijk schaalvoordelen te bereiken door realisatie van het nieuwe bos en ombouw van het bestaande bos te combineren in één programma (en één aanbesteding) – is daarvan een goed voorbeeld.

## Aanbevelingen vervolg

---

- Begin nu met het zo klimaatadaptief mogelijk maken van het Amsterdamse Bos. Neem onder het bosplan alvast eerste mogelijkheden voor waterberging en filtering mee en start met een lange termijn strategie voor het klimaat- en waterbestendig maken van het bomenbestand en bos.
- Reserveer ruimte voor een tweede Amsterdamse Bos en maak een begin. Het zal met de tijd en toenemende verstedelijking steeds lastiger zijn ruimte vrij van bebouwing en versnippering te vinden. Daarnaast is er tijd nodig om te groeien.
- Zet een overkoepelend fonds op. Bekostiging van landschapsontwikkeling is op dit moment erg versnipperd, met een scala aan partijen dat zich bezighoudt met het in stand houden van het landschap. Vooral voor stedelijke kernen is de landschappelijke, recreatieve en verkoelende omgeving heel belangrijk, maar deze steden dragen vaak slechts beperkt bij. Het zou goed zijn geldstromen bij elkaar te brengen, voor een regionale landschaps- en natuurvisie.
- Smeed een coalitie van geïnteresseerden. Het scala aan belanghebbende partijen bij het Amsterdamse Bos is groot en het heeft de 'gunfactor'. Het zou goed zijn om een krachtige coalitie van publieke en private partijen te smeden, als een platform om mogelijkheden verder te verkennen en investeringen aan te jagen.





Sluis IJmuiden (foto: beeldbank RWS)

# Noordzeekanaal

---







Noordzeekanaal (foto: beeldbank RWS)



# Opgaven Noordzeekanaal

Door de (eventueel versnelde) zeespiegelstijging en steeds extremere regenval komt de afwatering van het MRA gebied via het Noordzeekanaal op zee steeds verder onder druk te staan. Niet alleen zal er meer regenwater moeten worden afgevoerd: een hogere waterstand op zee zal ook betekenen dat vanuit het Noordzeekanaal vaker en met een groter verval gepompt moet worden om water naar zee af te voeren. De kans dat op het Noordzeekanaal (bijvoorbeeld door uitval van een pomp) een te hoge waterstand optreedt en een maalstop nodig is vanuit de polders en boezems is nu al eens in de 72 jaar. Deze kans zou zonder ingrepen en onder invloed van klimaatverandering (eventueel versnelde zeespiegelstijging) verder toenemen.

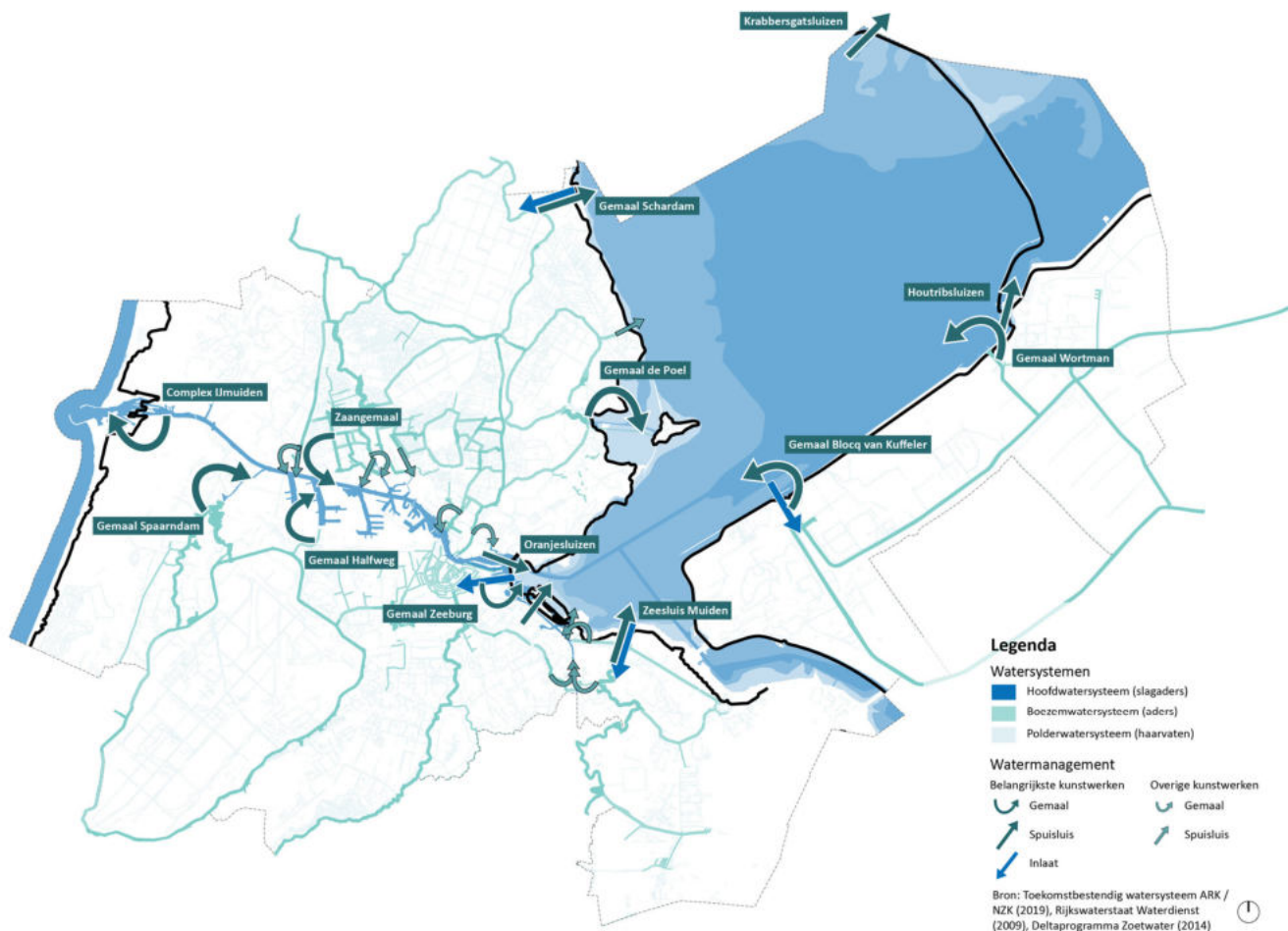


FIG. C.1.74 Waterafvoersysteem (kaart: Defacto).

## Waterafvoer en verzilting door zoutindringing en kweldruk

### Verzilting door zoutindringing

Door het schutten via de zeesluizen bij IJmuiden verzilt het watersysteem van het Noordzeekanaal. Dit gebeurt wanneer zeeschepen vanuit de Noordzee, via het sluisencomplex, het Noordzeekanaal invaren. De zoutindringing vanuit zee is vooral merkbaar in droge perioden met weinig waterafvoer.

De zoutindringing loopt soms al tot aan het Amsterdam-Rijnkanaal. Bij verdere zeespiegelstijging zal deze ongewenste zoutindringing verder toenemen.

Zeespiegelstijging leidt niet alleen tot verzilting van het Noordzeekanaal (NZK), maar ook tot grotere kweldruk in de zone achter de duinen. Hierdoor neemt de verzilting van het oppervlaktewater in de polders toe, alswel de kwel uit de oude zoute zeebodem. Dit resulteert in een extra zoetwatervraag doordat bij gelijkblijvend landgebruik het watersysteem meer moet worden doorgespoeld om voldoende zoetwater beschikbaar te hebben.

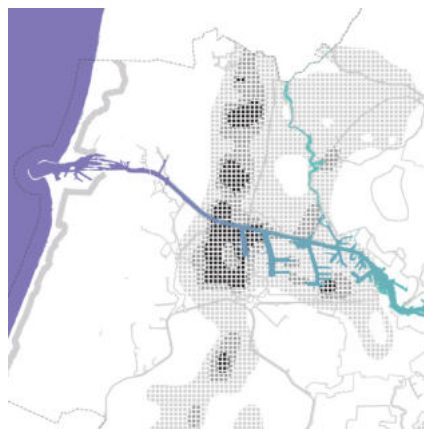


FIG. C.175 Verzilting (beeld: Defacto, bron data: Deltares, 2015)

### Waterafvoer

De boezemwatersystemen van het Hoogheemraadschap van Rijnland, het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK), Waterschap Amstel, Gooi en Vecht en het Hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden (HDSR) wateren allen af op het Amsterdam-Rijnkanaal en Noordzeekanaal. Het water wordt vervolgens bij IJmuiden of bij de Afsluitdijk richting zee afgevoerd. Deze technische manier van water afvoeren is gevoelig voor falen: bijvoorbeeld als er (net als begin dit jaar het geval was) pompen uitvallen.

Dit betekent dat er een maalstop kan optreden waardoor betreffende waterschappen niet meer mogen afwateren op het Noordzeekanaal en Amsterdam-Rijnkanaal. Dit kan wateroverlast, en daarmee aanzienlijke schade, tot gevolg hebben in een groot gedeelte van West-Nederland.

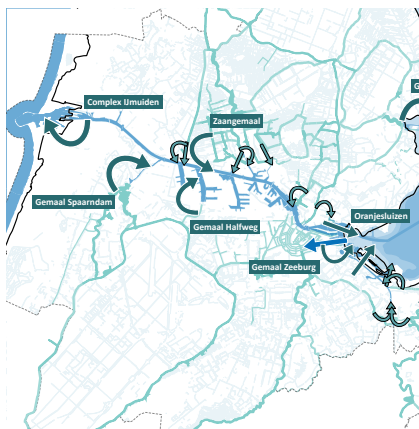


FIG. C.176 Waterafvoer richting het Noordzeekanaal (beeld: Defacto)

### Verstedelijkingsdruk

Rondom het Oer-IJ zien we een grote verstedelijkingsdruk en woningbouwopgave. Het Oer-IJ gebied vormt vooralsnog een groene open buffer tussen de kernen van Beverwijk en Zaandam/Amsterdam. Het belang van een groen, open, recreatief uitloopgebied zal met de toenemende verstedelijking alleen maar groter worden.

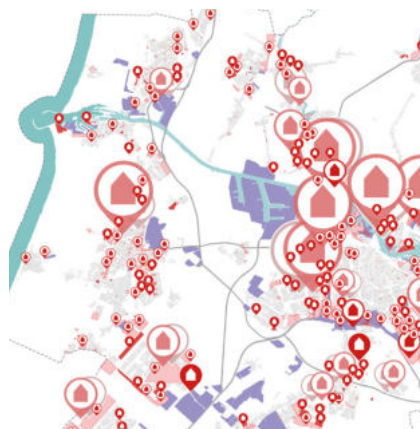


FIG. C.177 Verstedelijkingsopgave (beeld: Defacto)

### Cultuurhistorie Stelling van Amsterdam en Oer-IJ

Twee belangrijke landschapshistorische structuren kruisen het Noordzeekanaal: de Stelling van Amsterdam en het Oer-IJ. Beide structuren zijn nog deels leesbaar in het landschap. Maar voor beide geldt dat er de wens is de leesbaarheid te borgen en waar mogelijk te versterken.

Het Oer-IJ betreft de oude oorspronkelijke loop van een zijtak van de Rijn. Door het sluiten van de kustlijn, het inpolderen van het Oer-IJ en het graven van het Noordzeekanaal is het Oer-IJ als watergang verdwenen. Wel is deze nog altijd goed afleesbaar in de hoogtekarta van het gebied.

De Stelling van Amsterdam is aangelegd nadat de vestingwet uit 1874 bepaalde dat Amsterdam een verdedigingslinie diende te krijgen. In vergelijking met de Oude en Nieuwe Hollandse Waterlinie kent de Stelling van Amsterdam modernere forten met dikke betonnen wanden. De stelling is UNESCO werelderfgoed.



FIG. C.178 Oer-IJ en Stelling van Amsterdam (beeld: Defacto)

### Ecologie

De waterkwaliteit van het Noordzeekanaal is voor de ecologie van matige kwaliteit.

Ook de harde kaderanden van het kanaal en de drukke scheepvaart zorgen ervoor dat dit kanaal momenteel een barrière is in de ecologische noord-zuid verbinding die de kustlijn vormt.

Daarnaast kent het kanaal een onderbenut ecologisch potentieel aangezien een ecologische west-oost verbinding zeer waardevol zou zijn voor dit gebied.



FIG. C.179 Ecologische verbindingen (beeld: Defacto)

### Transitie haven

De haven van Amsterdam (Westpoort) staat voor een grote transitieopgave. Transitie op het gebied van energie en circulariteit veranderen het toekomstbeeld van de volgende generatie havens waarschijnlijk aanzienlijk.

De energietransitie en ambities op het gebied van circulariteit zullen ervoor zorgen dat de bulk en goederenstromen (in deze haven, maar ook wereldwijd) zullen veranderen. Zo zal er naar verwachting minder fossiele brandstof worden vervoerd (olie en kolen) en afhankelijk van de invulling van energietransitie eventueel meer biomassa. Een meer circulaire samenleving zal er toe leiden dat meer materiaal wordt gerecycled en hergebruikt, wat ook vraagt om extra opslagruimte en vervoer.

Daarnaast is er een druk op de havengebieden vanuit de verstedelijkingsopgave en zullen enkele havengebieden (waaronder havenstad) langzaam worden getransformeerd tot woongebied.



FIG. C.180 Transitie Amsterdamse Haven (kaart: Urbanos, 2016)



## Knikpunten in de tijd

Afgelopen zomer vielen enkele pompen in IJmuiden uit. Het duurde lang om deze weer operationeel te krijgen en ook de 30 geplaatste noodpompen waren niet meteen inzetbaar. Dit incident benadrukt dat de afhankelijkheid van pompen voor de afvoer in het systeem een faalkans kent. De kans op hoog water op het kanaal en een daarmee samenhangende maalstop voor de boezems is momenteel circa eens in de 72 jaar. Dit is onder de gewenste faalkans van eens in de 100 jaar. Als gevolg van zeespiegelstijging zal, als geen maatregelen worden getroffen, de faalkans alleen maar toenemen. Daarnaast zal de druk op het afvoersysteem door meer extreme regenval verder toenemen, waardoor de kans op een maalstop steeds groter wordt.

De zoutindringing als gevolg van het schutten van de zeesluizen trekt steeds verder in het oppervlaktewatersysteem van de MRA. De verzilting reikt al tot aan het Amsterdam-Rijnkanaal. Dit kan gevolgen hebben voor de zoetwaterinlaat stroomopwaarts.

De verzilting van het oppervlaktewater in de polders door toename van de kweldruk in de zone achter de duinen zal de zoetwatervraag in deze landbouwgebieden verder doen toenemen. In droge perioden zal er meer zoetwater nodig zijn voor doorspoeling, terwijl in natte perioden door de extra kweldruk meer water zal moeten worden weggepompt. Naast het bemalen van de polder moeten we op zoek naar andere vormen van waterbeheer, waarbij we proberen (tijdelijk) zoveel mogelijk water vast te houden.

## Doorzetten systeem of adapteren

Het doorzetten van het huidige systeem leidt op aan aantal manieren tot steeds verder oplopende kosten:

- De kans dat de waterstand op het NZK te hoog wordt en een maalstop voor de waterschappen Rijnland, HHNK, Amstel, Gooi en Vecht en HDSR nodig is, is nu al onwenselijk groot en neemt in de toekomst toe. Dit kan in een groot gedeelte van West-Nederland wateroverlast, en daarmee aanzienlijke schade, tot gevolg hebben.
- De toenemende verzilting van kwelwater leidt tot extra watervraag, omdat bij gelijkblijvend landgebruik het watersysteem meer moet worden doorgespoeld voor voldoende zoet water.
- De verzilting die optreedt door het schutten van de zeesluizen slaat neer op het Amsterdam-Rijnkanaal (ARK). Dat leidt tot hogere zuiveringskosten, omdat het ARK wordt gebruikt voor drinkwatervoorziening.
- Gemeenten maken kosten voor regenwaterafvoer, die kunnen toenemen bij meer hevige regenbuien. Door het Oer-IJ gebied te gebruiken als piekregenwaterberging uit naastgelegen stedelijke gebieden kunnen deze kosten vermeden worden.
- De kosten voor het op termijn herstellen van constructieproblemen bij kades (haventerrein) zijn aanzienlijk.

In de adaptieve strategie, met realisatie van waterbergingscapaciteit, worden deze kosten voor een deel vermeden. Daarnaast treden er extra baten op, op het gebied van versterking van de ecologie.

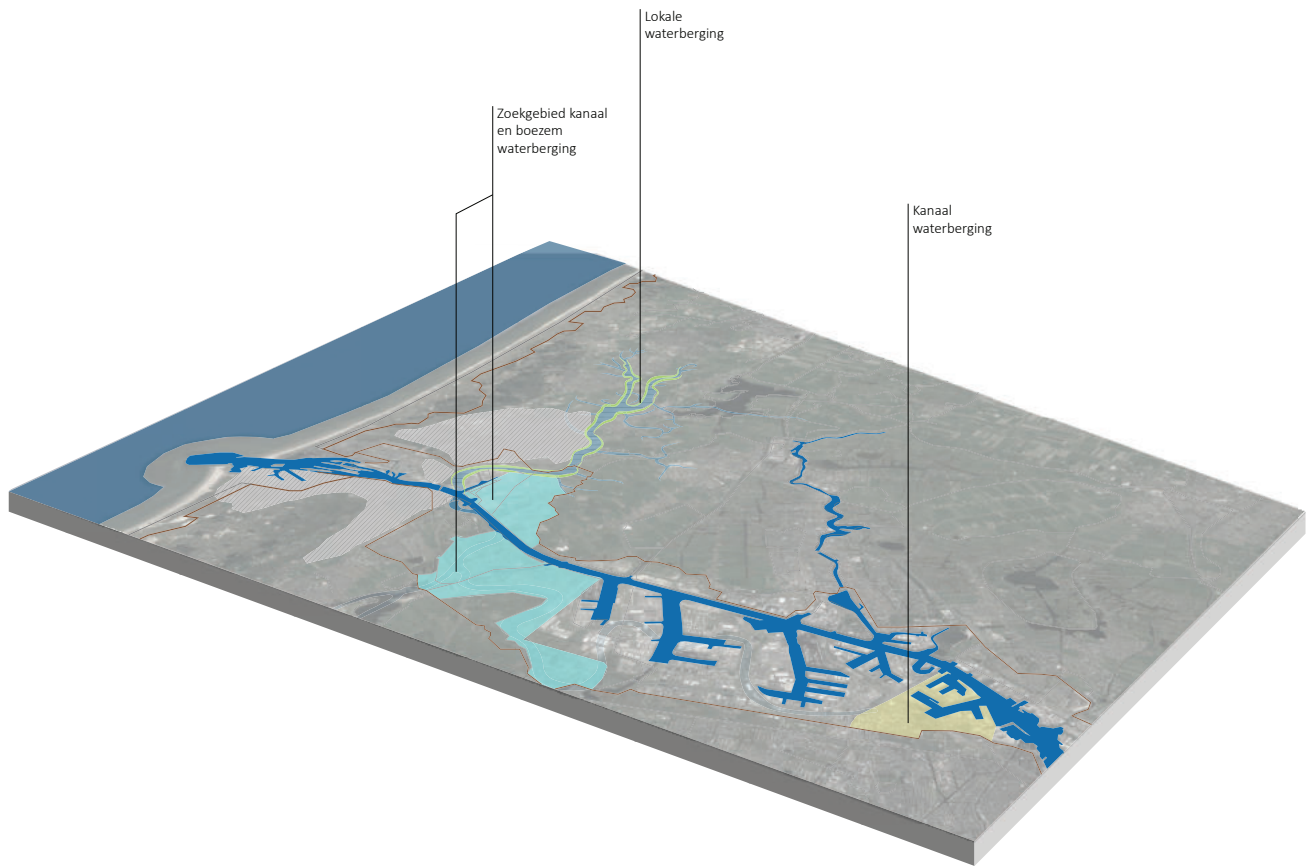


FIG. C.1.81 Zoekgebieden waterberging langs het Noordzeekanaal (beeld: Defacto)

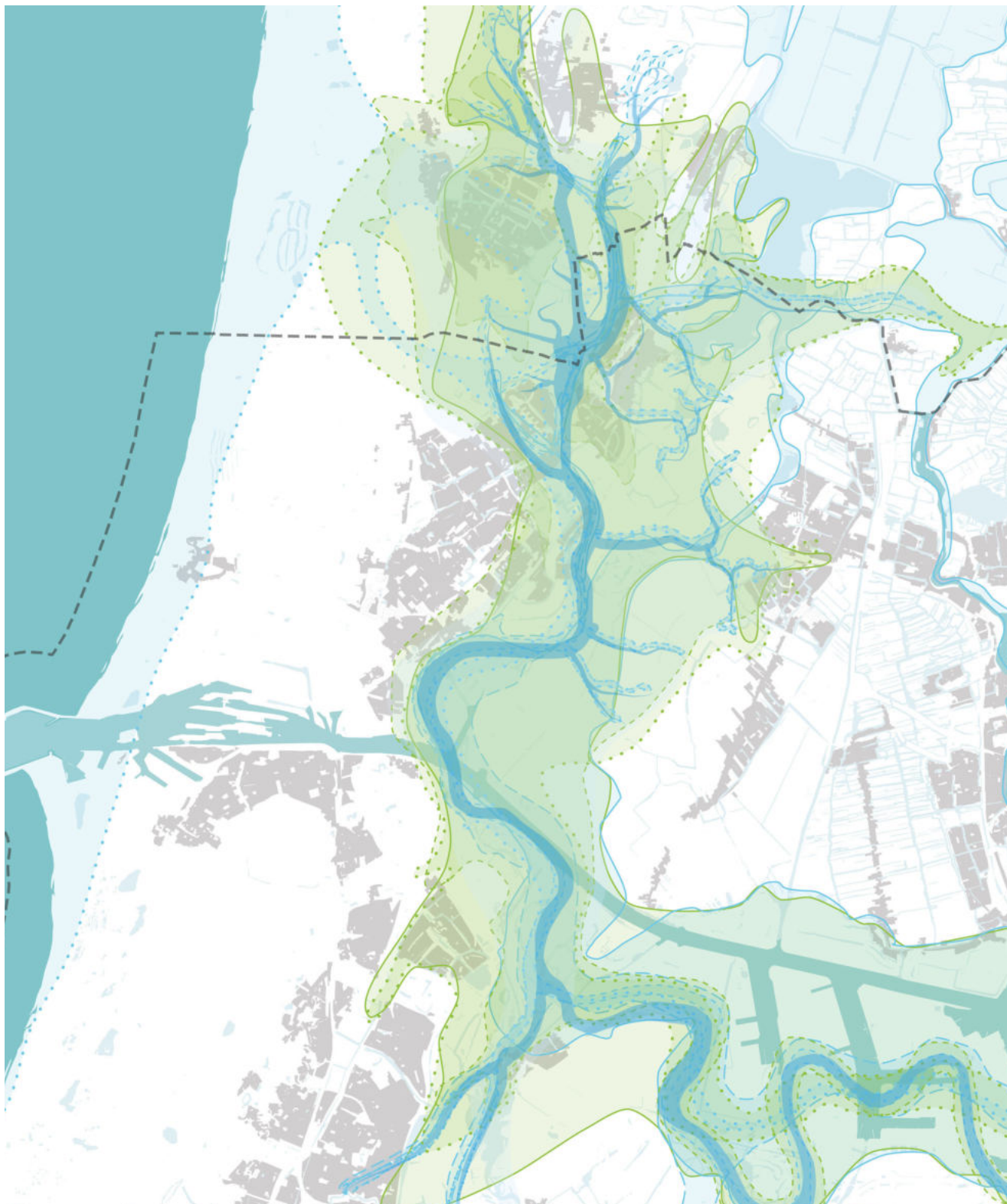


FIG. C.1.82 Voormalige lopen Oer-IJ (kaart: Defacto)



# Noodwateropvang langs het Noordzeekanaal

Deze propositie richt zich op het creëren van extra bufferruimte voor water in het regionale systeem en Noordzeekanaal, terwijl meteen ook de ruimtelijke kwaliteit, het recreatief potentieel en de ecologische kwaliteit van het gebied verbeterd. De extra bufferruimte voor het regionale watersysteem zorgt ervoor dat er minder water hoeft te worden afgewaterd op het Noordzeekanaal. De extra ruimte voor (nood)berging op het Noordzeekanaal zorgt ervoor dat bij het falen van een van de hoofdpompen bij IJmuiden of een maalstop vanuit de waterschappen die afwateren op het Noordzeekanaal, extra ruimte ontstaat. Dit kan op twee manieren: door in het Noordzeekanaal zelf zoveel mogelijk ruimte beschikbaar te houden en door extra noodwaterbergingsgebieden toe te voegen.

## **Noodwaterberging Oer-IJ**

Het Oer-IJ lijkt zowel technisch als ruimtelijk een interessant gebied voor waterberging. Water kan goed worden ingepast: er bevinden zich nog oude dijklichamen die kunnen worden ingezet om het water op te vangen. Daarnaast maakt het gebied (deels) onderdeel uit van de inundatiezone van de Stelling van Amsterdam, waar kansen liggen om door middel van een waterbergingsgebied de inundatievelden van de stelling weer leesbaar te maken in het landschap. Dit sluit ook goed aan bij de ambities van de stichting Oer-IJ om de oude Oer-IJ loop een herkenbaar en leesbaar onderdeel te laten zijn van het (open) landschap.

Een van de additionele voordelen van het reserveren van het Oer-IJ gebied voor waterberging is dat het gebied gebruikt kan worden voor regenwaterberging uit naastgelegen stedelijke gebieden van onder andere Haarlem, Beverwijk-Heemskerk-Uitgeest. Bovendien kan het dienen als piekwateropvang voor de boezems (van danwel HHNK danwel Rijnland). De bestemming en ruimtelijke reservering als noodoverloop kan effectief zijn in het beschermen van het gebied tegen versnippering door bebouwing. Dit draagt bij aan de ambitie om deze groene scheg tussen de bebouwde gebieden aan weerszijde beschikbaar te houden als open landschap en recreatief uitloophet gebied voor het steeds verder verdichtende stedelijke gebied van de MRA.



FIG. C.1.83 Collage nieuwe kaderanden met ruimte voor ecologie (collage: Defacto)

### Waterrobuust herontwikkelen havengebied

Door in het havengebied bij herontwikkelingen rekening te houden met de beperkte bergingscapaciteit van het Noordzeekanaal kan worden gezorgd dat de druk op het kanaal niet verder toeneemt. Dit kan dan wel door bij (her)ontwikkelingen te zorgen dat regenwater niet wordt afgewaterd op het kanaal (maar lokaal wordt geborgen), dan wel door bij ontwikkelingen een deel van het maaiveld overstroombaar aan te leggen waardoor het gebied water kan blijven bergen. Of dit laatste al dan niet rendabel is qua investeringen hangt af van de hoeveelheid bergingsruimte die hiermee kan worden gecreëerd. Sowieso is het raadzaam een goede verbinding te leggen tussen de waterveiligheid en ruimtelijke ontwikkelingen langs het Noordzeekanaal.

### Natuurvriendelijke oevers

Het steeds verder verzilten van het Noordzeekanaal is niet gunstig voor de zoetwaterinlaat, maar kan voor de ecologie een kans betekenen. Door de randen van het Noordzeekanaal aan te passen kunnen deze de ecologische functie van het Noordzeekanaal sterk verbeteren en middels oeverbepanting ook bijdragen aan het verbeteren van de waterkwaliteit. Oude kades kennen vaak constructieproblemen en zwakke plekken welke kostbaar zijn om te herstellen. Door bij de (her)ontwikkeling van havengebieden de verzwakte delen van de kade, daar waar deze niet benut worden voor laden en lossen, een gradiënt te geven kan zowel het ecologisch functioneren als de ruimtelijke kwaliteit worden versterkt.

### Tijdelijke natuur

De komende jaren zal er een transformatie plaatsvinden binnen de haven, waarbij sommige terreinen tijdelijk braak zullen liggen. Hier kan tijdelijke natuur worden ingezet om de ecologie van het Noordzeekanaal te versterken en daarmee een betere west-oost verbinding te vormen. Door het tijdelijk laten groeien van planten en graven van ondiepe kuilen voor de waterberging, kan zowel regenwater op het terrein worden geborgen als de ecologische waarde van het gebied worden versterkt. Door te kiezen voor bodemzuiverende beplanting kunnen gronden die vervuild zijn alvast deels worden voorgezuiverd. Door een recente nieuwe wetgeving voor tijdelijke natuur worden de haventerreinen, ook al vestigen zich hier ten tijde van de tijdelijke natuur bijzondere soorten, daarna weer beschikbaar als ontwikkelterrein.

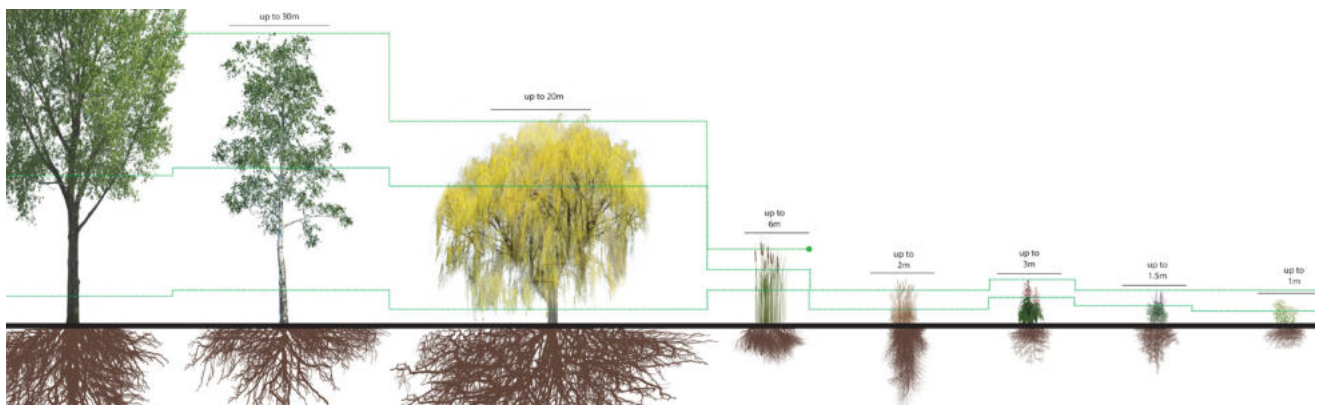


FIG. C.1.84 Planten die de bodem kunnen zuiveren (collage: Defacto).



## Business model

### Baathebbers

Noodwaterberging is een ventiel voor als er een maalstop dreigt, waar de waterbeheerders (Waterschap Rijnland, AGV en Stichtse Rijnlanden, HHNK en Rijkswaterstaat) baat bij hebben. Ook huiseigenaren profiteren hiervan, zij het indirect, als hiermee wordt voorkomen dat het bebouwd gebied waar zij wonen niet onderloopt bij een maalstop. Voor zover de waterberging ook ingezet kan worden voor regenwaterberging, hebben gemeenten hier baat bij, omdat er minder via het riool afgevoerd hoeft te worden. Gemeenten hebben op dit vlak een zorgplicht. Het waterrobuust ontwikkelen van het havengebied heeft een vergelijkbaar effect. Tot slot: de diverse maatregelen om de ecologie te versterken slaan neer bij de maatschappij als geheel.

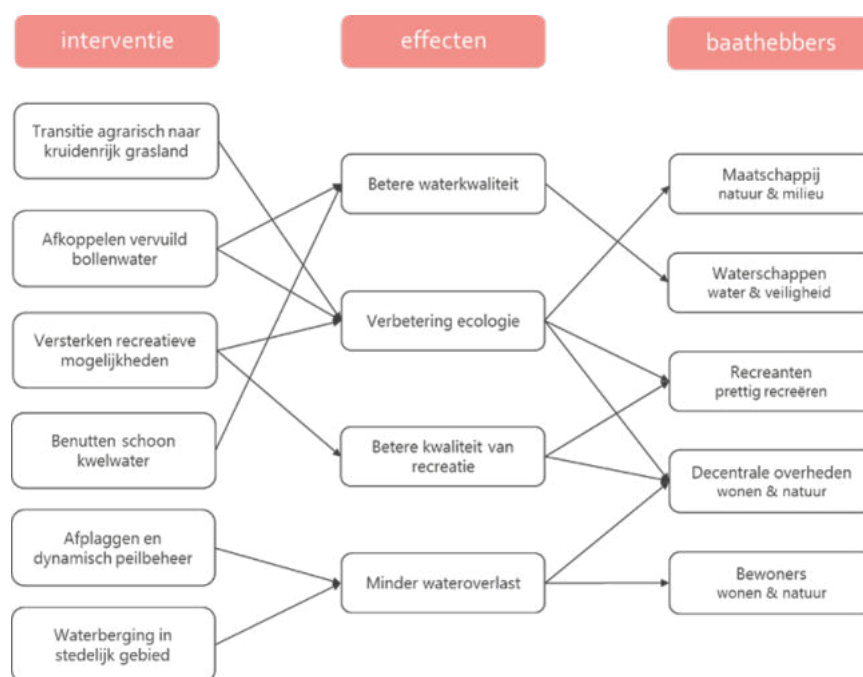


FIG. C.1.85 Baathebbers Noordzeekanaal (schema: Rebel Group).

### Bekostiging en financiering

Omdat nu nog onduidelijk is of de noodberging in het Oer-IJ een substantiële bijdrage kan leveren aan de waterstandsval op het Noordzeekanaal, is het ook lastig om kansen voor bekostiging en financiering te schetsen. In deze casus zijn met name de waterschappen baathebbers. Een complicerende factor is dat het nut van extra noodberging voor het hoofdwatersysteem, zoals die in het huidige ontwerp is geschetst, niet door beide waterschappen even sterk wordt onderschreven.

### **Inzichten casus**

---

- Er liggen nog veel kansen om bij ruimtelijke ontwikkelingen in het gebied goed voor te sorteren op de onzekerheid van klimaatverandering en zeespiegelstijging. Daarbij zou het nadenken over mogelijke lange termijn perspectieven voor het watersysteem kunnen helpen om nu te zorgen dat het systeem ook voor de toekomst zo robuust en adaptief mogelijk blijft. Dit kan bijvoorbeeld door zo veel mogelijk waterbufferruimte beschikbaar te houden in (en eventueel langs) het Noordzeekanaal en de regionale keringen langs het kanaal op de huidige (over) hoogte te houden en niet te laten doorsnijden door bijvoorbeeld verkeerstunnels.
- Het nog open gebied van het Oer-IJ is geliefd zoekgebied voor veel verschillende opgaven en belangen. Het risico is dat voor teveel opgaven naar dit 'nog beschikbare' maar kwetsbare gebied wordt gekeken en de ruimtelijk en cultuurhistorische kwaliteiten van het gebied onder druk komen te staan. Dit zegt niet dat er geen gelaagdheid aan het gebied kan worden toegevoegd, maar wel vanuit de intentie de kwaliteit en cultuurhistorische- en recreatieve waarde te versterken (en niet slechts een opgave of programma zo goed mogelijk in te passen).

### **Aanbevelingen vervolg**

---

Om deze casus verder te brengen zou een vervolg nodig zijn waarbij de mogelijkheden (benodigde ruimte en landschappelijke, recreatieve en cultuurhistorische kansen) voor waterberging verder worden verkend. Op basis van kentallen kan worden verkend hoeveel ruimte nodig is om voldoende extra (nood)bergingscapaciteit te creëren en kan worden verkend wat de draagkracht en kansen vanuit het landschap zijn voor waterberging.









BIJLAGE

# Kaartenbijlage

---



# 1 – Watersysteem MRA

## 1.1 – Watersysteem overzichtskaart

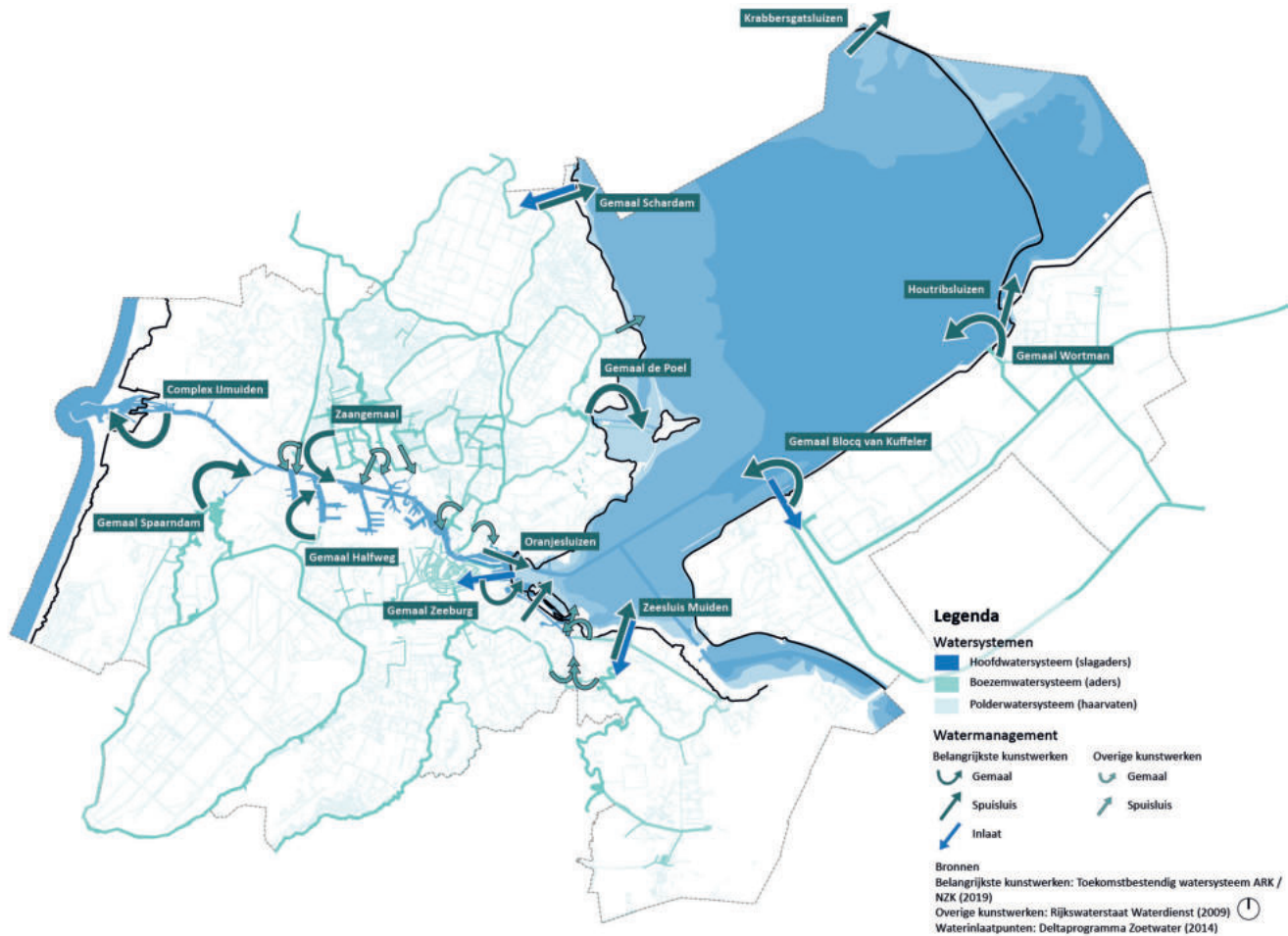


FIG. 1.86 Hoofdwatersysteem (kaart: Defacto)

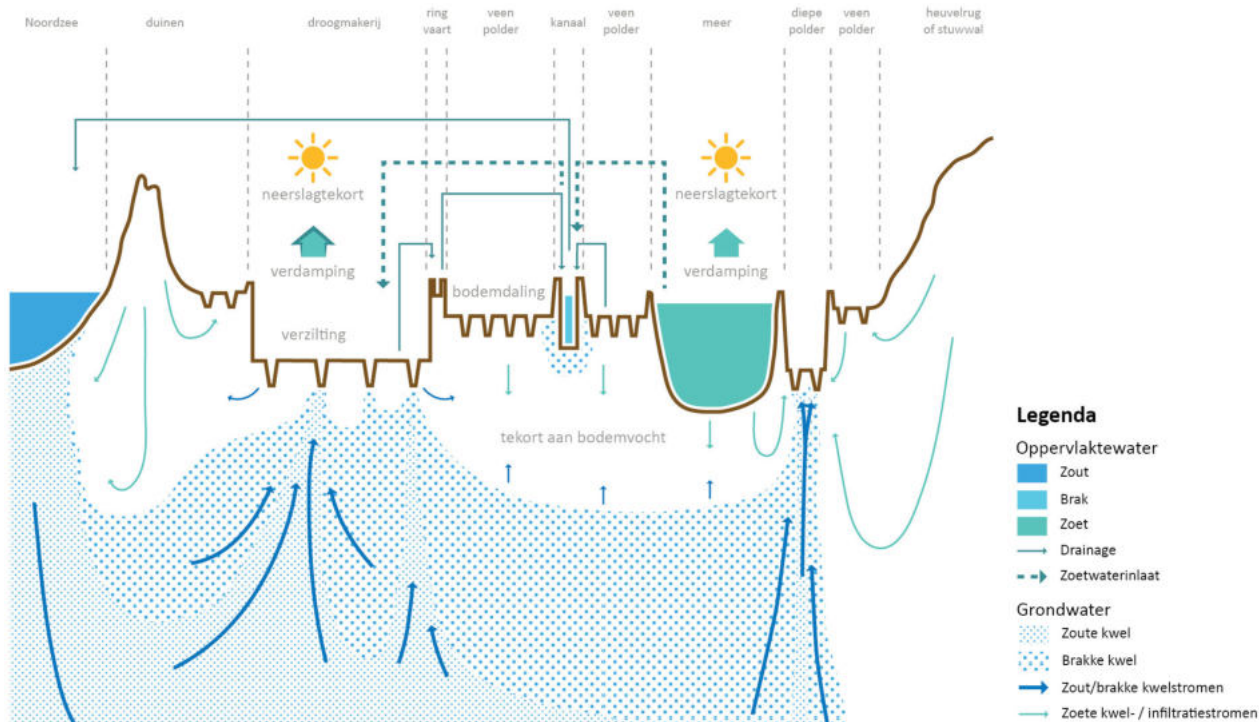


FIG. 1.87 Traditioneel peilbeheer en gerelateerde opgaven in zomerperiode (diagram: Defacto).

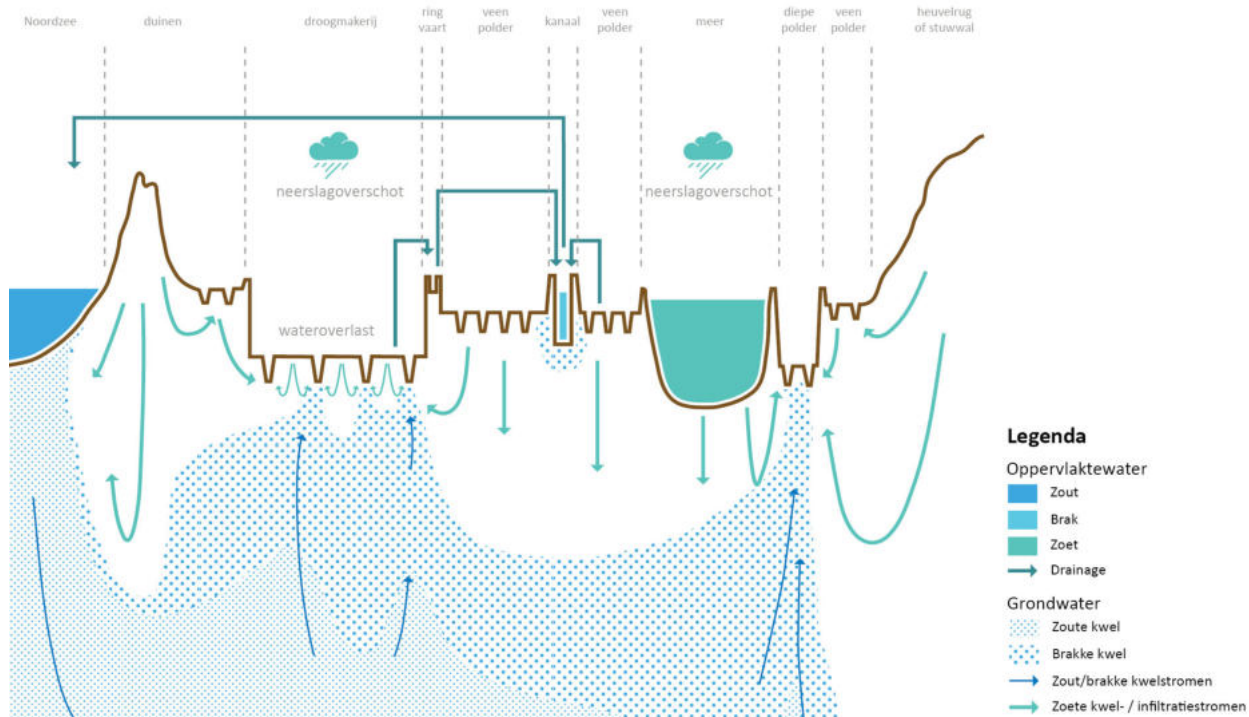


FIG. 1.88 Traditioneel peilbeheer en gerelateerde opgaven in winterperiode (diagram: Defacto).



## 1.2 – Waterveiligheid

### Overstromingsrisico

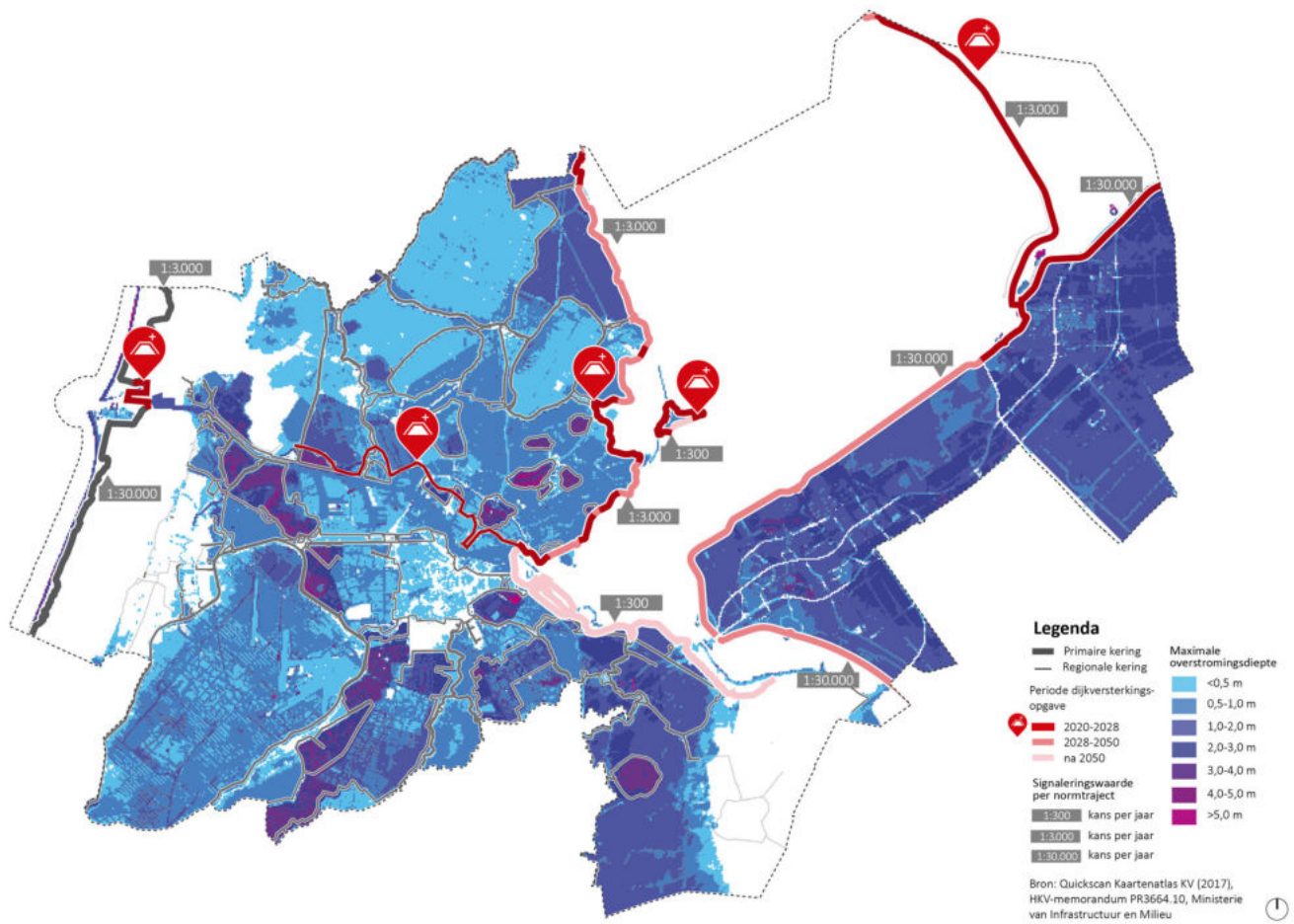


FIG. 1.89 Overstromingsdiepte en waterveiligheidsopgave (kaart: Defacto, bron data: LIWO en HWPB).

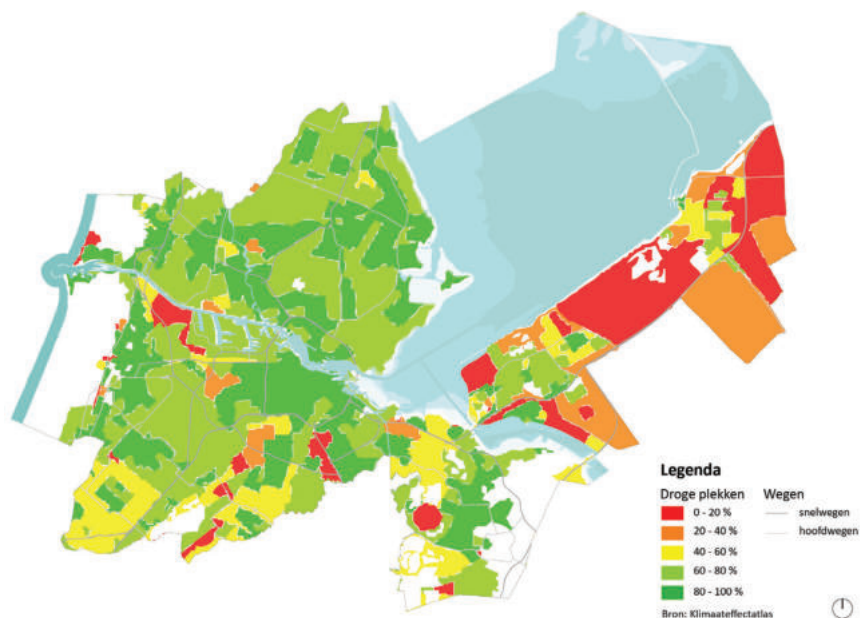


FIG. 1.90 Percentage droge plekken voor verticale evacuatie (kaart: Defacto).

## Vitaal en kwetsbaar

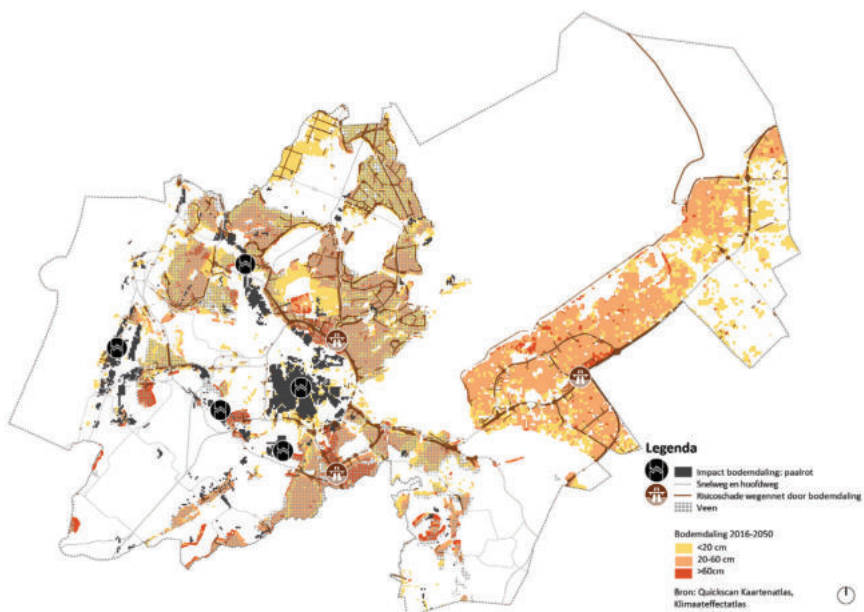


FIG. 1.91 Opgave bodemdaling (kaart: Defacto).

### 1.3 – Waterbeschikbaarheid

#### wateraanvoer

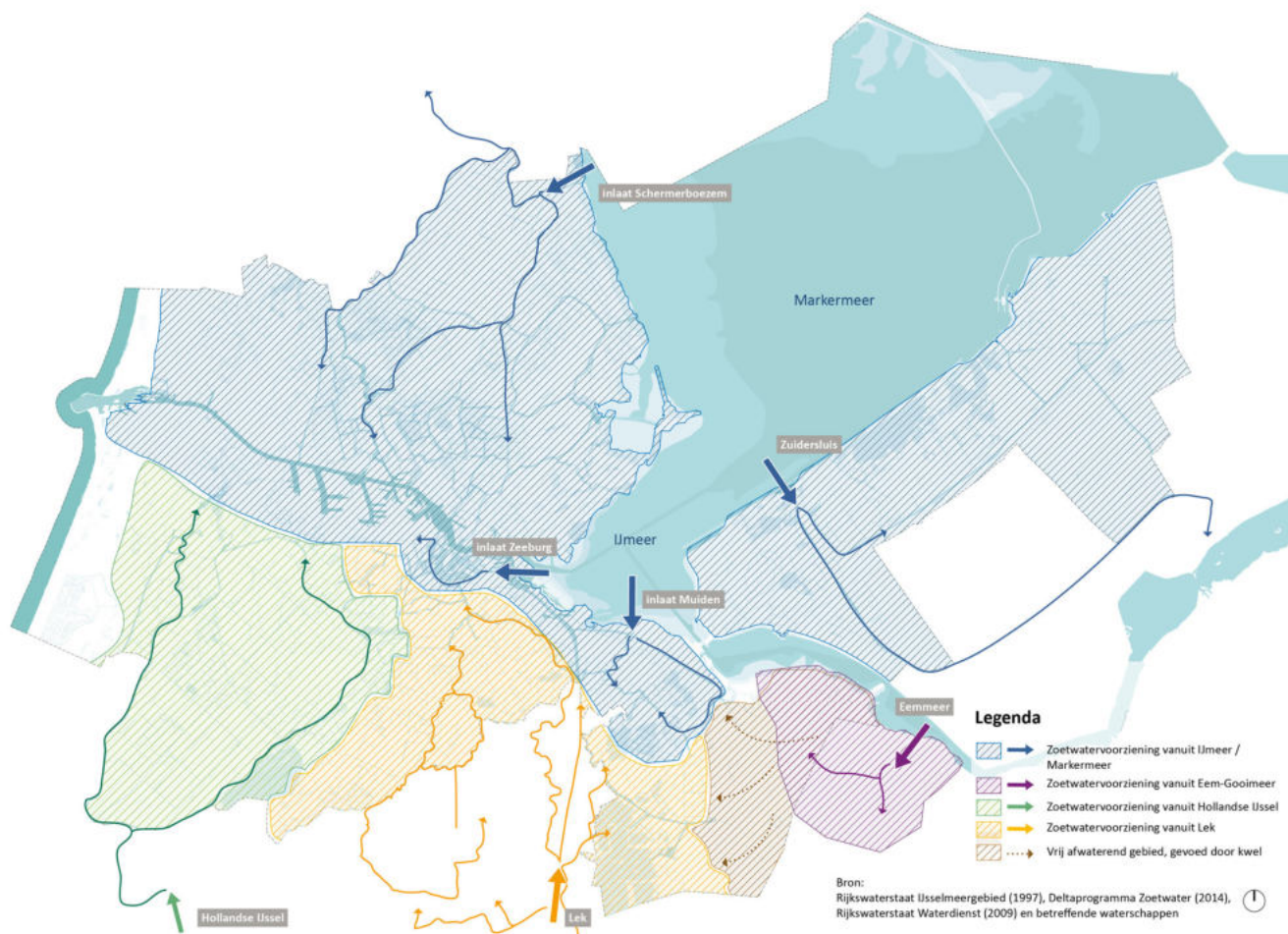


FIG. 1.92 Wateraanvoer (kaart: Defacto).



### 1.3.1 – Oppervlaktewater

#### Watergebruik

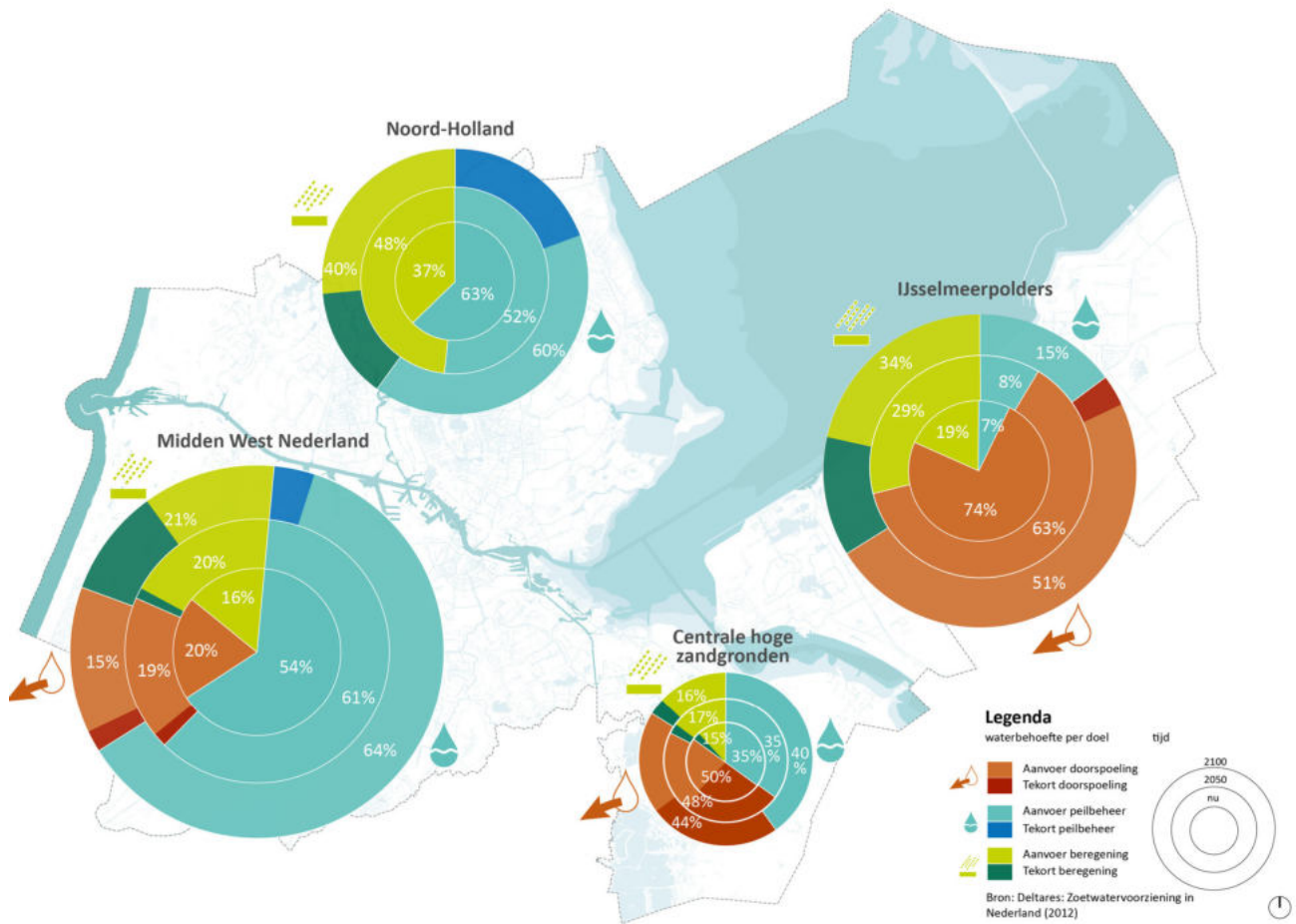


FIG. 1.93 Watergebruik per doel (kaart: Defacto, bron data: Deltares).

## Beperkingen in wateraanvoer

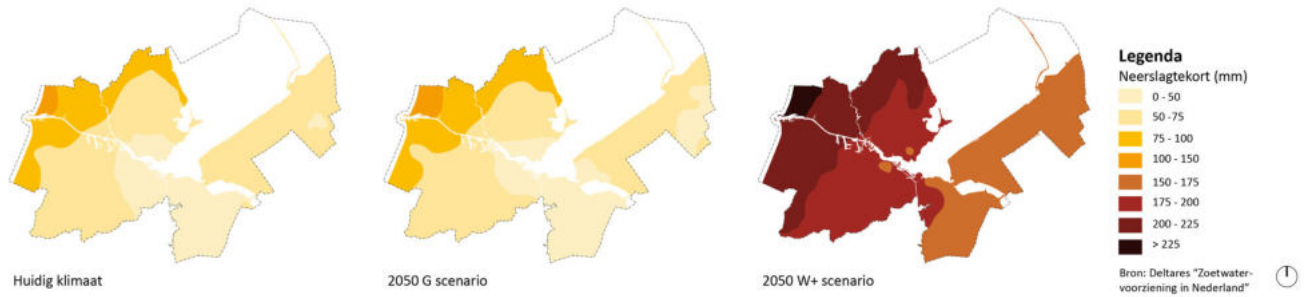


FIG. 1.94 Neerslagtekort in huidig klimaat en 2050 (G scenario en W+ scenario) (kaart: Defacto, bron data: Deltares).

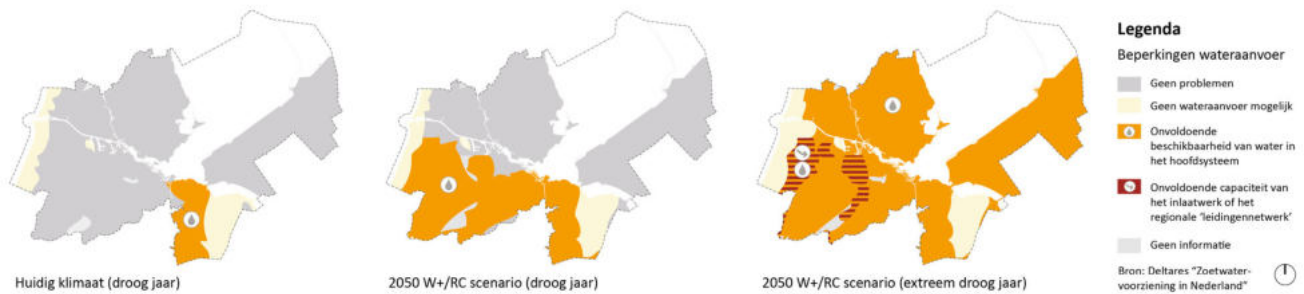


FIG. 1.95 Beperkingen in wateraanvoer in huidig klimaat en 2050 (G scenario en W+ scenario) (kaart: Defacto, bron data: Deltares).

## Zoetwater

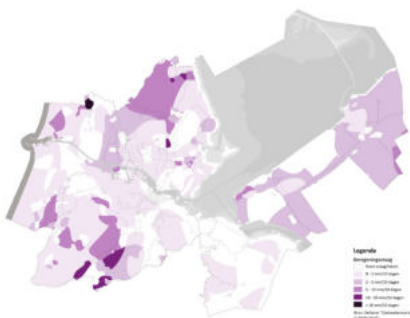


FIG. 1.96 Zoetwatervraag voor berekening (kaart: Defacto, bron data: Deltares).

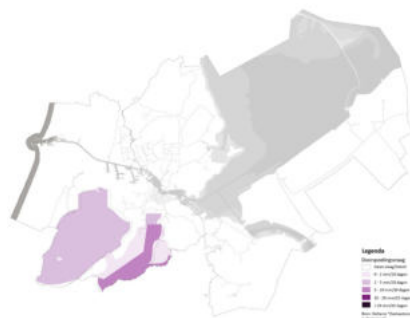


FIG. 1.97 Zoetwatervraag voor doorspoeling (kaart: Defacto, bron data: Deltares).

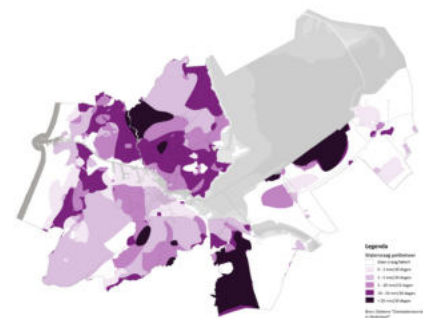


FIG. 1.98 Zoetwatervraag voor peilbeheer (kaart: Defacto, bron data: Deltares).

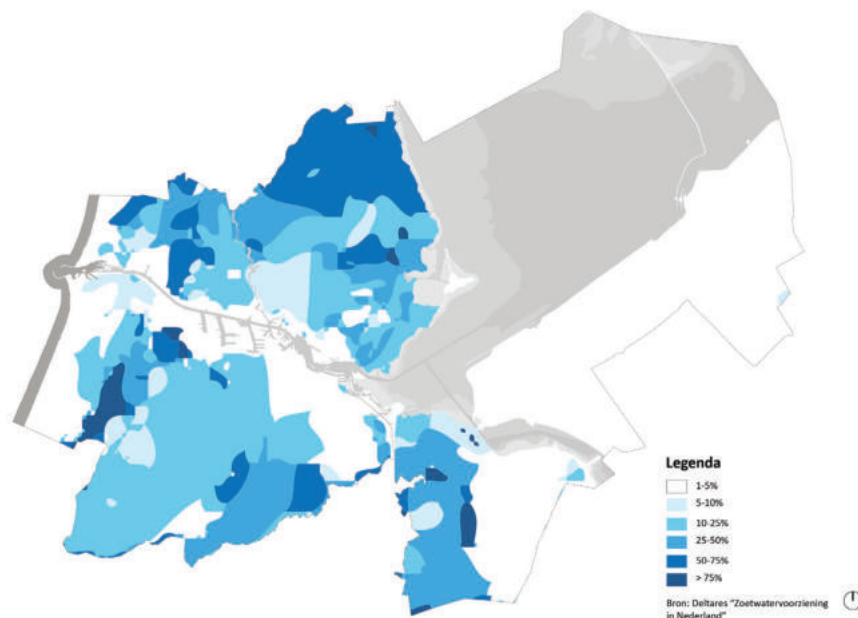


FIG. 1.99 Percentage gebiedsvreemd water - indicatie waar aanvoer zoetwater uit hoofdwatersysteem mogelijk is (kaart: Defacto, bron data: Deltares).

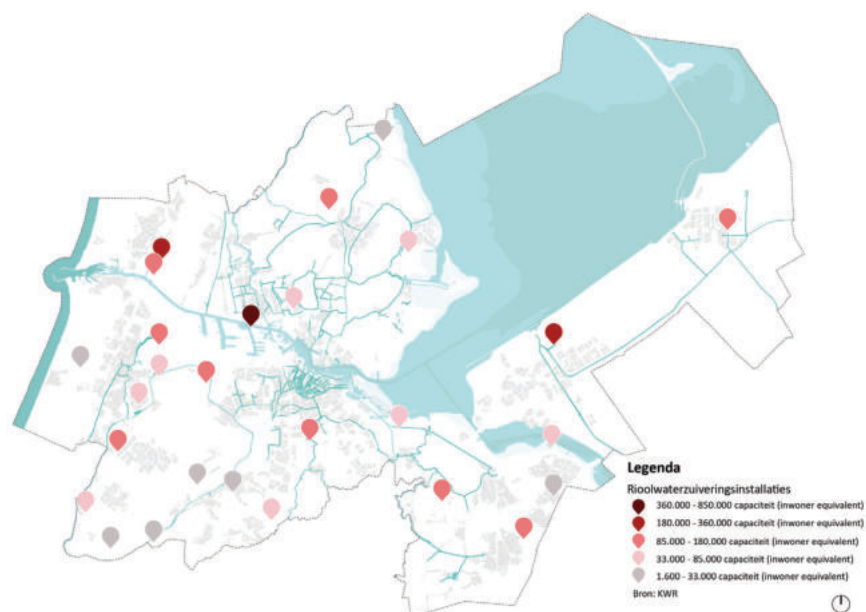


FIG. 1.100 Kansen voor zoetwateraanvoer door rioolwaterzuiveringsinstallaties (kaart: Defacto, bron data: KWR).



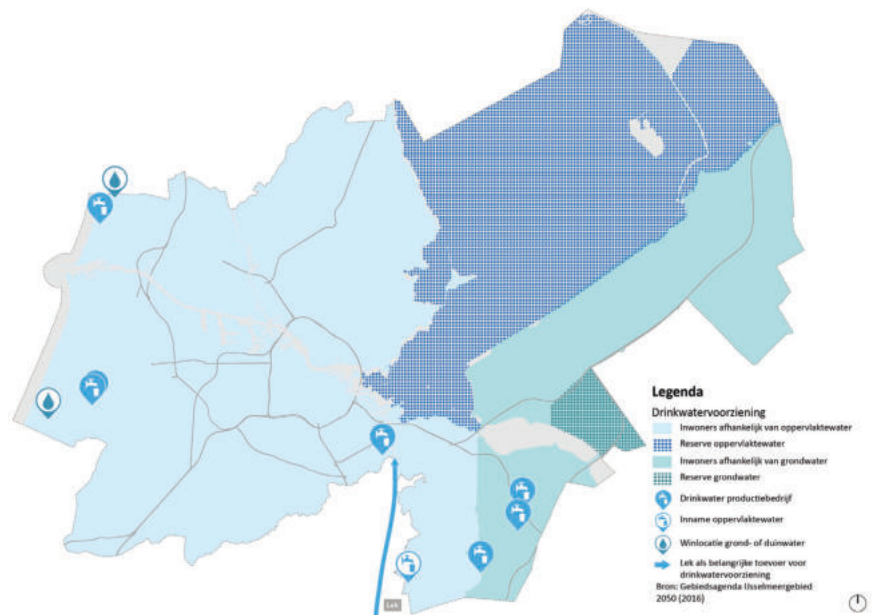


FIG. 1.101 Drinkwatervoorziening (kaart: Defacto, bron data: Gebiedsagenda IJsselmeergebied)

## 1.4 – Waterkwaliteit

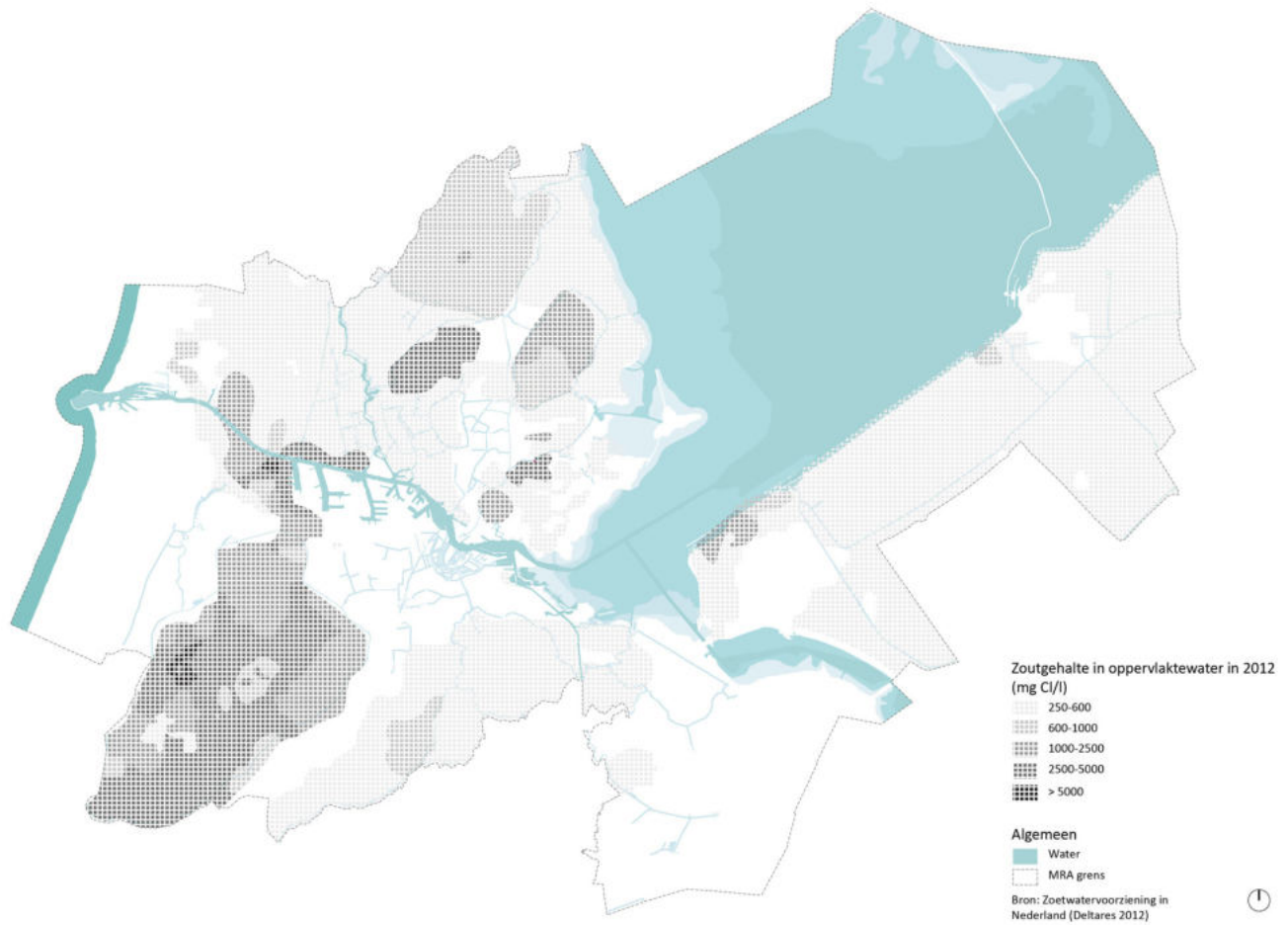


FIG. 1.102 Zoutgehalte in oppervlaktewater in huidige situatie (kaart: Defacto).

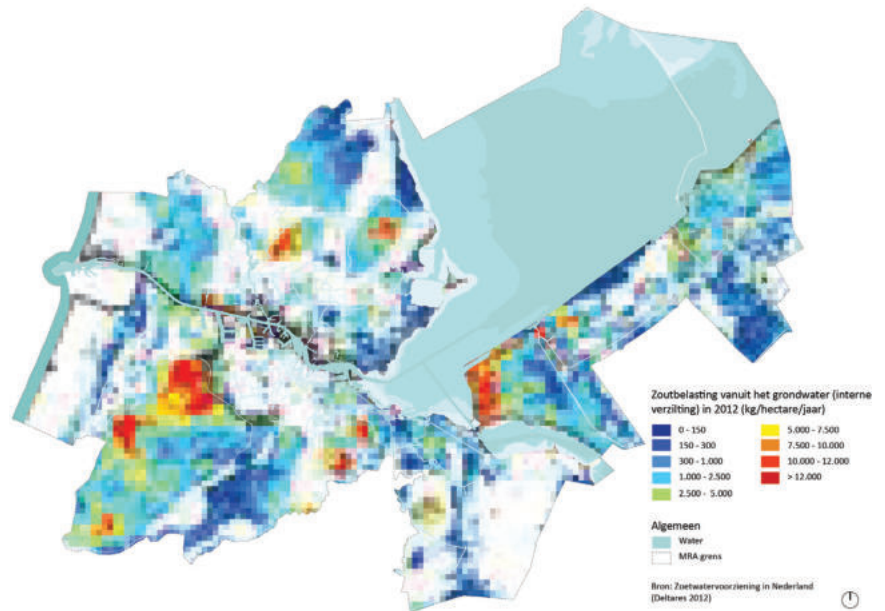


FIG. 1.103 Interne verzilting: gebieden waar kwel brak of zout is en het oppervlakte water beïnvloedt - huidige situatie (kaart: Defacto, bron data: Deltares).

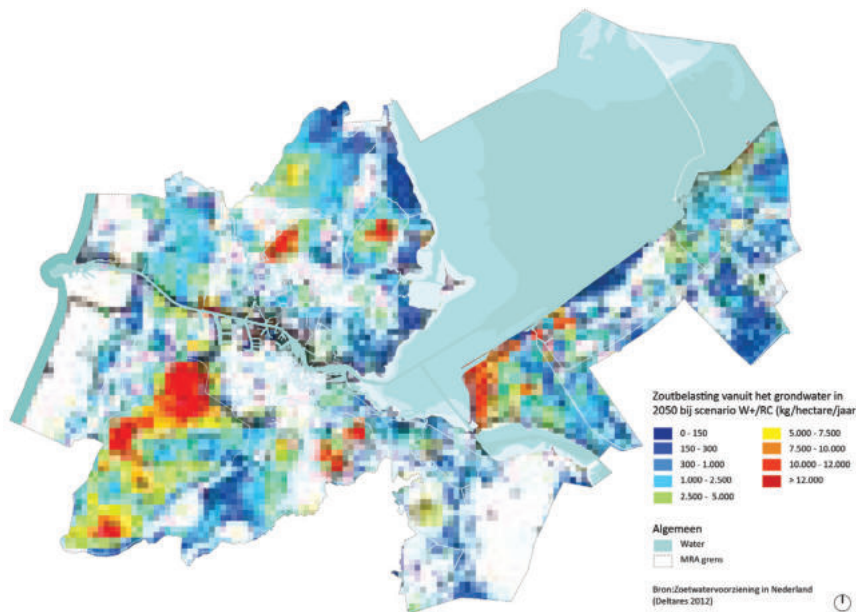


FIG. 1.104 Interne verzilting: gebieden waar kwel brak of zout is en het oppervlakte water beïnvloedt - in 2050 (W+/RC scenario) (kaart: Defacto, bron data: Deltares).



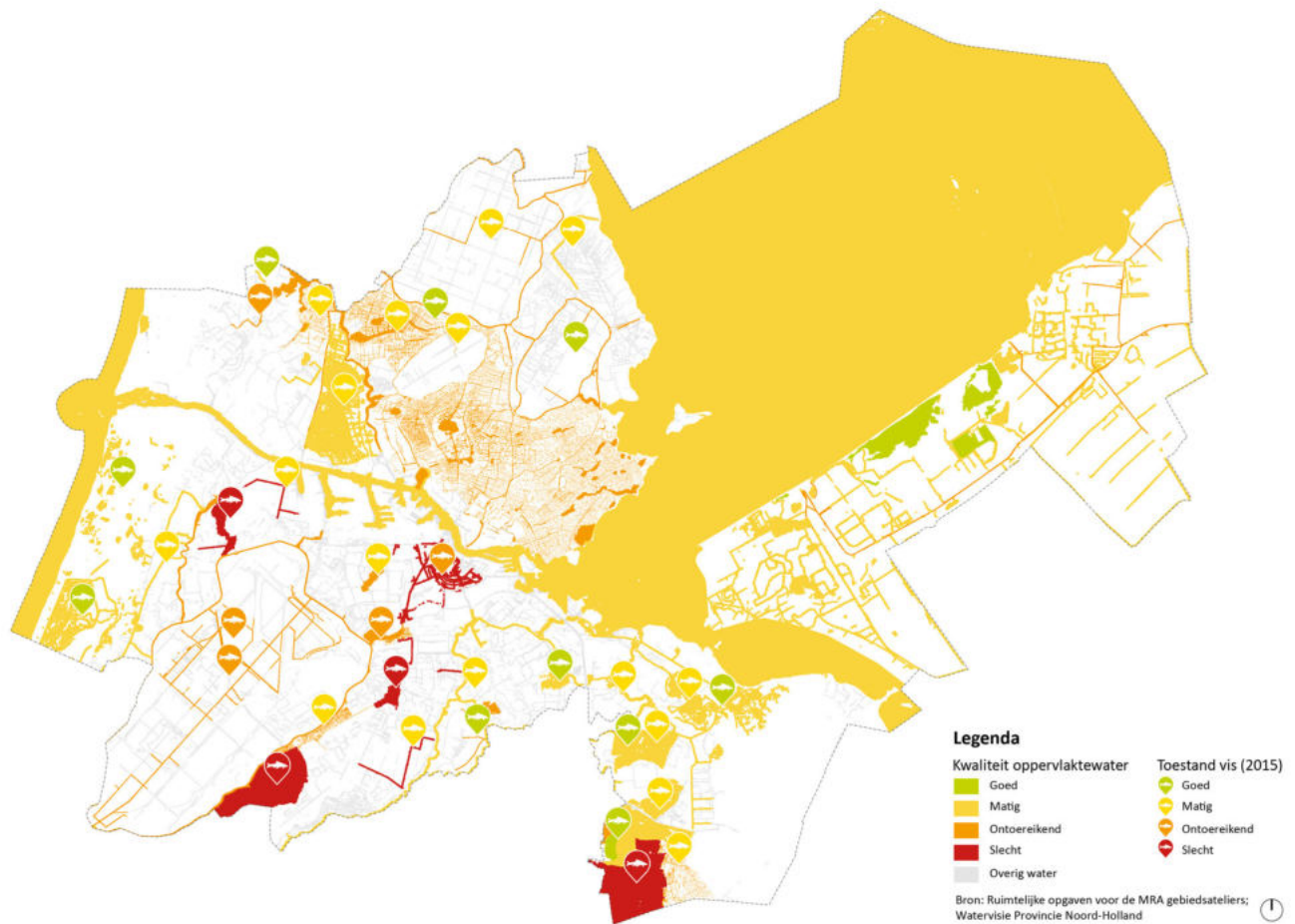


FIG. 1.105 Kwaliteit oppervlaktewater (kaart: Defacto, bron data: watervisie Noord-Holland).

### 1.4.1 – Grondwater

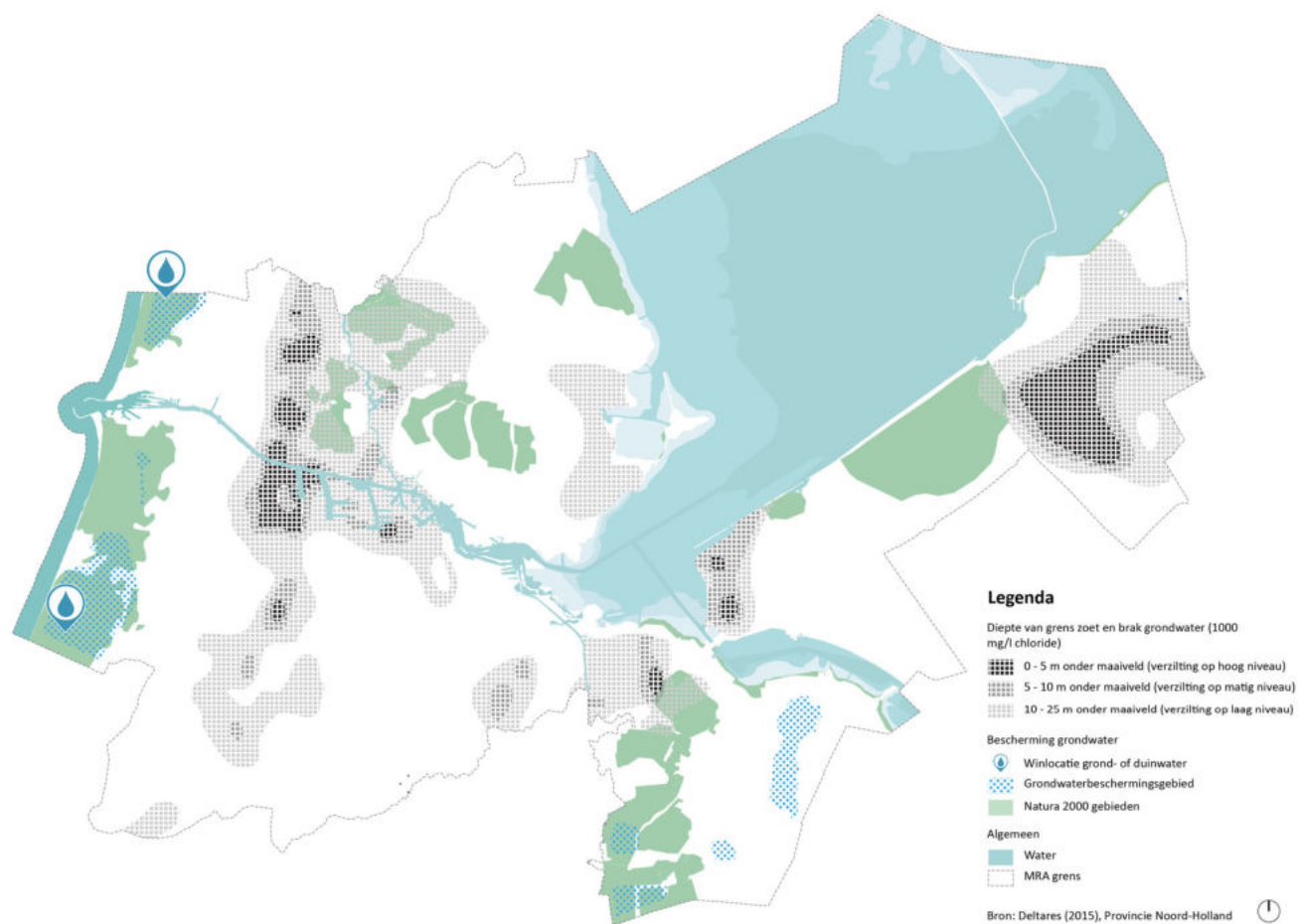


FIG. 1.106 Kwaliteit grondwater: diepte van grens zoet en brak grondwater en beschermingsgebieden (kaart: Defacto, bron data: Deltares).

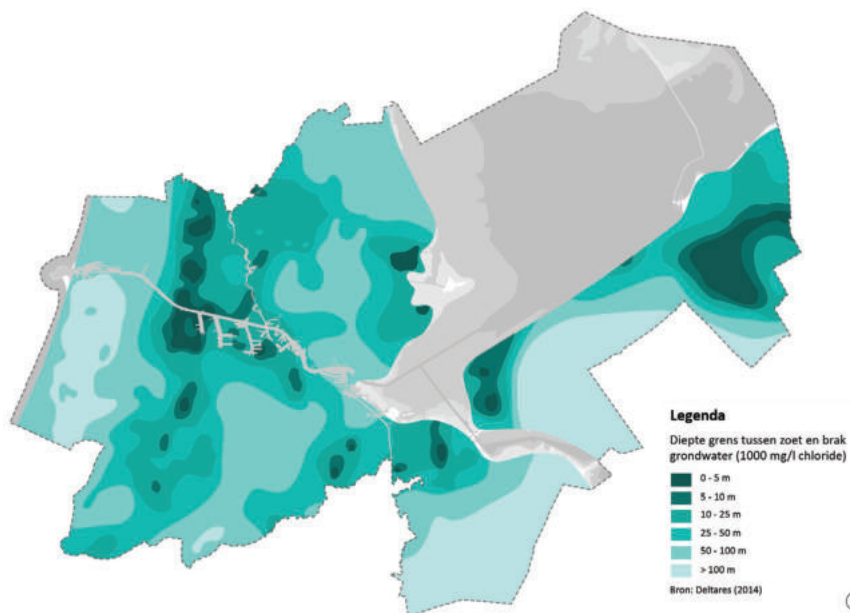


FIG. 1.107 Beschikbaarheid zoet grondwater: grens tussen zoet en brak grondwater, 1000 mg/l Chloride (kaart: Defacto).

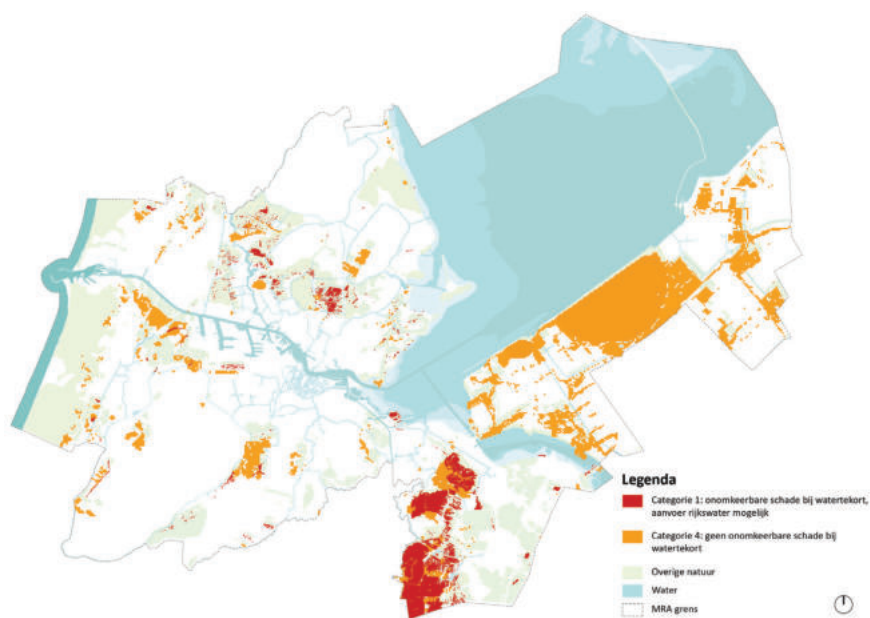


FIG. 1.108 Natuur in verdriningsreeks (kaart: Defacto).



## 1.5 – Waterafvoer en overlast

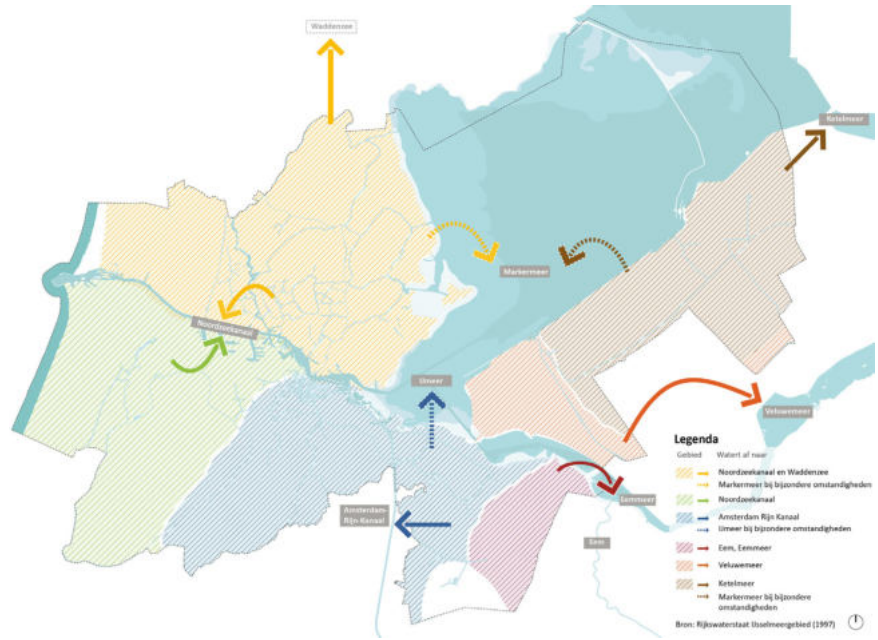


FIG. 1.109 Afwateringsgebieden onder normale en bijzondere omstandigheden (kaart: Defacto).

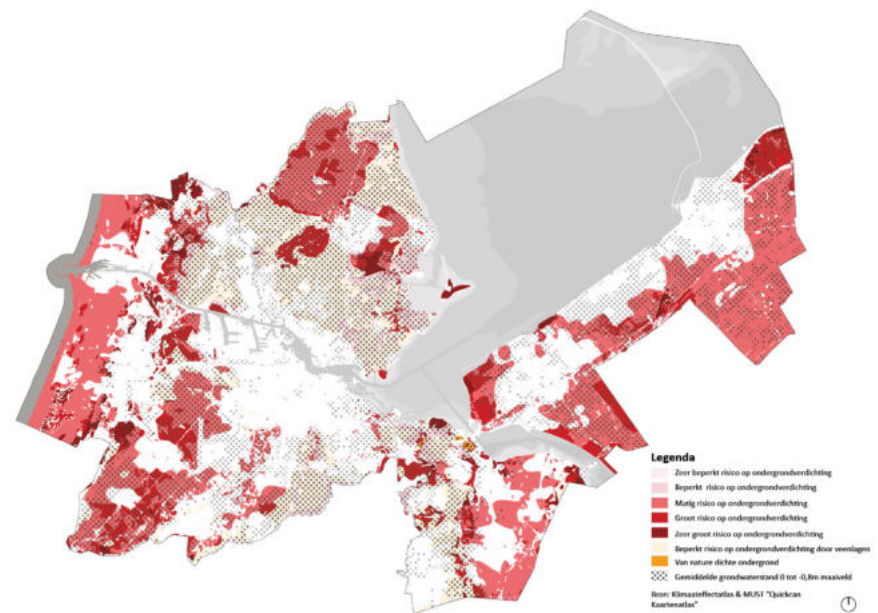


FIG. 1.110 Risicogebieden inundatie door langdurige regenval (kaart: Defacto).

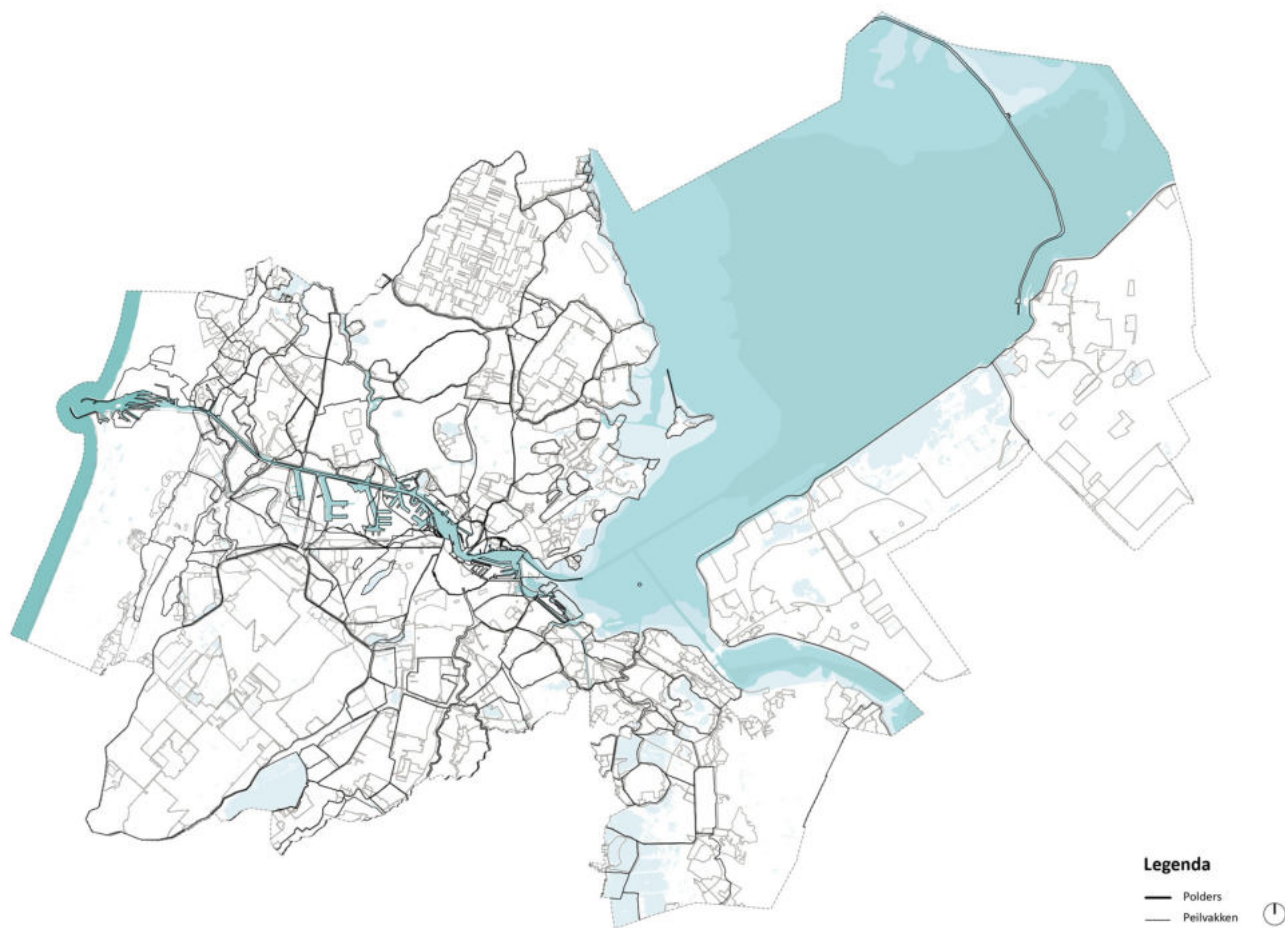


FIG. 1.111 Afwateringseenheden via polders en peilvakken (kaart: Defacto)

## 2 – Ruimtelijke economische opgaven MRA

### 2.1 – Natuurontwikkeling

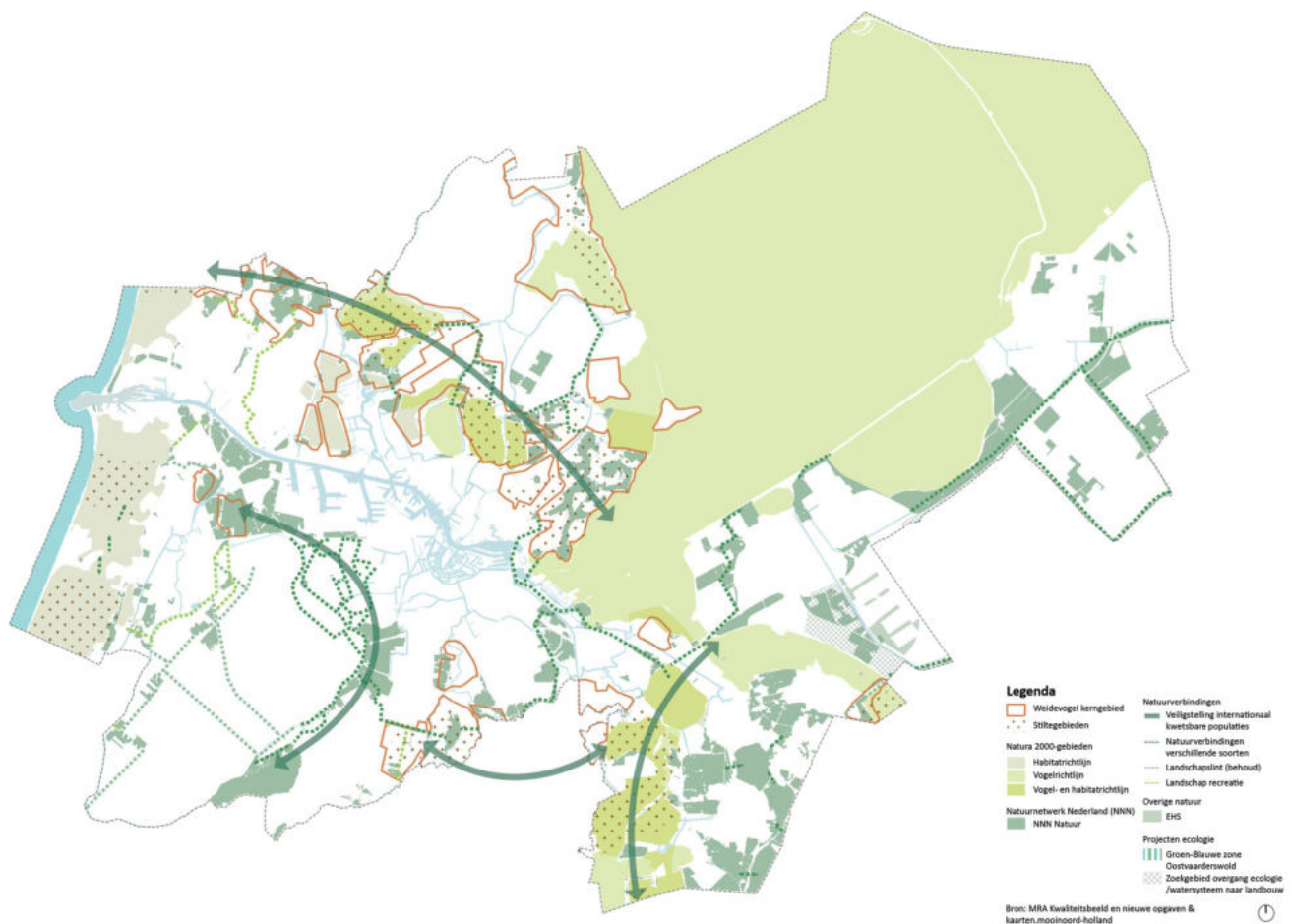


FIG. 2.112 Bestaande natuurgebieden (kaart: Defacto).



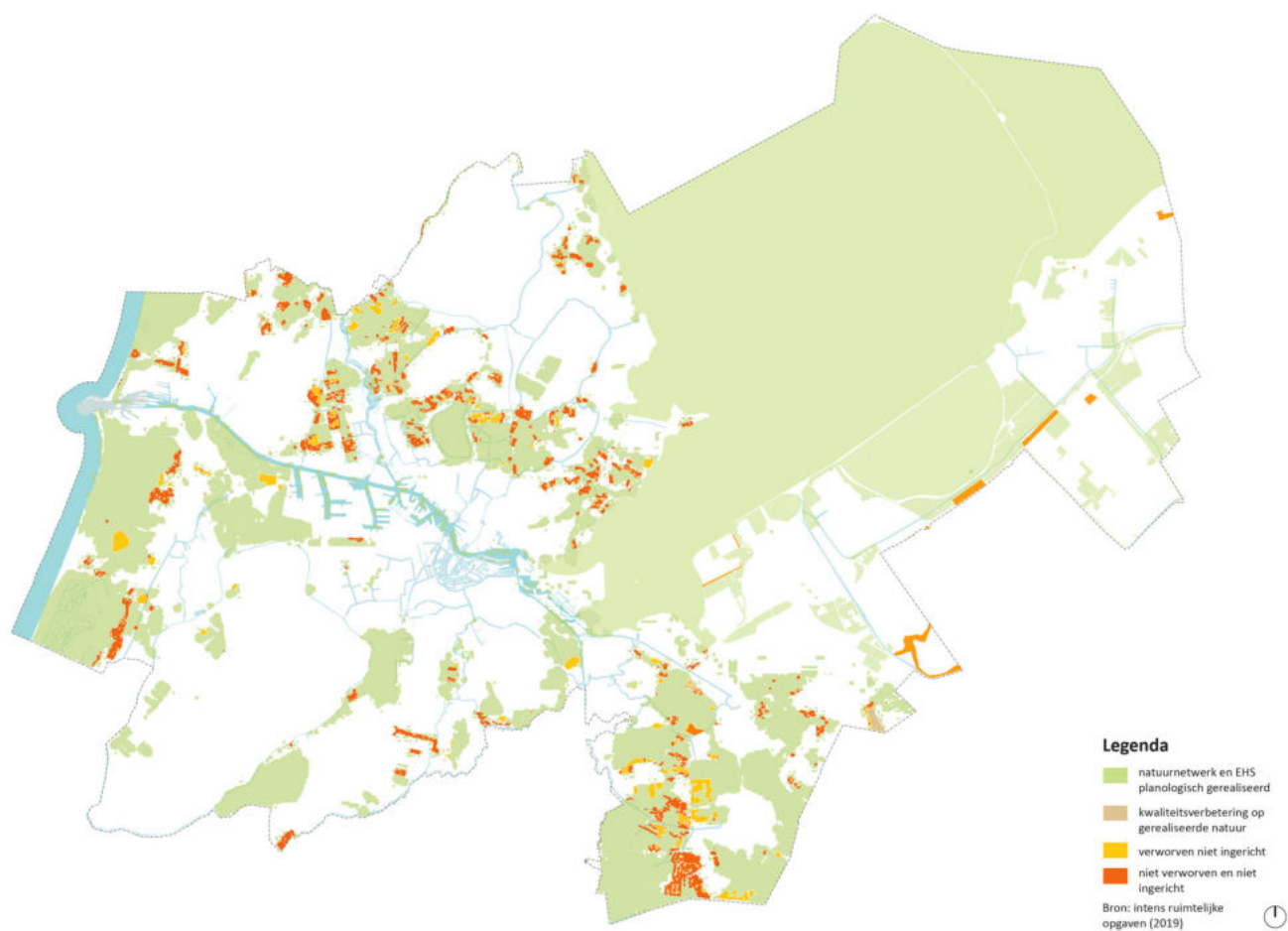


FIG. 2.113 Ecologie projecten (kaart: Defacto).

## 2.2 – Stikstof

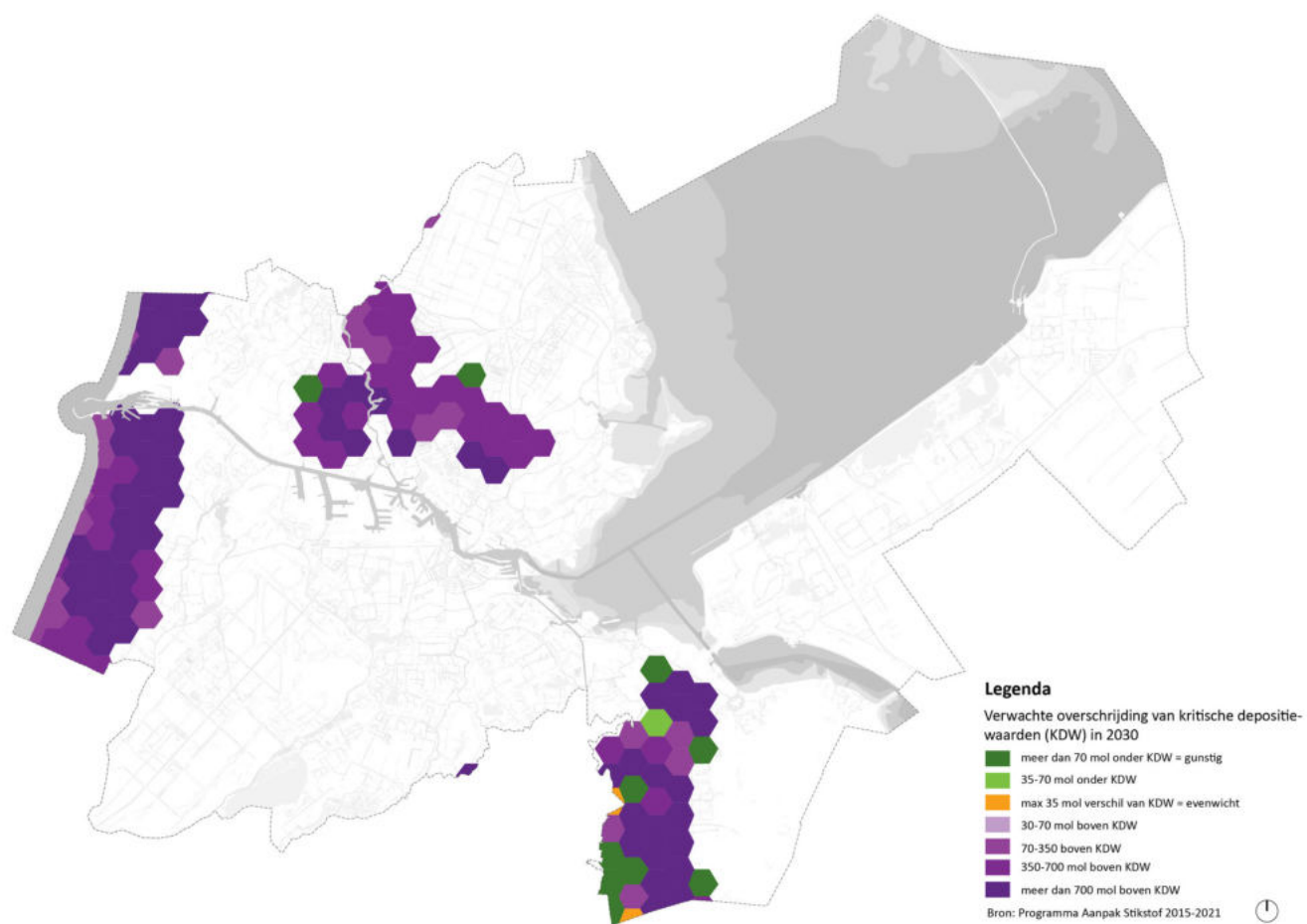


FIG. 2.114 Stikstofgevoelige natuur (kaart: Defacto, bron data: Programma aanpak stikstof).

## 2.3 – Woningbouw

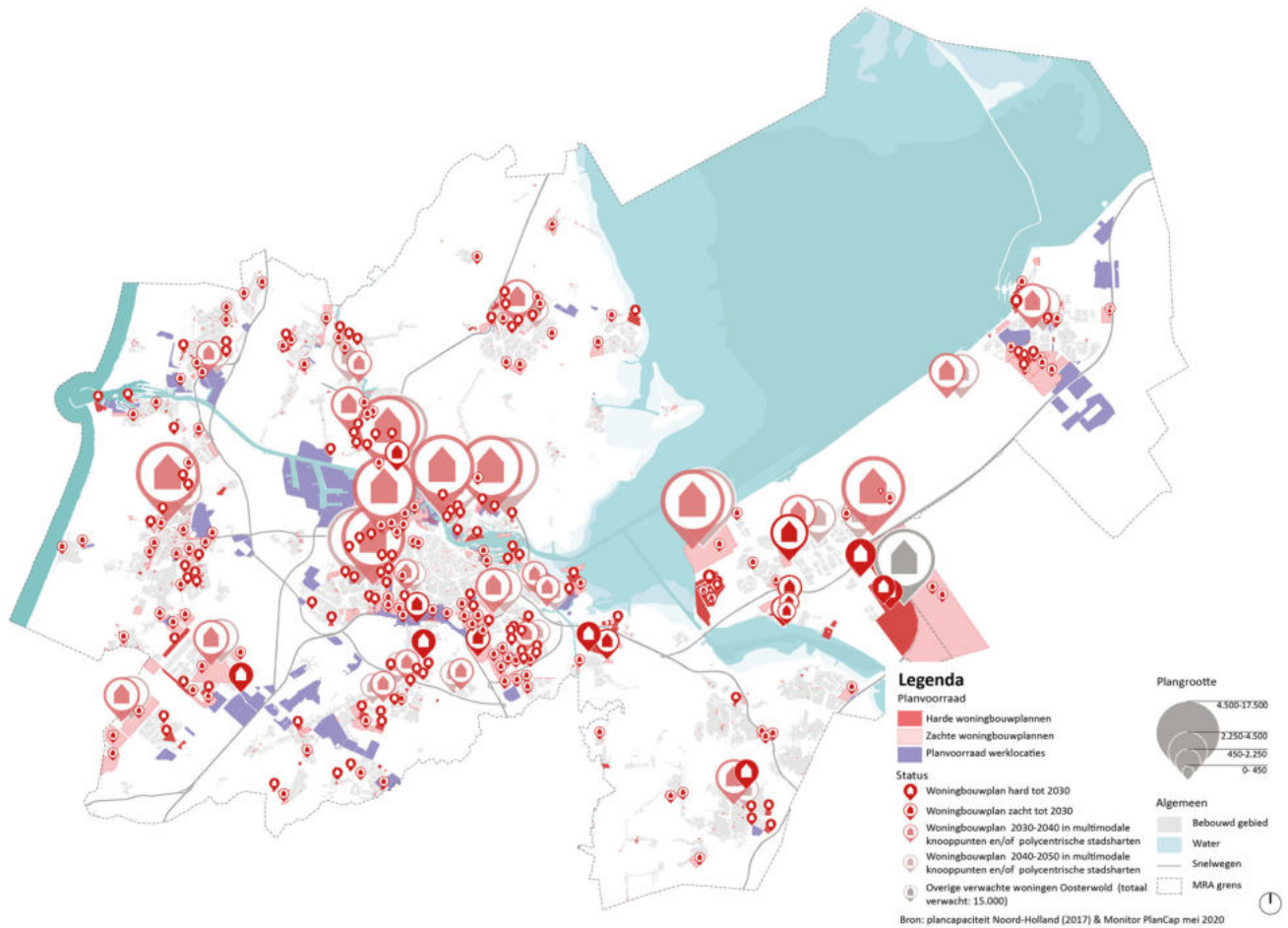


FIG. 2.115 Planvoorraad woningen en werklocaties (kaart: Defacto).





FIG. 2.116 MRA rond het jaar 200 (bron: Limes Atlas, 2005)



FIG. 2.117 MRA rond het jaar 1200 (bron: Limes Atlas, 2005)



FIG. 2.118 MRA rond het jaar 1650 (bron: Limes Atlas, 2005)



FIG. 2.119 MRA rond het jaar 1900 (bron: Limes Atlas, 2005)



FIG. 2.120 MRA rond het jaar 2000 (bron: Limes Atlas, 2005)

## 2.4 – Landbouw

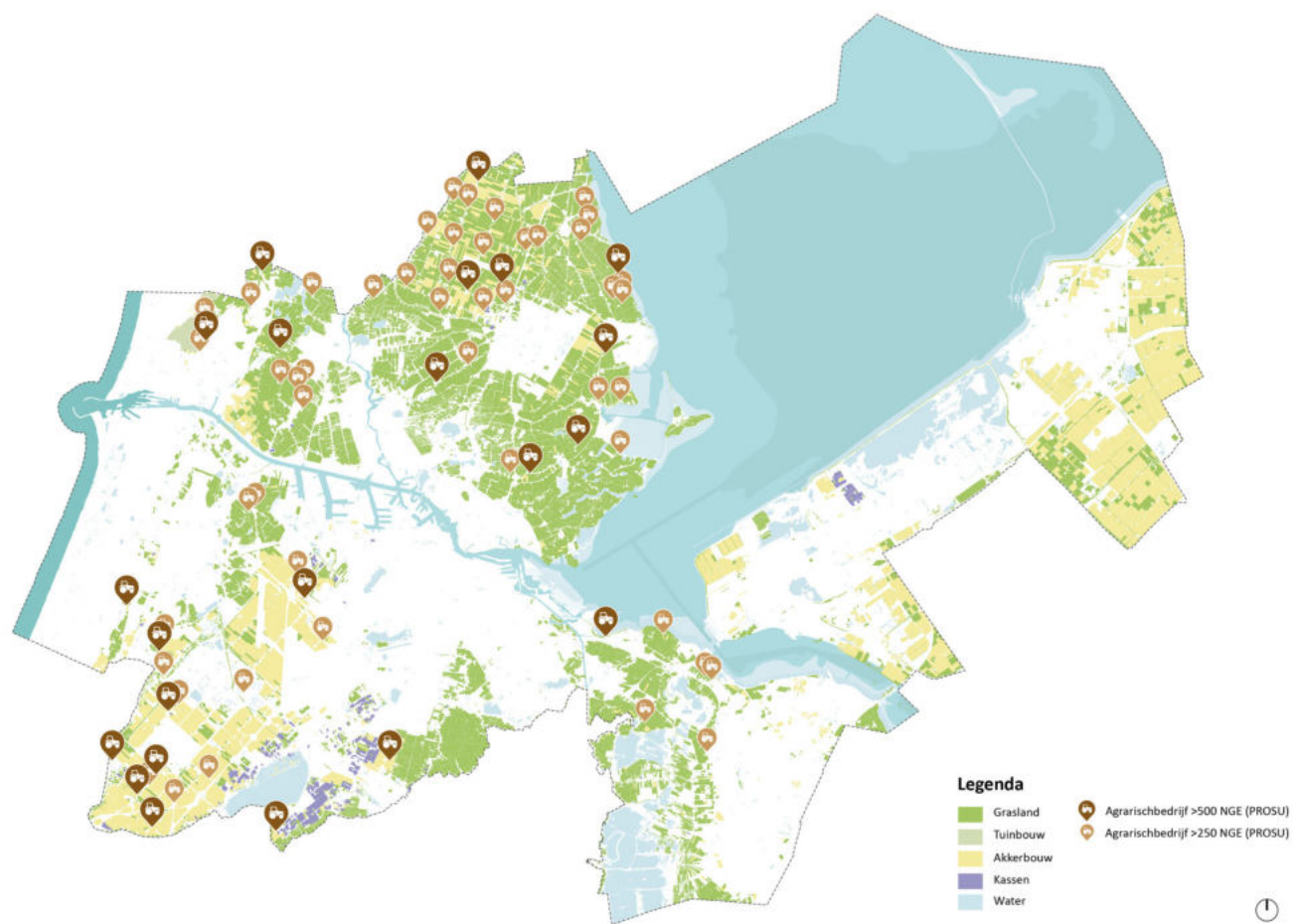


FIG. 2.121 Landbouw (kaart: Defacto).

## 2.5 – Recreatie

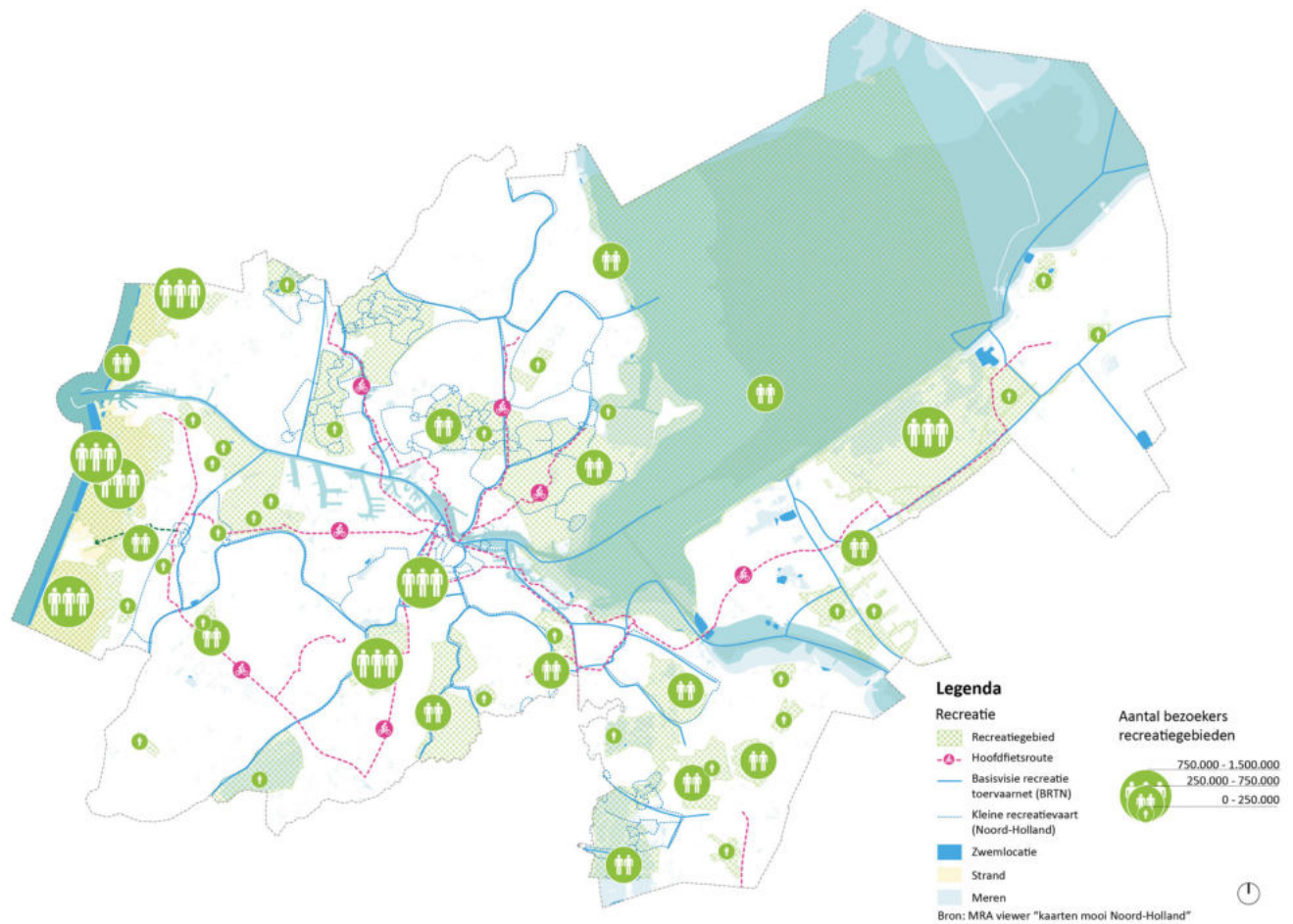


FIG. 2.122 Recreatie (kaart: Defacto).



## 2.6 – Landschap

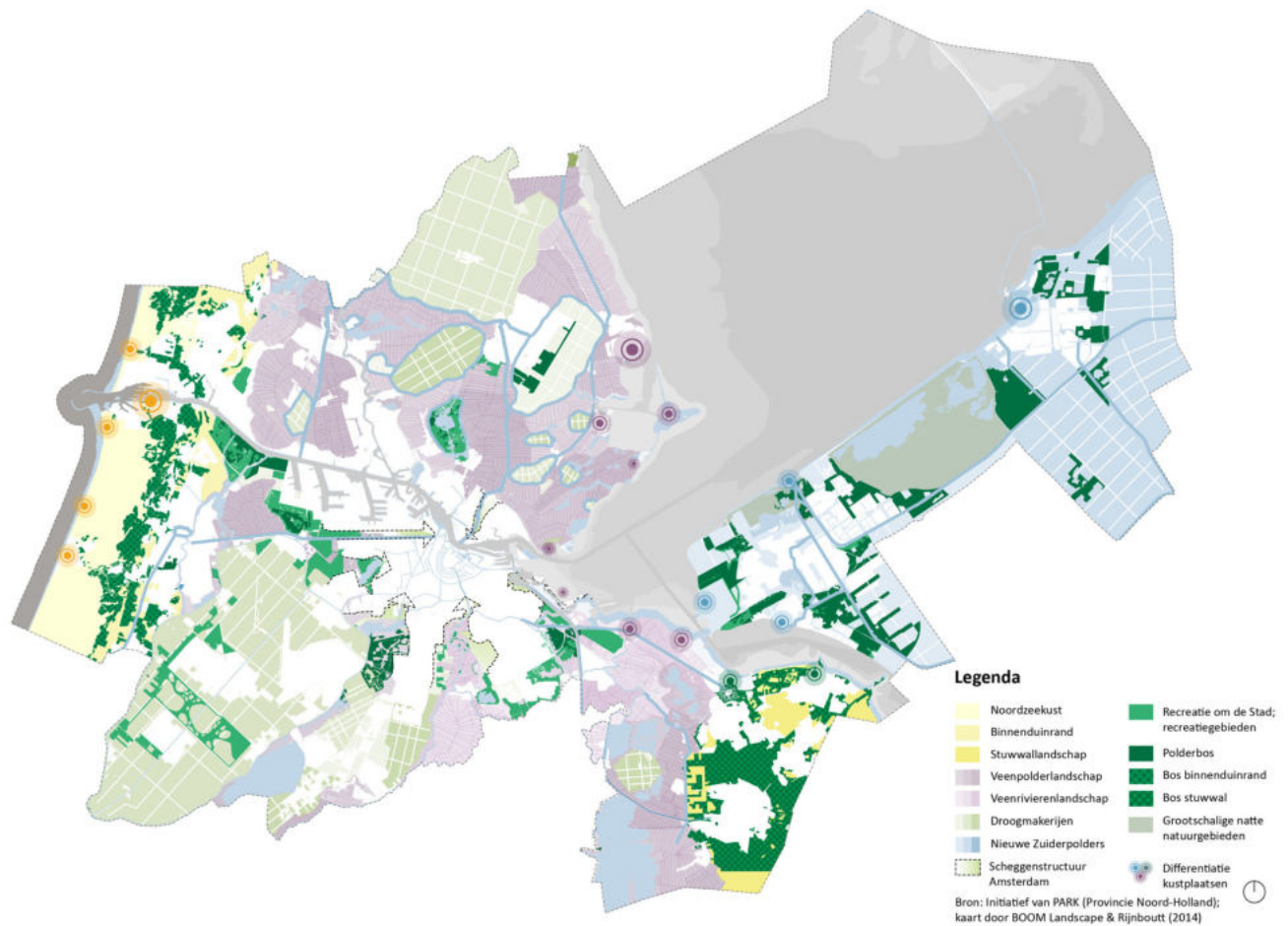


FIG. 2.123 Landschapskwaliteiten (kaart: BOOM).

## 2.7 – Landschap en cultuurhistorie

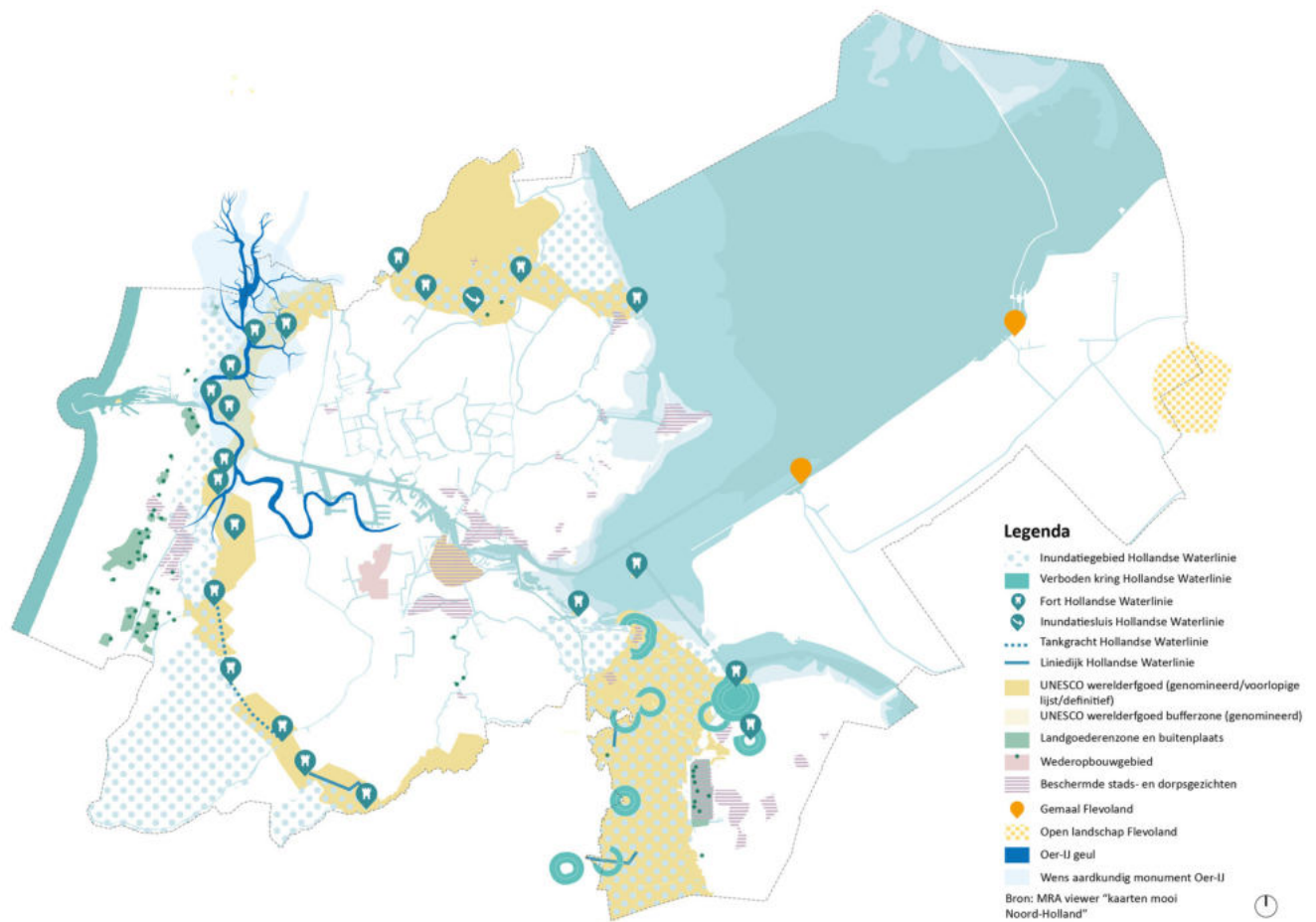


FIG. 2.124 Landschap en cultuurhistorie (kaart: Defacto)