

An aerial photograph showing a residential area with a canal, a road, and a highway. The canal is on the left, with houses and greenery along its banks. A road runs horizontally across the middle, and a multi-lane highway with traffic is on the right. The background shows more greenery and water.

# Geschiktheidskaart water en bodem sturend voor woningbouw AGV

Waterschap Amstel, Gooi en Vecht

Februari 2023

Defacto Stedenbouw



# Geschiktheidskaart bodem en water sturend voor woningbouw AGV

Waterschap Amstel, Gooi en Vecht

## Februari 2023

Defacto Stedenbouw

---

Geschiktheidskaart bodem en water sturend voor woningbouw AGV is tot stand gekomen in opdracht van Waternet namens Amstel, Gooi en Vecht

### Projectteam

Yigall Schilp en Rob Koeze (Waternet / AGV), Anne Loes Nillesen, Mona zum Felde en Gertie van den Bosch (Defacto Stedenbouw)

### Tekst

Anne Loes Nillesen, met een review en tekstsuggesties van Waternet

### 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

Voor meer informatie kunt u een mail sturen naar de projectleider vanuit Waternet/ AGV: Yigall Schilp (yigall.schilp@waternet.nl) of Defacto (office@d.efac.to).

Foto cover: Verbreding A2. Luchtfoto A2 2005 Vinkeveen 2005. © Rijkswaterstaat.

# Inhoudsopgave

Geschiktheidskaart water en bodem voor woningbouw AGV 4

## **DEEL A Klimaatopgaven in relatie tot woningbouw**

---

1 – Achtergrondkaarten bodem en water sturend	12
1.1 – Slappe bodems: Zetting van bebouwing	14
1.2 – Slappe bodems: Bodemdaling en afnemende drooglegging	15
1.3 – Waterkwaliteit: Interne en externe verzilting	16
1.4 – Waterkwaliteit: Het goede water op de goede plek	17
1.5 – Waterkwaliteit: Zuurstofhuishouding en watertemperatuur	18
1.6 – Waterkwaliteit: Waterkwaliteit oppervlaktewater	19
1.7 – Waterkwaliteit: Waterkwaliteit grondwater	20
1.8 – Overstromingsrisico: Binnendijks overstromingsrisico	21
1.9 – Overstromingsrisico: Toename inundatie oeverland en buitendijks gebied	22
1.10 – Overstromingsrisico: Waterkeringen versterken	23
1.11 – Droogte en waterbeschikbaarheid: Waterbeschikbaarheid door infiltratie	24
1.12 – Droogte en waterbeschikbaarheid: Opbarstrisico	25
1.13 – Wateroverlast: Wateroverlast	26
1.14 – Wateroverlast: Grondwater en kwel	27
1.15 – Wateroverlast: Vernatting voor reductie bodemdaling, CO2 en N2O	28
1.16 – Wateroverlast: Waterbeschikbaarheid buffer natuur	29
1.17 – Wateroverlast: Behoeft berging (piek)water	30
1.18 – Hitte: Urban heat island effect	31

## **DEEL B Perspectief woningbouw**

---

Wat betekent dit voor woningbouwplannen?	35
Aangepast ontwikkelen	36

## **Bijlage:**

---

BIJLAGE 1 Bronnen	48
-------------------	----



# Geschiktheidskaart water en bodem voor woonlocaties

De geschiktheidskaart vanuit water en bodem is een van de bouwstenen die inzicht geeft in de (on)geschiktheid van een gebied voor woonlocaties. De kaart is een gesprekstool vanuit de gedachte dat het waters- en bodemsysteem meer sturend moet worden in de ruimtelijke ordening. De kaart is een levend document en zal de komende periode door nieuwe inzichten en datasets die beschikbaar komen steeds verder worden verrijkt.

## Doel van de geschiktheidskaart

---

Het doel van de geschiktheidskaart is om een tool te bieden om het gesprek aan te gaan in het ruimtelijk domein. En zodoende, met de op dit moment reeds beschikbare / bruikbare informatie, ruimtelijke ontwikkelaars op voorhand inzicht te geven in condities, aandachtspunten en randvoorwaarden vanuit het water- en bodemsysteem.

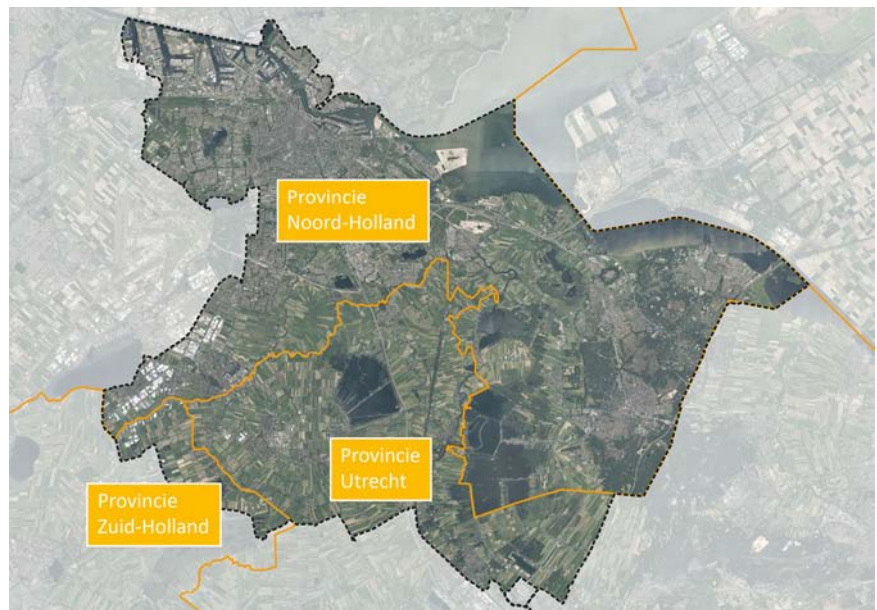


FIG. 1.1.1 Beheersgebied van het waterschap Amstel, Gooi en Vecht, met provinciale grenzen

Dat is belangrijk, omdat de levensduur van nieuwbouw zo maar 100 jaar kan betreffen. Dan zijn ook de kenmerken van het water- en bodemsysteem en klimaatverandering op de lange termijn relevant. Afhankelijk van de verschillende datasets en scenario's bieden de kaarten inzicht in de bestaande situatie, 2050 of 2100.

Door vroegtijdig in het proces inzicht te hebben in eventuele uitdagingen vanuit bodem, water en klimaat, kunnen randvoorwaarden en aandachtspunten worden meegegeven bij ontwikkelingen, of kan het effect hebben op de (locatie)keuzes bij ontwikkelingen.


### **Levend document**

---

De gebruikte datasets en inzichten over het water- en bodemsysteem en de hieruit resulterende (on)geschiktheid voor ontwikkelingen zijn nog volop in ontwikkeling. Er lopen momenteel veel studies en verkenningen waarbinnen kennis en data zal worden geüpdatet of doorontwikkeld. De geschiktheidskaart is daarmee een levend document waarmee het gesprek over het meer sturend maken van water en bodem bij ontwikkelingen nu al gestart kan worden en in de tijd steeds concreter zal worden.

## Legenda geschiktheidskaart woningbouw AGV

---

- **A** Geen extra opgave vanuit bodem, water en klimaatverandering (Ja)
- **B** Bodem, water of klimaatverandering vraagt om aanvullende eisen (Ja, mits)
- **C** Bodem, water of klimaatverandering vraagt substantiële inspanning (Ja, mits)
- **D** Een ontwikkeling of landgebruik legt een claim op de toekomst (Nee, tenzij)
- **E** Ontwikkeling op waterhuishoudkundige infrastructuur is niet wenselijk (Nee)
-  Is er een bijzonder aandachtspunt, dan staan er stippen op de kaart

## Doorvertaling opgaven naar geschiktheid

---

Tijdens een serie werksessies is samen met experts besproken hoe condities vanuit het water- en bodemsysteem kunnen worden doorvertaald naar de geschiktheidskaart. Bij het maken van onderscheid tussen de categorieën **A B C D E** (valt dit aspect nou onder categorie B of C?) waren de mate van complexiteit (hoe eenvoudig is het maatregelen te nemen) en het risico op afwenteling steeds belangrijke indicatoren. Tijdens de gesprekken was de onderstaande duiding van de legenda-eenheden zeer behulpzaam bij het maken van keuzen:

- **A** Het volgen van bestaande regels en het convenant klimaatadaptief bouwen volstaat voor dit gebied, er zijn geen extra opgaven die vragen om aanvullende maatregelen.
- **B** Bodem, water of klimaatverandering vraagt om aanvullende randvoorwaarden voor ontwikkelingen. Deze zijn naar verwachting goed uitvoerbaar. Er zijn al veel voorbeelden en breed toegepaste producten en technieken beschikbaar die door ontwerpers en ontwikkelaars kunnen worden ingezet.
- **C** Water en bodem vraagt om een (substantiële) inspanning. De opgaven zijn complex en er is behoefte aan een vaak innovatieve maatwerkoplossing. Ontwerpkeuzen kunnen doorwerken op gebieds- en systeemniveau; meerdere partijen moeten zich gezamenlijk inzetten om tot een passende klimaatadaptieve ontwikkeling te komen.
- **D** De ontwikkeling legt mogelijk een claim op de toekomst. Ook als partijen zich inzetten voor een integrale klimaatadaptieve oplossing blijft de kans op afwenteling door de complexiteit of door nog onbeproefde of kostbare nieuwe technieken aanwezig. Dit vraagt om een goede afweging van de locatiekeuze.
- **E** Ontwikkelingen op waterhuishoudkundige infrastructuur zoals dijken, buitendijkse stroomvoerende gebieden of waterbergingsgebieden leggen een claim op de toekomstige flexibiliteit of capaciteit en is niet wenselijk.

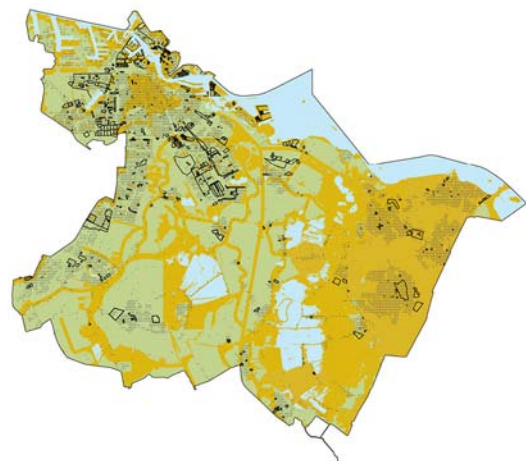
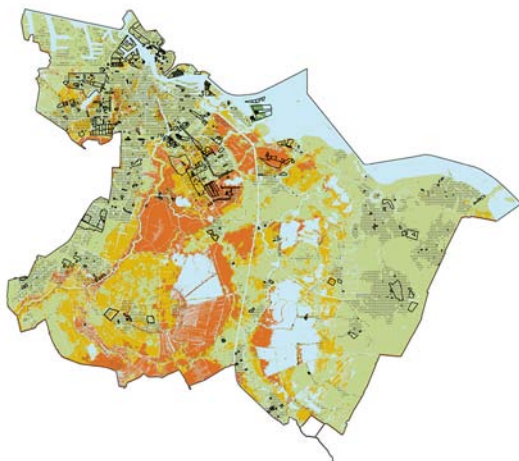
Daarbij was er (op basis van persoonlijke ervaringen of inzichten) regelmatig discussie over de exacte categorie van een maatregel. Is bodemdalingbestendig bouwen bijvoorbeeld al goed uitvoerbaar (categorie B of C) of blijft het risico op afwenteling toch groot (categorie D)? Het kan dan ook zijn dat er in verschillende gebieden of door andere experts net andere keuzen gemaakt zullen worden voor de legenda-eenheden.

## Bodemdaling

- B** In gebieden met een zetting tot 25 cm bij ophoging met 1 meter grond (of belasting met bouwwerken) is de zetting naar verwachting goed op te vangen.
- C** Ontwikkelingen (bebouwing/infra) in gebieden met 25-50 cm zetting bij ophoging, vragen om goed onderzoek, maatregelen en afstemming om afwenteling (beheer en onderhoudskosten of peilindexaties) te voorkomen.
- D** Zettingsgevoelige gebieden (zetting van >50 cm) kennen bij ontwikkelingen een risico op afwenteling (via kosten voor beheer en onderhoud of benodigde peilindexaties).

## (Ecologische en chemische) Waterkwaliteit

- B** Bij stedelijke ontwikkelingen zijn maatregelen nodig om de kweldruk in diepe zoute polders tegen te gaan.
- B** In gebieden met droogval of peiluitzakkingen of met risico's voor wateraanvoer rekening houden met waterbeschikbaarheid bij stedelijke ontwikkelingen.
- B** Natura2000- en NNN-gebieden vragen extra aandacht voor voldoende ruimte en een robuust watersysteem bij ontwikkelingen (zuurstofhuishouding en watertemperatuur beschermen).
- B** Stedelijke ontwikkelingen mogen geen negatieve gevolgen hebben op de chemische en ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater. Binnen stedelijke ontwikkelingen geldt dat de ecologische waterkwaliteit minimaal "goed" wordt.
- C** In Natura2000- en NNN-gebieden extra rekening houden met beschikbaarheid van water van voldoende kwaliteit bij stedelijke ontwikkelingen.
- C** KRW-waterlichamen kennen een substantiële opgave in relatie tot het beschermen en verbeteren van de ecologische en chemische waterkwaliteit. Daarbij zijn waterlichamen in Natura2000- en NNN-gebieden zeer kwetsbaar bij een verslechtering van de waterkwaliteit; dit vraagt om aanvullende maatregelen bij ontwikkelingen.
- C** Het is vanuit de omgevingsverordeningen niet toegestaan in waterwingebieden en grondwaterbeschermingsgebieden de diepere (waterdichte) kleilagen te doorboren. Op de Heuvelrug en in beschermde gebieden (Natura2000, NNN, grondwaterbescherming) mag de kwaliteit van het infiltrerende water en de grondwaterstromen niet geschaad worden.





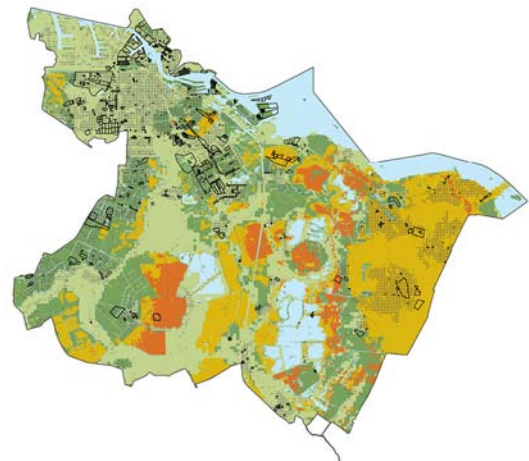
## Overstromingsrisico

- A** Gebieden met een overstromingsdiepte van minder dan 20 cm: inzetten op schade voorkomen.
- B** Gebieden met een overstromingsdiepte van 20 tot 50 cm: inzetten op schade beperken.
- C** Gebieden met een overstromingsdiepte van 50 tot 200 cm
  - kans < 1:1.000 per jaar: Inzetten op schuilen en evacueren.
  - kans > 1:1.000 per jaar: Schade voorkomen of beperken.
- C** In gebieden langs het ARK-NZK die door een toenemend waterpeil kunnen inunderen (in het bijzonder bij vitale en kwetsbare functies) rekening houden met toekomstige toename waterpeil en eventuele inundatie.
- D** Gebieden met een overstromingsdiepte van meer dan 200 cm
  - kans < 1/1.000 per jaar: Inzetten op schuilen en evacueren.
  - kans > 1/1.000 per jaar: Heroverwegen locatiekeuze.
- E** Buitendijkse gebieden langs het Markermeer: Ruimtelijke ontwikkelingen zijn niet wenselijk. Dit in verband met de structurerende keuzes in de Water en Bodem brief (november 2022) en de verwachte zeespiegel- en meerpeilstijging.
- E** Langs primaire en regionale keringen leggen ontwikkelingen mogelijk een claim op de toekomst (extra kosten bij toekomstige dijkversterkingen) en zijn ontwikkelingen niet wenselijk, ook voor behoud flexibiliteit langs de beschermingszone kust.



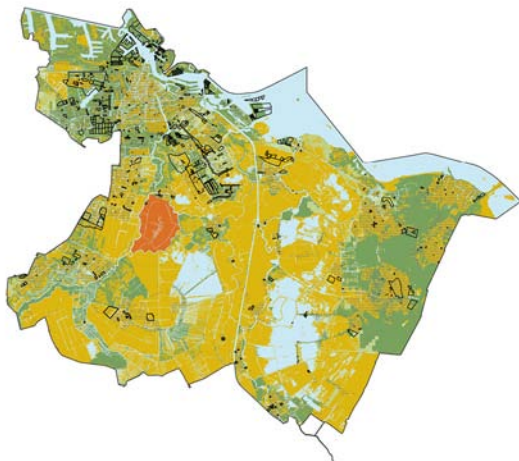
## Droogte en waterbeschikbaarheid

- A** Geen substantiële opgaven voor nieuwbouw.
- B** Ontwikkel aangepast in gebieden met infiltratie- of sponswerkingspotentie (minder verharding, ruimte voor infiltratie, sponswerking en bufferen).
- C** Op de Heuvelrug inzetten op behoud of verbetering van de infiltratie: randvoorwaarde geen extra afvoer van water.
- C** In gebieden met een matig en groot risico op opbarsting zijn aanvullende maatregelen nodig voor woningbouw.
- D** In gebieden met een zeer groot risico op opbarsting of reeds opgebarsten, de locatiekeuze heroverwegen.



## Wateroverlast

- B** In gebieden die nat zijn of steeds natter worden door combinatie met hoge grondwaterstanden, en kwel; (grond) waterbestendig ontwikkelen of bestaande bebouwing aanpassen.
  - C** In stedelijk gebied met een waterbergingsopgave (nu overlast panden en straten door inundatie) is in het ontwerp vergroten van de (oppervlakte)waterberging ter voorkomen van wateroverlast een belangrijk aandachtspunt.
  - C** Houd in veenoxidatiegebieden rekening met de ambitie om grondwaterstanden op te zetten tot -20/-40 cm onder het maaiveld (om bodemdaling en CO2 uitstoot te beperken) waarmee de drooglegging en waterbergend vermogen van het gebied kunnen afnemen. Ontwikkel in deze gebieden waterbestendig en creëer voldoende bergingsruimte voor regenwater.
  - C** Hou rekening met mogelijk verhogen waterpeilen rondom verdrogingsgevoelige natuurgebieden (Natura 2000 en NNN) met grotere kans op wateroverlast als gevolg, zoekgebieden zijn nog niet in kaart gebracht.
  - C** Ontwikkel in zoekgebieden voor (piek)waterberging waterbestendig, zodat het toekennen van een waterbergingsfunctie (waarbij het gebied inundeert) in de toekomst mogelijk blijft.
- ✦ Zorg ervoor dat nieuwe ontwikkelingen de schade bij een maalstop niet doen toenemen (bouw afhankelijk van de locatie waterbestendig of zorg voor voldoende bergingscapaciteit)
- D** In toegewezen noodoverloopgebied wordt in extreme (nood) situaties in korte tijd veel water ingelaten. Heroverweeg de locatiekeuze voor gebouwde ontwikkelingen.



## Hitte

- B** Hitte en (natuurlijke) koeling is een belangrijk aandachtspunt voor ontwerp van gebouwen en gebiedsontwikkeling (koele plekken en routes, zwemwater). Met name in gebieden met kwetsbare groepen (eenzame ouderen) en vitale en kwetsbare functies.



De thematische geschiktheidskaarten resulteren wanneer deze worden overlapt in onderstaande geschiktheidskaart voor woonlocaties binnen de AGV. Daarbij heeft ieder gebied de hoogste categorie die daar voorkomt toegewezen gekregen (categorien oplopend van A tot D). Dat betekent dat als er op een plek meerdere themakaarten zijn met categorie C (bijvoorbeeld bodemdaling, wateroverlast en waterveiligheid) dit gebied nog steeds in categorie C valt omdat deze opgave te adresseren zijn met een substantiële inspanning waarbij meerdere partijen zich inzetten om tot een klimaat adaptieve ontwikkeling te komen



FIG. 1.1.2 Geschiktheidskaart woonlocaties AGV (met de zes thematische geschiktheidskaarten overlapt).





A person wearing a white jacket and green pants is riding a black bicycle on a wet cobblestone street in the rain. They are holding a large blue umbrella. In the background, there are multi-story buildings with many windows, some of which are lit up. The overall atmosphere is overcast and rainy.

DEEL A

# Klimaatopgaven in relatie tot woningbouw

---

In dit hoofdstuk staan verschillende aspecten van het bodem- en watersysteem zoals bodemdaling, wateroverlast, waterbeschikbaarheid, overstromingsrisico en hitte beschreven en de eventuele invloed van klimaatverandering hierop.

Disclaimer: De themakaarten zijn gebaseerd op de actuele informatie die momenteel voorhanden is (november 2022). Nieuwe informatie en inzichten kunnen aanleiding geven tot het aanpassen van de themakaarten



# 1 – Achtergrondkaarten water en bodem sturend

De doorvertaling van de kenmerken van het water- en bodemsysteem naar een indicatie van de geschiktheid is gedaan op basis van expert judgement. De gedachtevorming en kennisontwikkeling op dit vlak is nog volop in ontwikkeling. Dat betekent dat in de tijd zowel de gebruikte datasets als de gemaakte doorvertaling naar de geschiktheidskaart nog aan verandering onderhevig zullen zijn.

Om inzicht te geven in het werkproces en de gemaakte keuzen tijdens de werksessies (en hier ook weer op verder te kunnen bouwen) zijn niet alleen de geschiktheidskaarten, maar ook de achterliggende themakaarten in dit rapport opgenomen. In de bijlage is een bronnenlijst van de gebruikte data te vinden. De volgende thema's (en aspecten hiervan) zijn binnen deze studie in beeld gebracht:

## Bodemdaling

- Zetting van bebouwing
- Bodemdaling en afnemende drooglegging

## Verzilting en waterkwaliteit

- Interne en externe verzilting
- Het Goede Water op de Goede Plek
- Zuurstofhuishouding en watertemperatuur
- Ecologische en chemische kwaliteit oppervlaktewater
- Waterkwaliteit grondwater

## Overstromingsrisico

- Binnendijs overstromingsrisico
- Toename inundatie oeverland en buitendijs gebied
- Waterkeringen versterken

## Droogte en waterbeschikbaarheid

- Waterbeschikbaarheid door infiltratie
- Opbarstrisico

## Wateroverlast

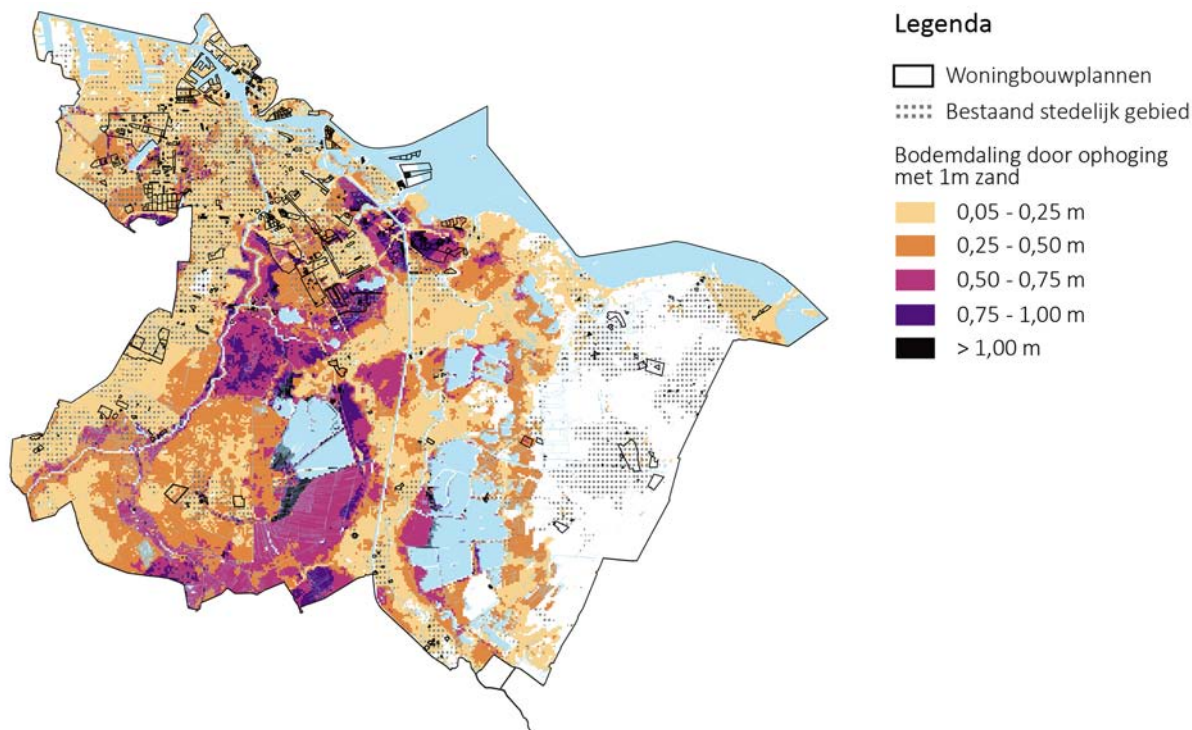
- Wateroverlast
- Grondwater en kwel
- Vernatting voor reductie bodemdaling, CO<sub>2</sub> en N<sub>2</sub>O
- Waterbeschikbaarheid buffer natuur
- Behoefte berging (piek)water

## Hitte

- Urban heat island effect

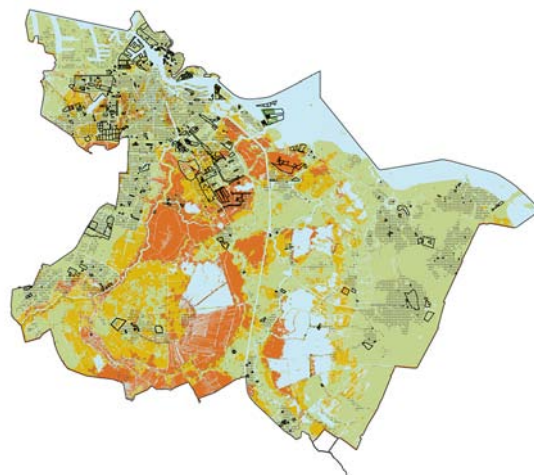
## 1.1 – Slappe bodems: Zetting van bebouwing

Veen- en kleibodems worden samengedrukt bij belasting (zoals het gewicht van gebouwen en wegen). Dit wordt veroorzaakt door consolidatie (grondwater wordt uit de bodem gedrukt, dit wordt vóór de bouw van een gebouw opgevangen met voorbelasting) en kruip (restzetting die decennia kan doorgaan). Restzetting kan leiden tot hoge kosten voor beheer en onderhoud, bij nieuwbouw wordt dan ook vaak een eis voor restzetting gesteld (bijvoorbeeld 10 cm in 30 jaar). Er zijn geen kaarten die de verwachte mate van restzetting laten zien (hiervoor is lokaal onderzoek nodig) de mate van zetting bij belasting bij ophoging met 1 m zand over een periode van 30 jaar (Deltares 2021) is gebruikt als indicatie voor zettingsgevoelige gronden.



### Doorvertaling legenda (op basis van expert judgement)

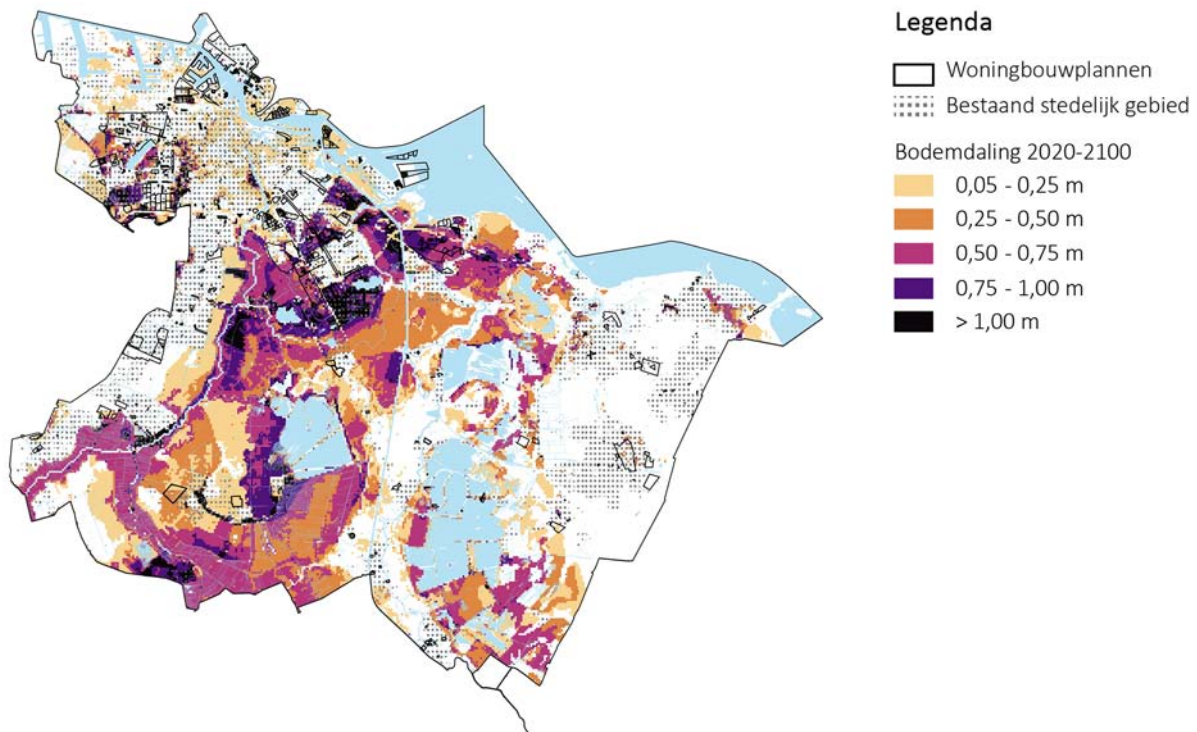
- B** In gebieden met een zetting tot 25 cm bij ophoging met 1 meter grond (of belasting met bouwwerken) is de zetting naar verwachting goed op te vangen.
- C** Ontwikkelingen (bebouwing/infra) in gebieden met 25-50 cm zetting bij ophoging, vragen om goed onderzoek, maatregelen en afstemming om afwenteling (beheer en onderhoudskosten of peilindexaties) te voorkomen.
- D** Zettingsgevoelige gebieden (zetting van >50 cm) kennen bij ontwikkelingen een risico op afwenteling (via kosten voor beheer en onderhoud of benodigde peilindexaties).





## 1.2 – Slappe bodems: Bodemdaling en afnemende drooglegging

Veengebieden worden ontwaterd om voldoende drooglegging te creëren voor gebruiksfuncties zoals woningbouw, landbouw en bedrijventerreinen. In veengebieden leidt deze ontwatering tot oxidatie van veen, onomkeerbare bodemdaling en de uitstoot van broeikasgassen. Wordt het peil niet meer geïndexeerd of zelfs verhoogd (om de uitstoot van broeikasgassen af te remmen), dan zal de drooglegging en draagkracht van de bodem afnemen. Ook de hoeveelheid water die een gebied in de bodem en het oppervlaktewater kan bergen zal afnemen. Het gebied kent dus een steeds groter risico op wateroverlast.

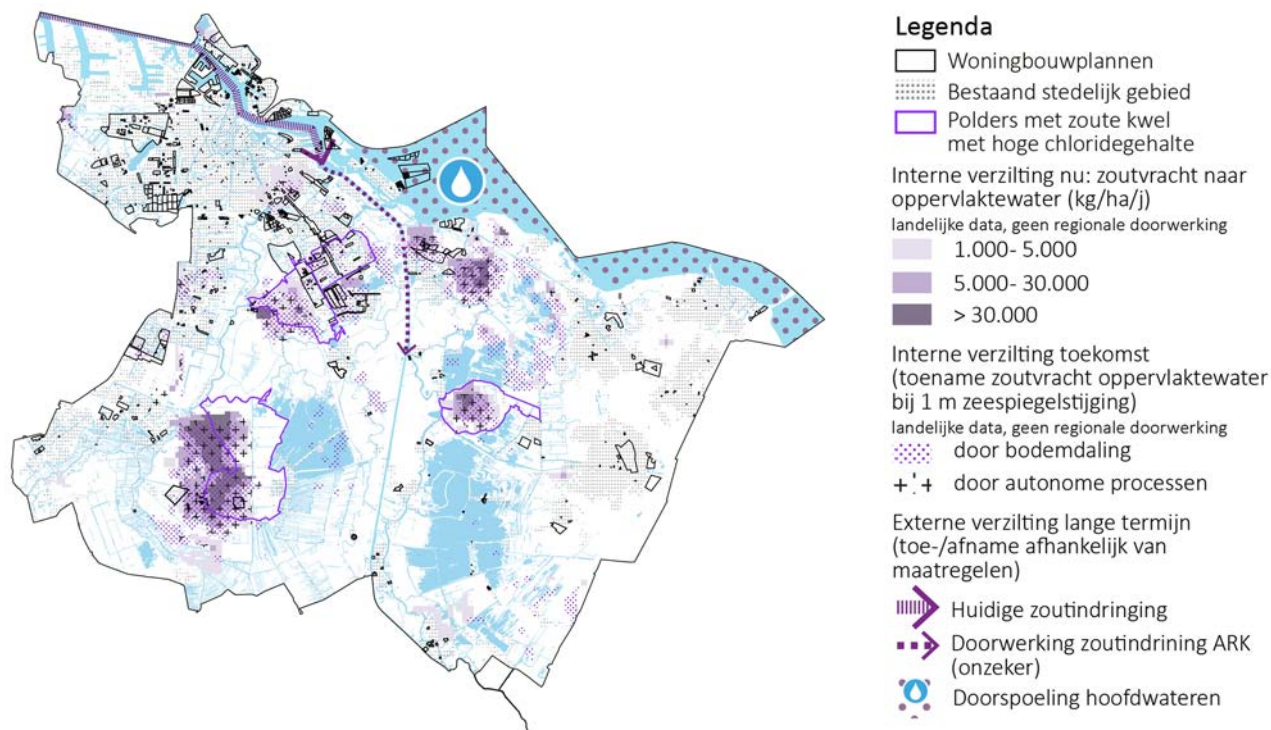


### Doorvertaling legenda (op basis van expert judgement)

De ambitie om veengebieden te vernatten (waterpeil terugbrengen naar -20/ -40 cm onder NAP) resulteert in toenemende wateroverlast waar bij ontwikkelingen rekening mee moet worden gehouden. Dit is meegenomen in kaart 1.10 Wateroverlast: Vernatting voor reductie bodemdaling en CO<sub>2</sub>.

### 1.3 – Waterkwaliteit: Interne en externe verzilting

In gebieden met kweluitreding komt er zout vanuit de bodem in het oppervlaktewater terecht. Dit gebeurt met name in diepe polders waar door het verlagen van waterpeilen de tegendruk tegen kwelstromen is verminderd. Ook het zoute water van de Noordzee kan door schutbewegingen bij IJmuiden diep het Noordzeekanaal indringen en zelfs het Amsterdam-Rijnkanaal bereiken, dit heet externe verzilting. Dit zoute water is niet geschikt voor functies die zoet water nodig hebben zoals veel van de huidige landbouwgewassen, de zoetwaternatuurgebieden en stedelijk groen.



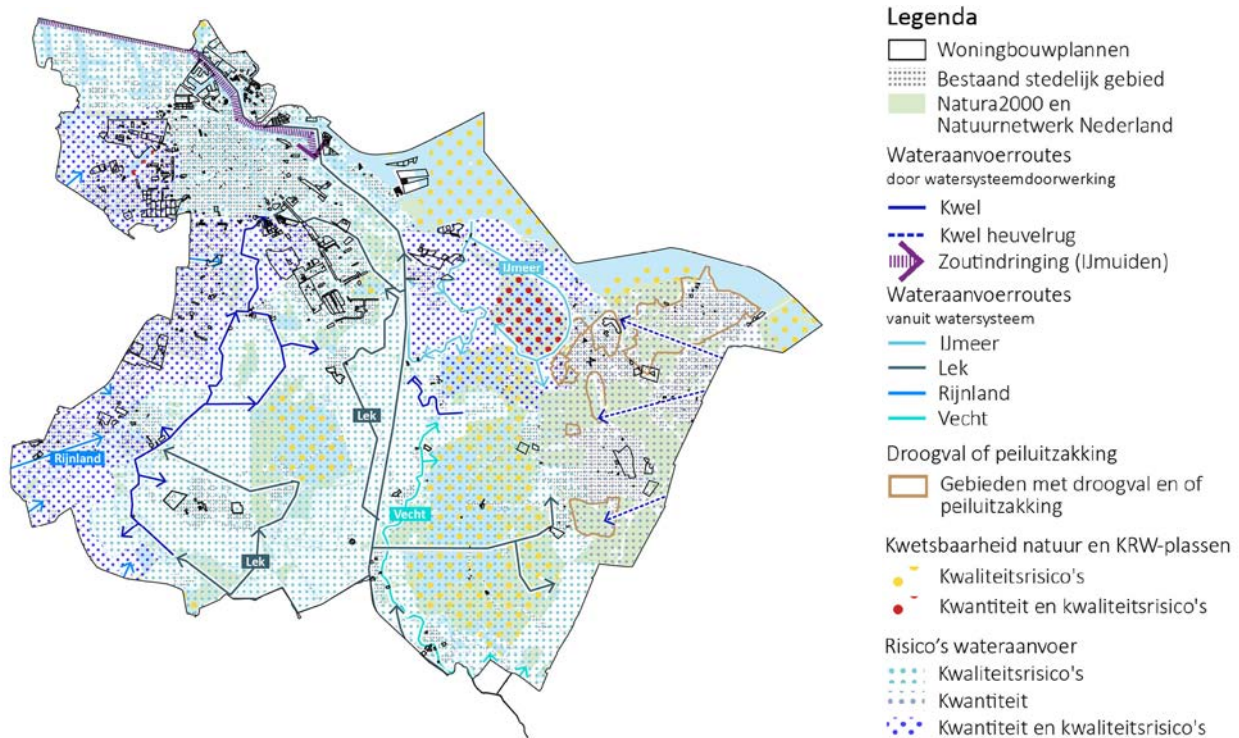
#### Doorvertaling legenda (op basis van expert judgement)

**B** Bij stedelijke ontwikkelingen zijn maatregelen nodig om de kweldruk in diepe zoute polders tegen te gaan.



## 1.4 – Waterkwaliteit: Het goede water op de goede plek

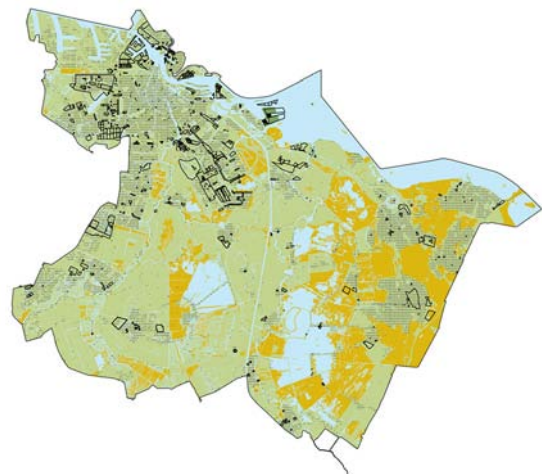
In droge perioden zakt het grondwater uit. Ook is er vanuit het oppervlaktewatersysteem beperkt zoet water beschikbaar en is het water wat beschikbaar is door de hogere zout- en nutriëntgehalten van minder goede kwaliteit. Dit betekent dat er niet overal voldoende water van voldoende kwaliteit beschikbaar zal zijn. Natura2000- en Natuurnetwerk Nederland-gebieden (NNN) zijn hier zeer kwetsbaar voor. Het is belangrijk hier rekening mee te houden, bijvoorbeeld door in te zetten op robuust stedelijk groen.



### Doorvertaling legenda (op basis van expert judgement)

**B** In gebieden met droogval of peiluitzakkingen of met risico's voor wateraanvoer rekening houden met waterbeschikbaarheid bij stedelijke ontwikkelingen.

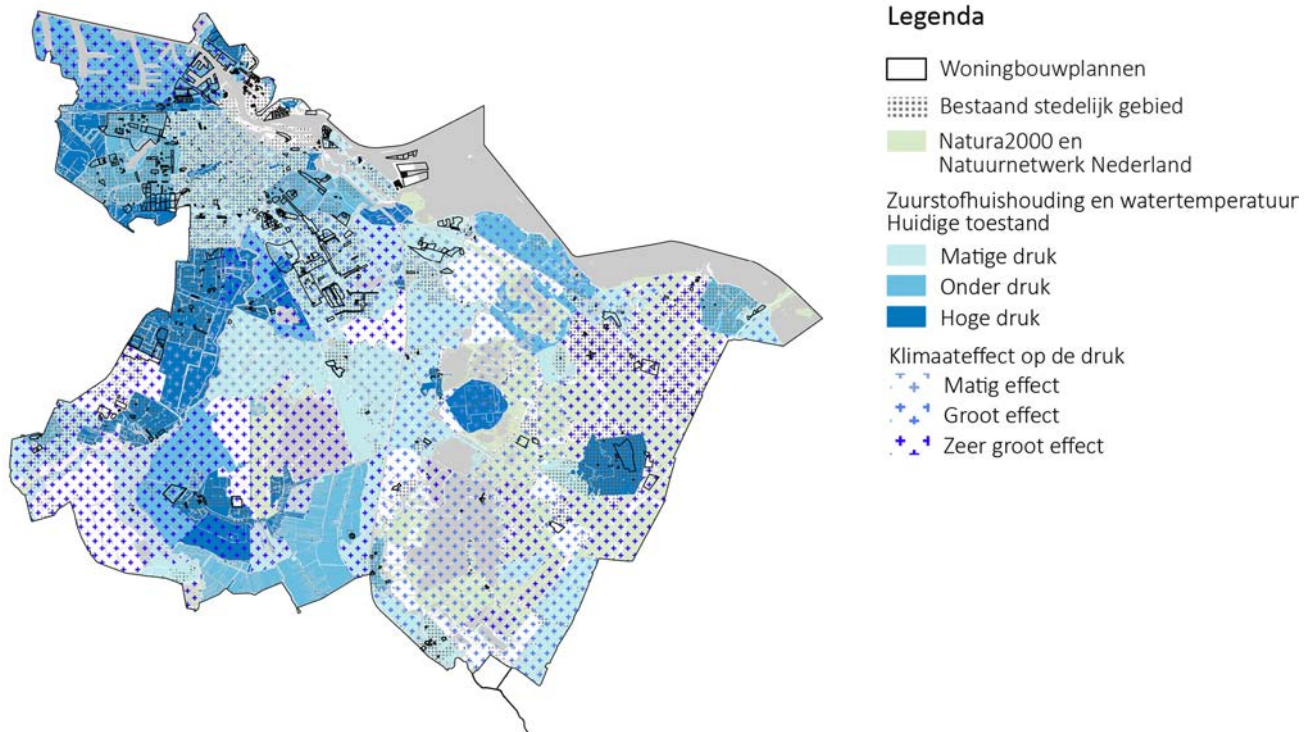
**C** In Natura2000- en NNN-gebieden extra rekening houden met beschikbaarheid van water van voldoende kwaliteit bij stedelijke ontwikkelingen.





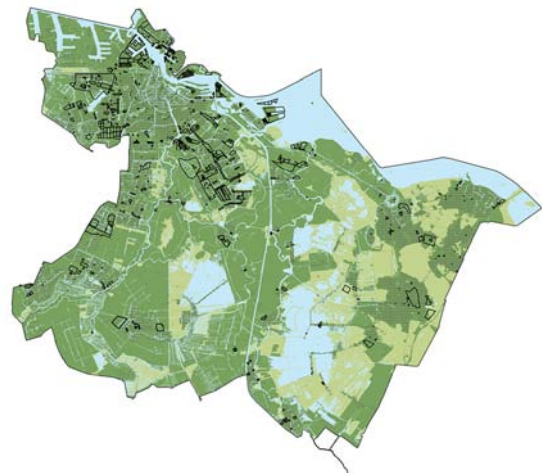
## 1.5 – Waterkwaliteit: Zuurstofhuishouding en watertemperatuur

De waterkwaliteit zal worden beïnvloed door toenemende hitte. Een hogere gemiddelde watertemperatuur leidt tot zuurstofloosheid van het water en een andere soortendominantie. Dit heeft vooral invloed op ecologie (waardoor Natura2000- en NNN-gebieden extra aandacht vragen), maar ook op de kwaliteit van stedelijk oppervlaktewater en zwembadwater. Zorg bij ontwikkelingen voor voldoende ruimte voor een robuust watersysteem.



### Doorvertaling legenda (op basis van expert judgement)

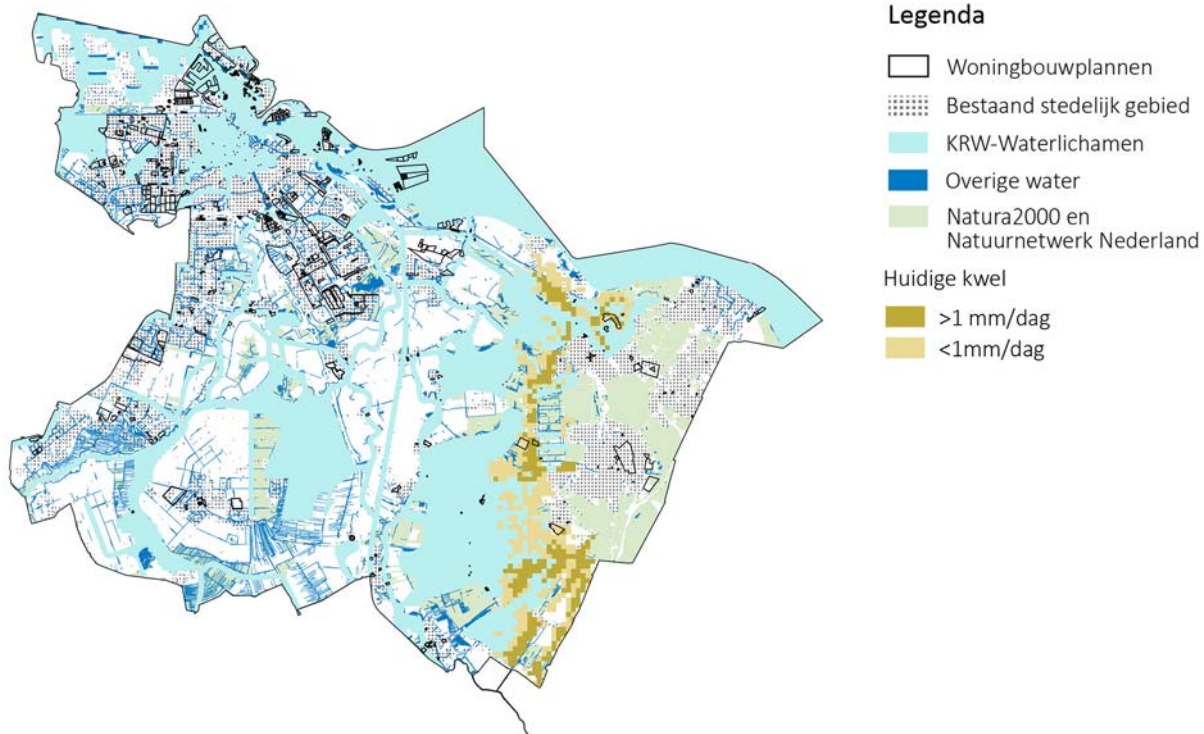
**B** Natura2000- en NNN-gebieden vragen extra aandacht voor voldoende ruimte en een robuust watersysteem bij ontwikkelingen (zuurstofhuishouding en watertemperatuur beschermen).





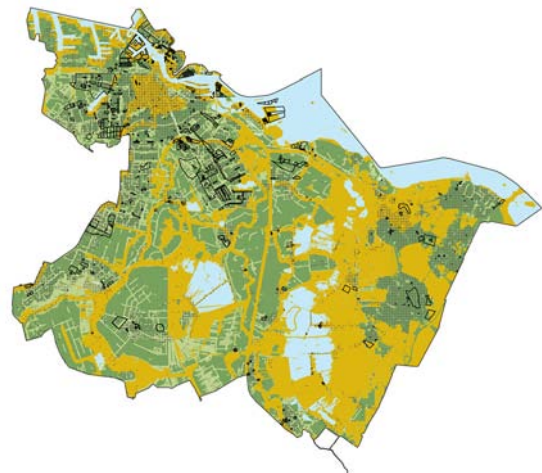
## 1.6 – Waterkwaliteit: Ecologische en chemische kwaliteit oppervlaktewater

De ecologische en chemische kwaliteit van het oppervlaktewater in het AGV-gebied is nog onvoldoende. Door te voldoen aan de eisen in de Waterschapverordening, kan achteruitgang worden vermeden en is enig herstel mogelijk. Vanuit AGV is een reeks maatregelen in uitvoering om in de KRW-waterlichamen de ecologische kwaliteit sterk te verbeteren. Woningbouw en andere stedelijke ontwikkelingen kunnen de ecologische en chemische kwaliteit negatief beïnvloeden. Bijvoorbeeld door het lozen van hemelwater op kwetsbare watersystemen of de aanleg van te diep water met te veel beschoeiingen. Bij gebiedsontwikkelingen moet er voor worden gezorgd dat er voldoende ruimte is voor een robuust watersysteem.



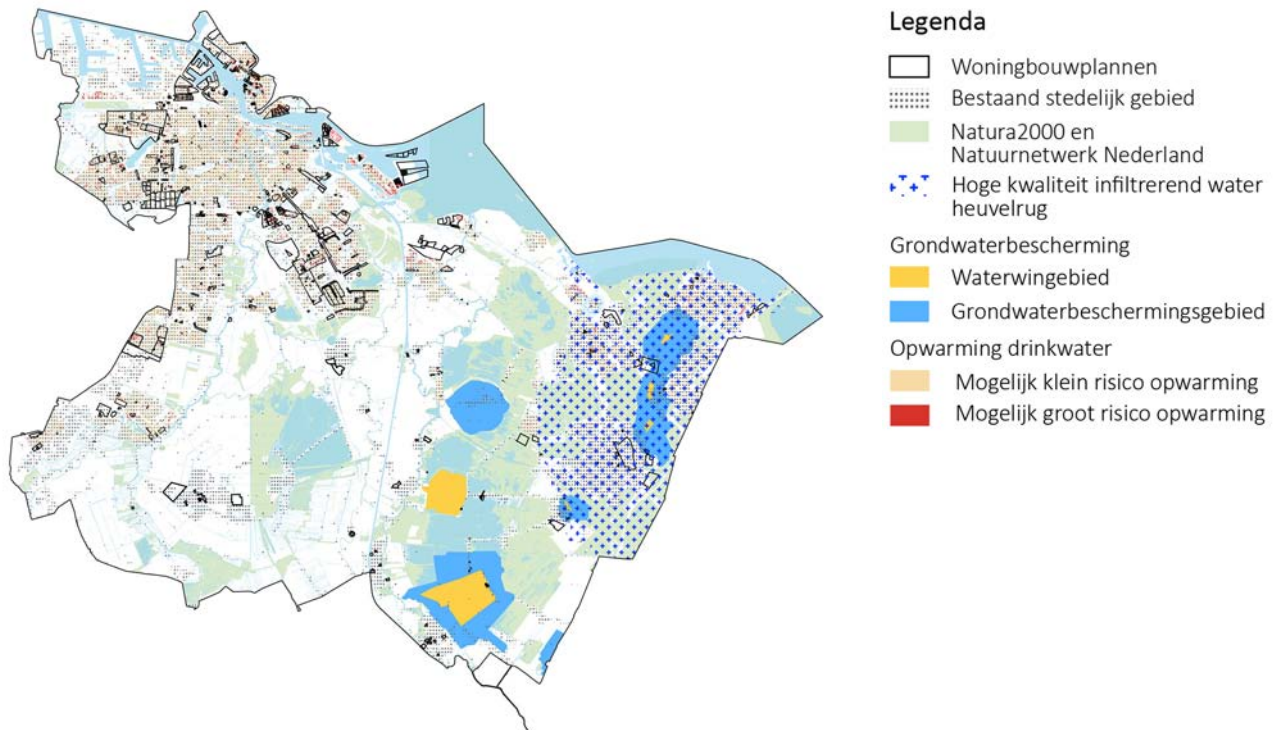
### Doorvertaling legenda (op basis van expert judgement)

- B** Stedelijke ontwikkelingen mogen geen negatieve gevolgen hebben op de chemische en ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater. Binnen stedelijke ontwikkelingen geldt dat de ecologische waterkwaliteit minimaal "goed" wordt.
- C** KRW-waterlichamen kennen een substantiële opgave in relatie tot het beschermen en verbeteren van de ecologische en chemische waterkwaliteit. Daarbij zijn waterlichamen in Natura2000- en NNN-gebieden zeer kwetsbaar bij een verslechtering van de waterkwaliteit; dit vraagt om aanvullende maatregelen bij ontwikkelingen.



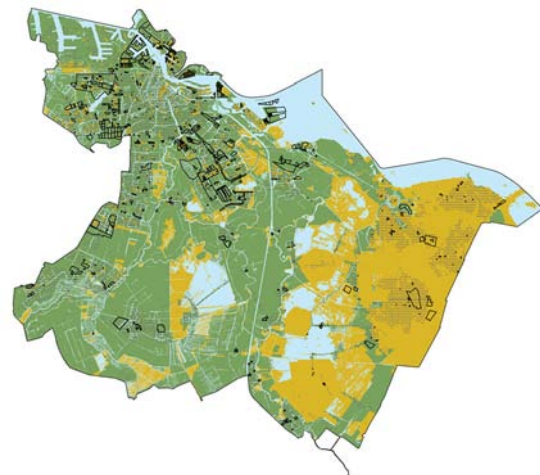
## 1.7 – Waterkwaliteit: Waterkwaliteit grondwater

Grondwater is een belangrijke drinkwaterbron die beschermd moet worden tegen ontwikkelingen die een negatieve invloed kunnen hebben op de grondwaterkwaliteit. Daarbij is het belangrijk dat er in drinkwaterwinnings- en beschermingsgebieden geen doorboringen plaatsvinden van de diepere kleilagen die het daaronder gelegen grondwater beschermen tegen verontreinigingen (en tegen afname van de kwantiteit, zie kaart 1.11). Ook de kwaliteit van het infiltrerende water en grondwaterstromen vraagt daarom om extra aandacht. In de toekomst zullen de zoekgebieden voor drinkwaterwinning mogelijk verder uitgebreid worden. In stedelijk gebied kunnen drinkwaterleidingen die ondiep liggen opwarmen, met kwaliteitsrisico's tot gevolg.



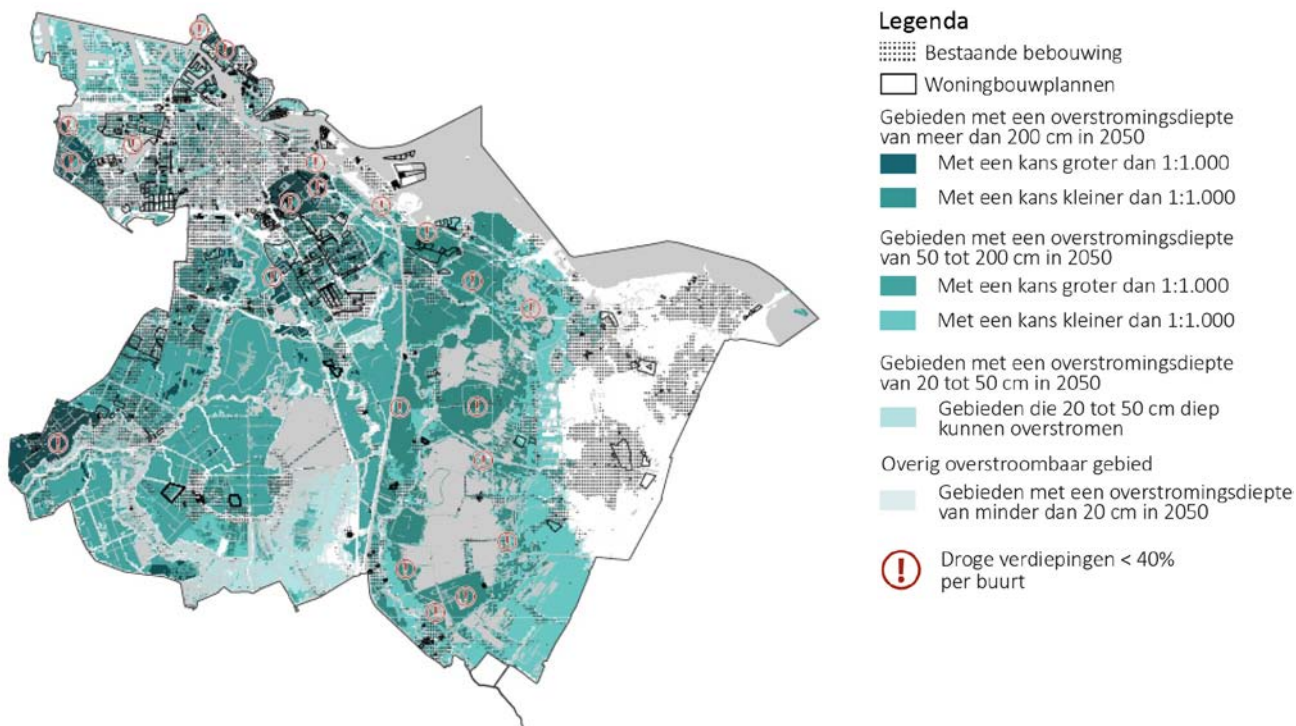
### Doorvertaling legenda (op basis van expert judgement)

ⓐ Het is vanuit de omgevingsverordeningen niet toegestaan in waterwingebieden en grondwaterbeschermingsgebieden de diepere (waterdichte) kleilagen te doorboren. Op de Heuvelrug en in beschermde gebieden (Natura2000, NNN, grondwaterbescherming) mag de kwaliteit van het infiltrerende water en de grondwaterstromen niet geschaad worden.



## 1.8 – Overstromingsrisico: Binnendijks overstromingsrisico

De AGV wordt door een stelsel van dijken en keringen beschermd tegen overstromingen, de kans op overstromingen is dan ook klein. Uiteraard kunnen de gevolgen van een dijkdorbraak wel groot zijn. Door aangepast te ontwikkelen in gebieden waar de kans of gevolgen van overstromingen relatief groot zijn, kunnen de gevolgen van overstromingen (bijvoorbeeld voor vitale en kwetsbare functies zoals ziekenhuizen of datacenters) worden beperkt. Dit vraagt om een locatie specifieke benadering die kan leiden tot een combinatie van de in de legenda weergegeven handelingsperspectieven. Onderstaande kaart (LIWO 2022) toont de kans en de bijbehorende maximale overstromingsdiepte bij overstromingen vanuit het regionale en primaire systeem.



### Doorvertaling legenda (op basis van expert judgement)

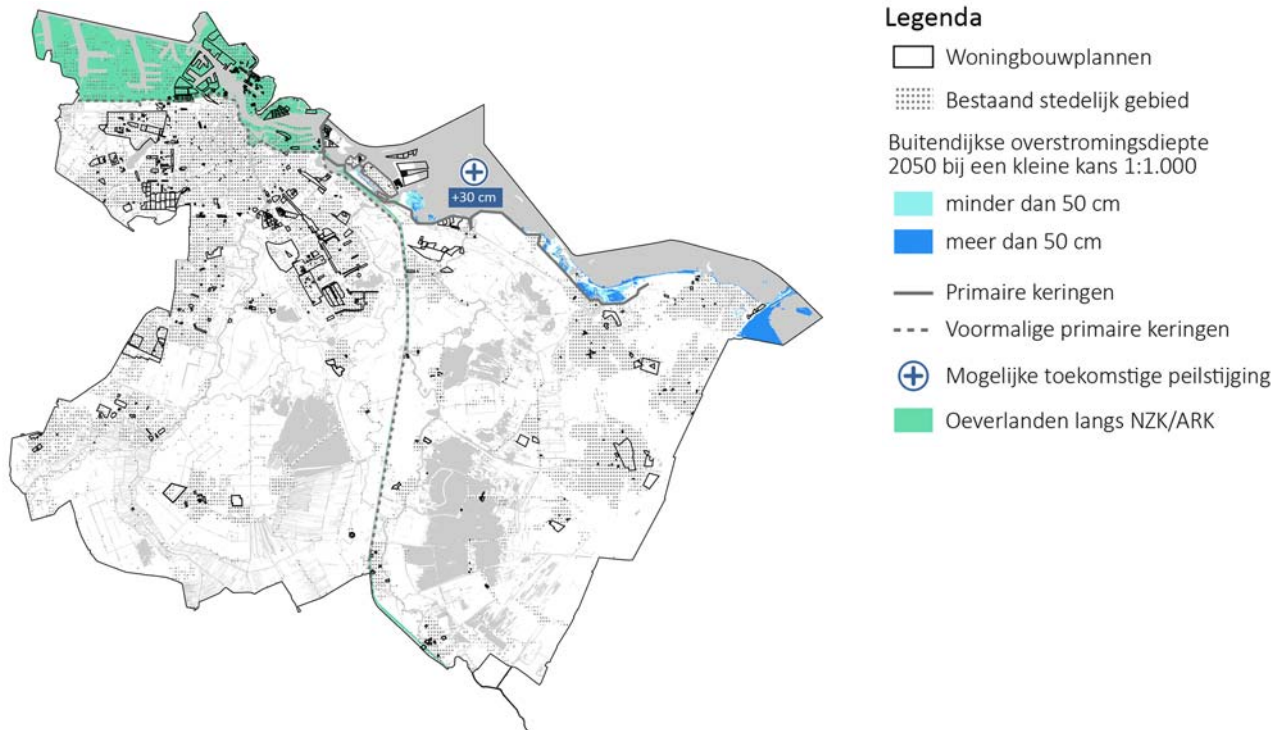
- A** Gebieden met een overstromingsdiepte van minder dan 20 cm: inzetten op schade voorkomen.
- B** Gebieden met een overstromingsdiepte van 20 tot 50 cm: inzetten op schade beperken.
- C** Gebieden met een overstromingsdiepte van 50 tot 200 cm
  - kans < 1:1.000 per jaar: Inzetten op schuilen en evacueren.
  - kans > 1:1.000 per jaar: Schade voorkomen of beperken.
- D** Gebieden met een overstromingsdiepte van meer dan 200 cm
  - kans < 1:1.000 per jaar: Inzetten op schuilen en evacueren.
  - kans > 1:1.000 per jaar: Heroverwegen locatiekeuze.





## 1.9 – Overstromingsrisico: Toename inundatie oeverland en buitendijks gebied

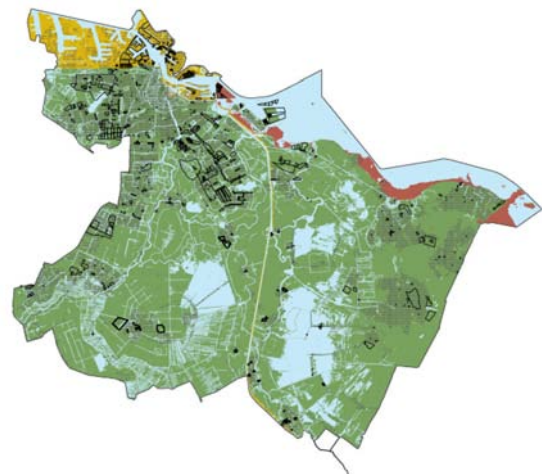
Door toenemende regenval (klimaatverandering) zal er in de toekomst buitendijks meer capaciteit en ruimte nodig zijn om regenwater af te voeren. Ook bij het IJsselmeer, ARK en de Eem kunnen de waterstanden toenemen (door een beslissing het waterpeil te verhogen om meer water te kunnen bergen of af voeren) en kunnen oeverlanden vaker inunderen.



### Doorvertaling legenda (op basis van expert judgement)

**G** In gebieden langs het ARK-NZK die door een toenemend waterpeil kunnen inunderen (in het bijzonder bij vitale en kwetsbare functies) rekening houden met toekomstige toename waterpeil en eventuele inundatie.

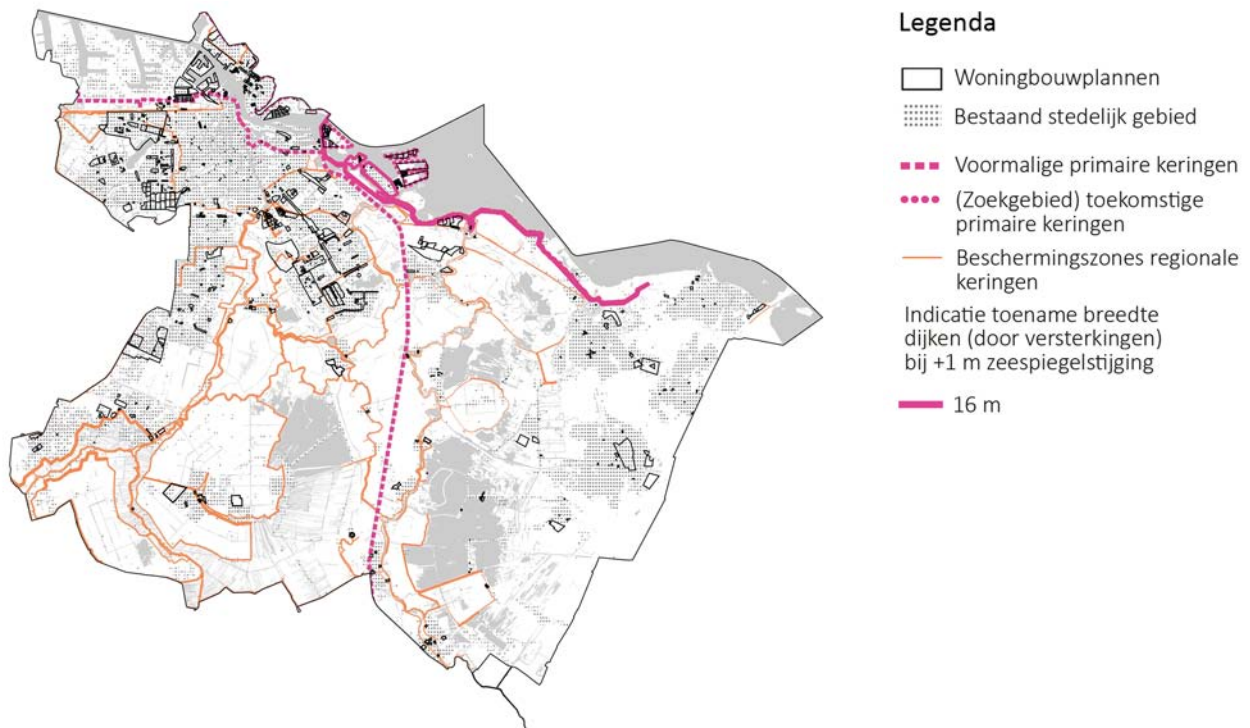
**E** Buitendijkse gebieden langs het Markermeer: Ruimtelijke ontwikkelingen zijn niet wenselijk. Dit in verband met de structurerende keuzes in de Water en Bodem brief (november 2022) en de verwachte zeespiegel- en meerpeilstijging.





## 1.10 – Overstromingsrisico: Waterkeringen versterken

Dijken worden met de tijd regelmatig versterkt om de binnendijkse gebieden (met hun toenemende bevolking en economische waarde) te blijven beschermen. Doordat de rivierwaterstanden toenemen, sommige dijken op slappe bodems zakken en de waterveiligheidseisen steeds verder worden aangescherpt, vinden er regelmatig dijkversterkingen plaats. Het is belangrijk dat er voldoende ruimte rondom de dijk beschikbaar is om de dijken (bij voorkeur met grond) te kunnen blijven versterken.



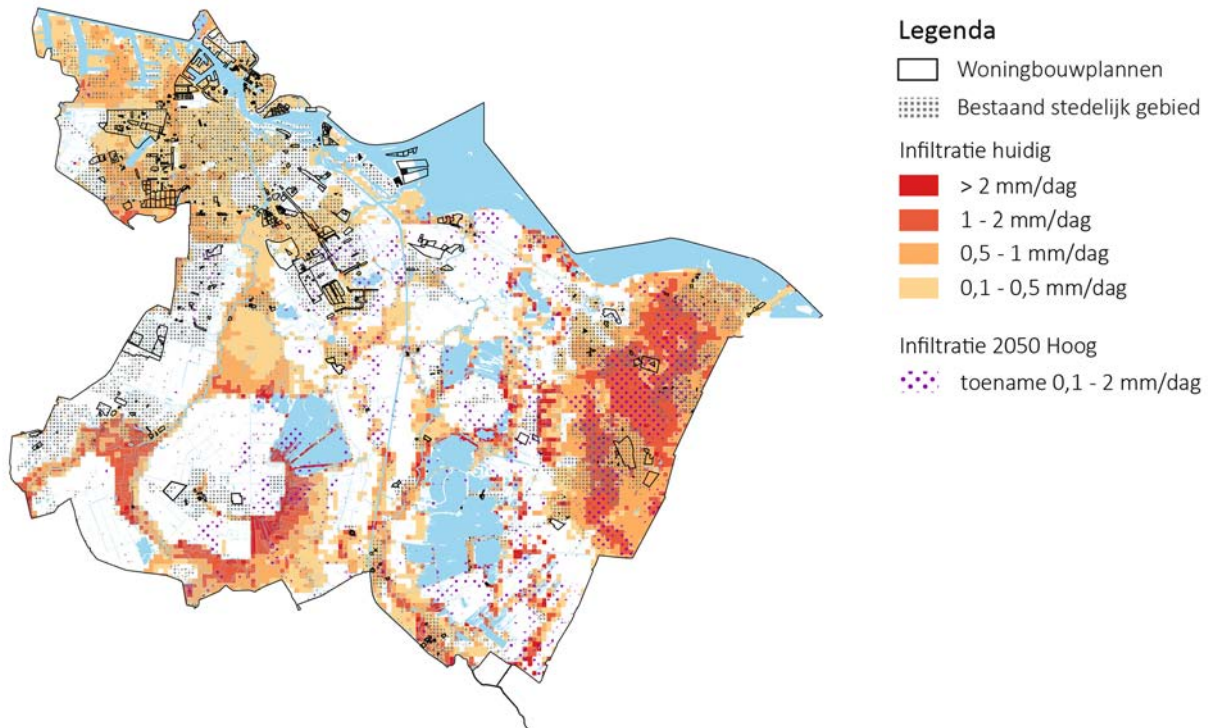
### Doorvertaling legenda (op basis van expert judgement)

**E** Langs primaire en regionale keringen leggen ontwikkelingen mogelijk een claim op de toekomst (extra kosten bij toekomstige dijkversterkingen) en zijn ontwikkelingen niet wenselijk, ook voor behoud flexibiliteit langs de beschermingszone kust.



## 1.11 – Droogte en waterbeschikbaarheid: Waterbeschikbaarheid door infiltratie

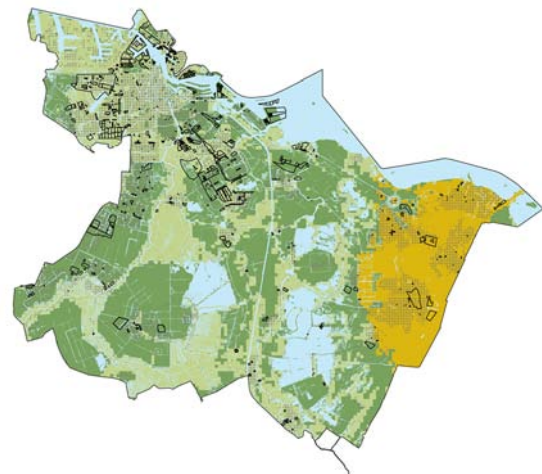
Ondanks de toenemende regenval zullen er door klimaatverandering ook steeds meer droge perioden zijn. Doordat het water in natte perioden wordt afgevoerd is het in droge perioden niet beschikbaar. Eén van de manieren om het regenwater beter te benutten is het te laten infiltreren in de bodem. Met name de hoge gronden van de Heuvelrug zijn zeer geschikt om veel water te infiltreren en de grondwatervoorraad te voeden. Het is wel belangrijk dat het water ook kan infiltreren en niet afstroomt. Om dit te stimuleren kan bijvoorbeeld worden ingezet op het beperken van verharding en het afkoppelen van regenwater van de riolering.



### Doorvertaling legenda (op basis van expert judgement)

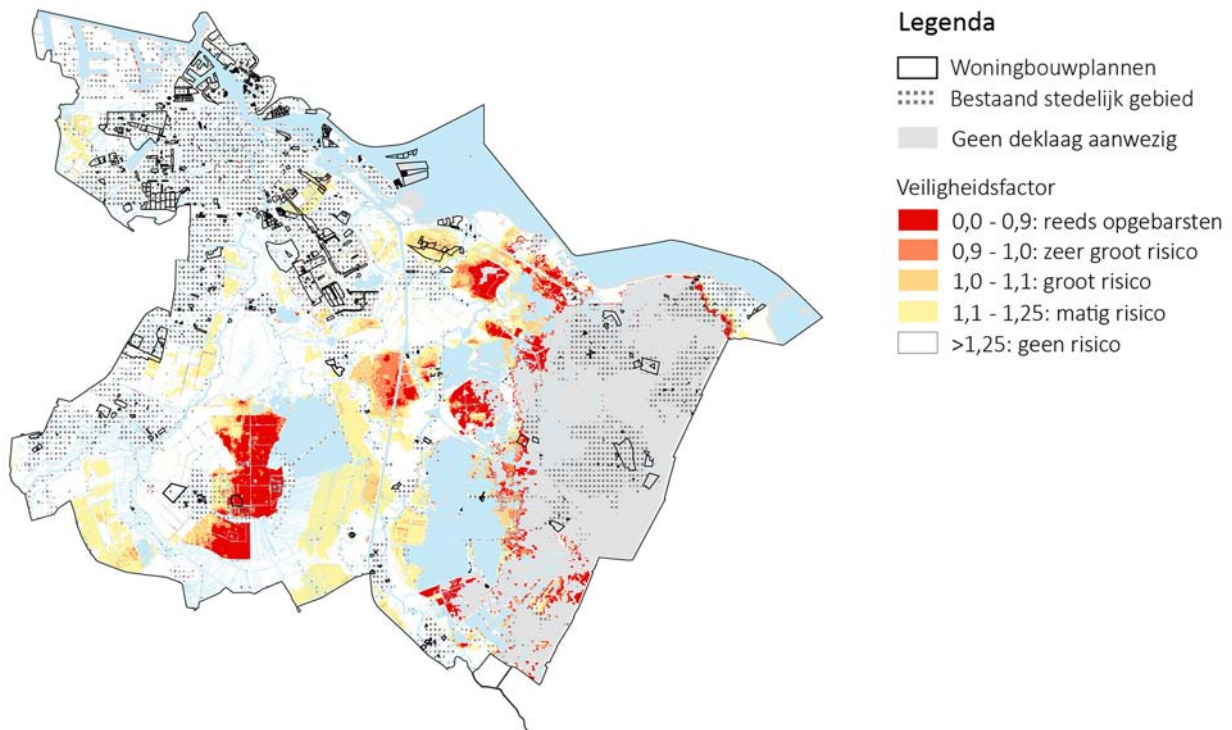
**B** Ontwikkel aangepast in gebieden met infiltratie- of sponswerkingspotentie (minder verharding, ruimte voor infiltratie, sponswerking en bufferen).

**C** Op de Heuvelrug inzetten op behoud of verbetering van de infiltratie: randvoorwaarde geen extra afvoer van water.



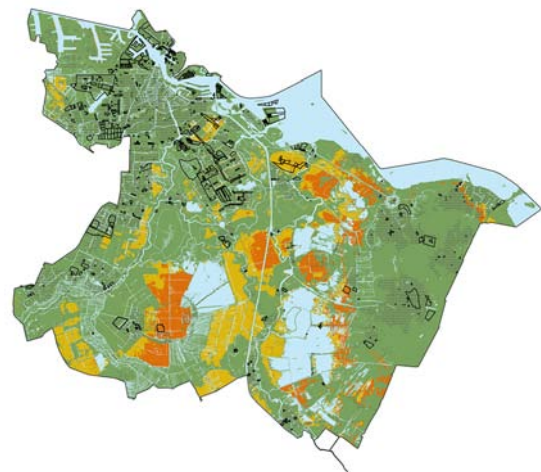
## 1.12 – Droogte en waterbeschikbaarheid: Opbarstrisico

Als de bovenste grondlaag dun is kan, als de opwaartse druk van het grondwater groter is dan het gewicht van de grond, de bodem opbarsten. Met name in bodemdalingsgevoelige veengebieden ontstaan door opbarsting wellen op het maaiveld en in sloten en neemt de draagkracht van de bodem af. Bij reguliere bouwwerkzaamheden (graven van nieuwe watergangen en waterpartijen, rioleringswerkzaamheden) neemt het risico op opbarsting en welvorming toe.



### Doorvertaling legenda (op basis van expert judgement)

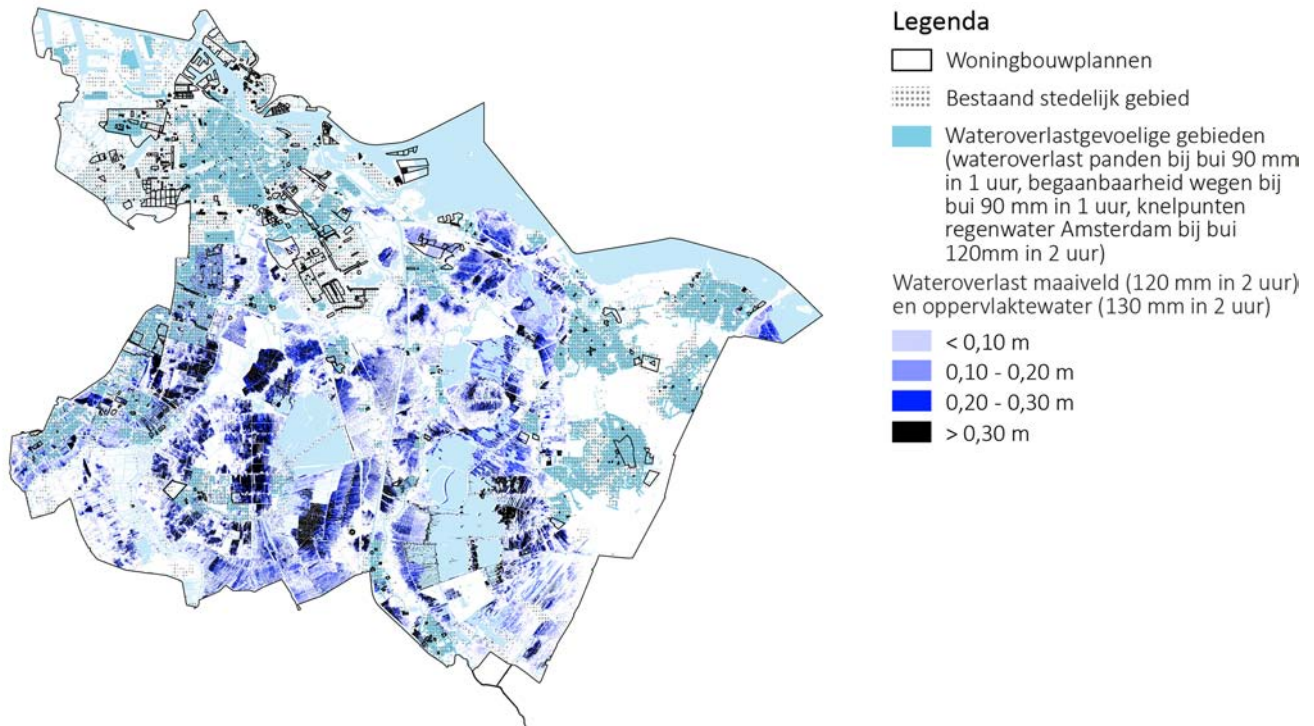
- C** In gebieden met een matig en groot risico op opbarsting zijn aanvullende maatregelen nodig voor woningbouw.
- D** In gebieden met een zeer groot risico op opbarsting of reeds opgebarsten, de locatiekeuze heroverwegen.





## 1.13 – Wateroverlast: Wateroverlast

Regenwater kan slechts gedeeltelijk worden vastgehouden of infiltreren in de bodem. Zeker in gebieden met een helling, hoge ondergrondverdichting (doordat landbouwvoertuigen de grond samendrukken), hoge grondwaterstanden (weinig ruimte voor infiltratie en wateropvang in sloten) of veel verharding (zoals in stedelijk gebied) stroomt er veel water af. Door klimaatverandering zal de hoeveelheid regenwater in de toekomst toenemen. In de kaart hieronder is te zien waar wateroverlast kan optreden en waar op de helling van de Heuvelrug stroombanen ontstaan.



### Doorvertaling legenda (op basis van expert judgement)

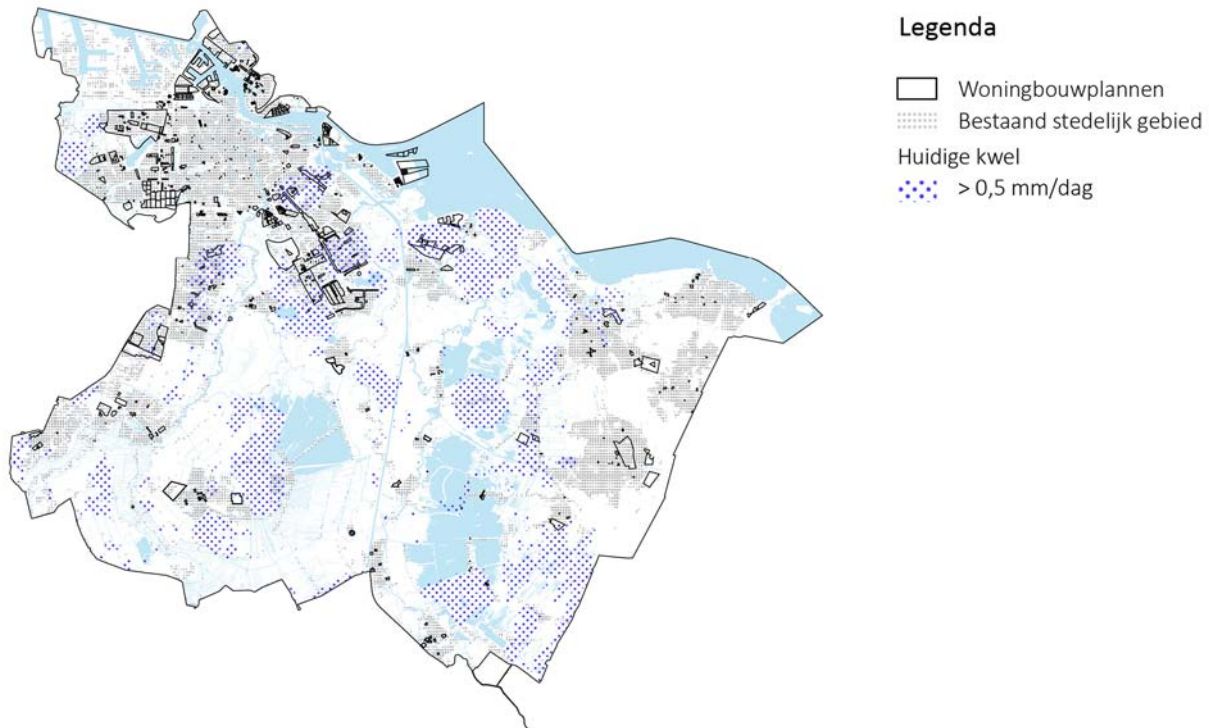
Ⓞ In stedelijk gebied met een waterbergingsopgave (nu overlast panden en straten door inundatie) is in het ontwerp vergroten van de (oppervlakte)waterberging ter voorkomen van wateroverlast een belangrijk aandachtspunt.





## 1.14 – Wateroverlast: Grondwater en kwel

Regenwater wat infiltreert in hoger gelegen gebieden, kan in laag gelegen gebieden uittreden als kwelwater. Dit gebeurt vooral in diepe polders (hier is weinig tegendruk en komt het soms brakke water naar boven) en langs de randen van de Heuvelrug (dit water is van zeer goede kwaliteit). Het kwelwater kan voor overlast zorgen in niet-waterdichte kelders of kruipruimten van gebouwen.



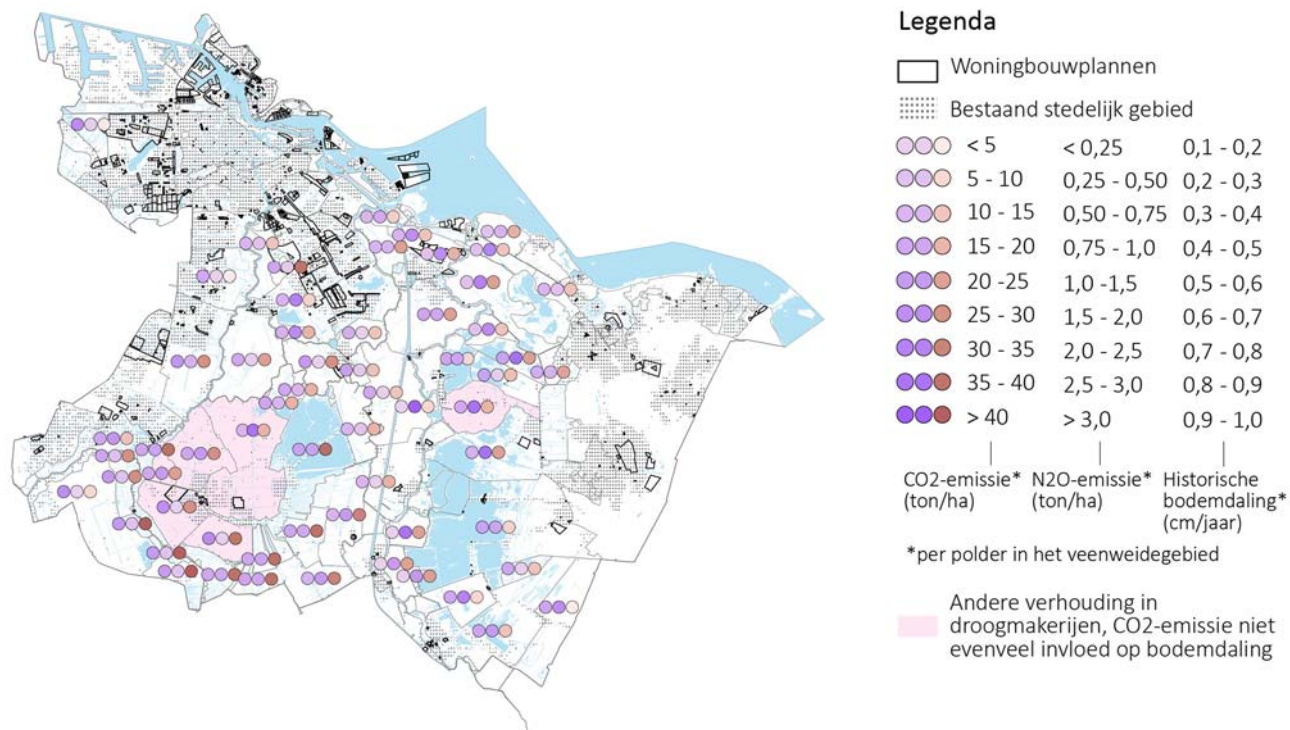
### Doorvertaling legenda (op basis van expert judgement)

**B** In gebieden die nat zijn of steeds natter worden door combinatie met hoge grondwaterstanden, en kwel; (grond) waterbestendig ontwikkelen of bestaande bebouwing aanpassen.



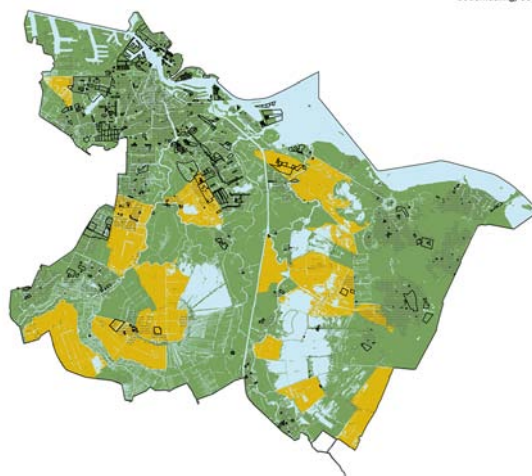
## 1.15 – Wateroverlast: Vernatting voor reductie bodemdaling, CO2 en N2O

De ambitie is om in veengebieden de waterstanden te verhogen tot een grondwaterstand van -20/-40 cm onder het maaiveld, om verdere oxidatie (bodemdaling en de uitstoot van broeikasgassen) af te remmen. Door het verhogen van het grondwaterstand zal de drooglegging en draagkracht van de bodem afnemen. De hoeveelheid water die een gebied in de bodem en het oppervlaktewater kan bergen zal afnemen, waardoor het risico op wateroverlast toeneemt. Deze gebieden zullen dus vaker te maken hebben met natte condities.



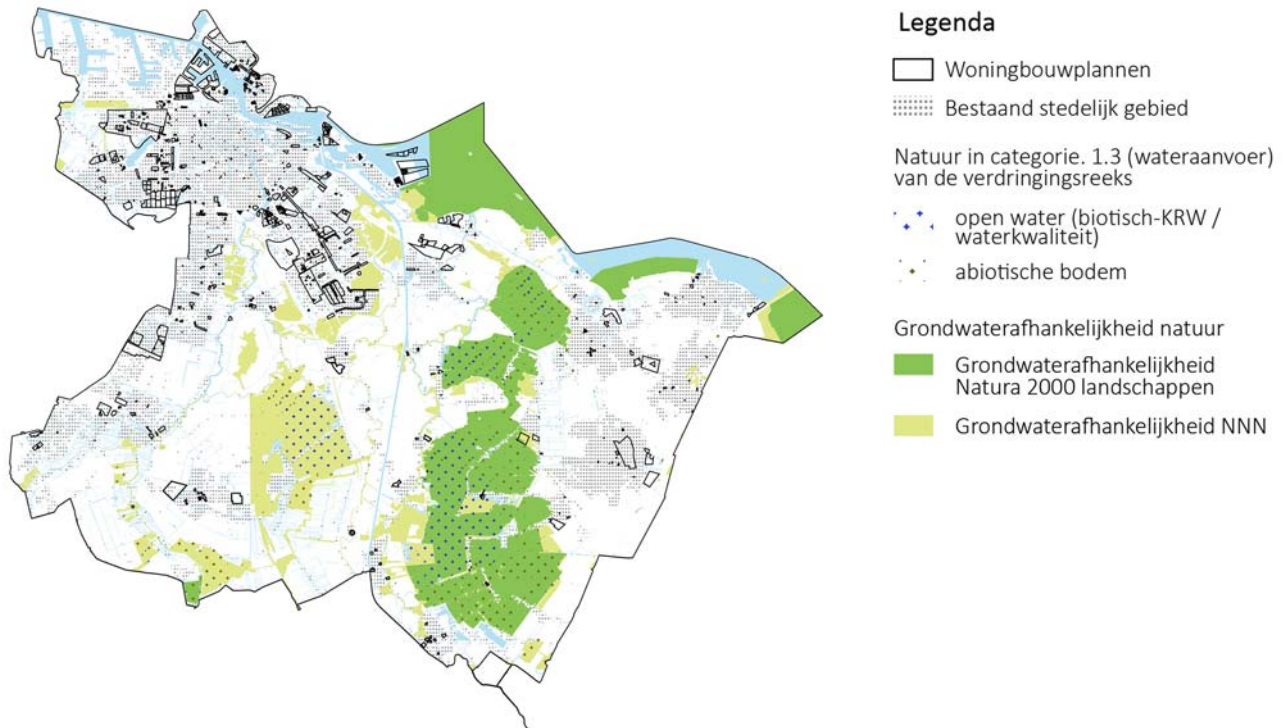
### Doorvertaling legenda (op basis van expert judgement)

📍 Houd in veenoxidatiegebieden rekening met de ambitie om grondwaterstanden op te zetten tot -20/-40 cm onder het maaiveld (om bodemdaling en CO<sub>2</sub> uitstoot te beperken) waarmee de drooglegging en waterbergend vermogen van het gebied kunnen afnemen. Ontwikkel in deze gebieden waterbestendig en creëer voldoende bergingsruimte voor regenwater.



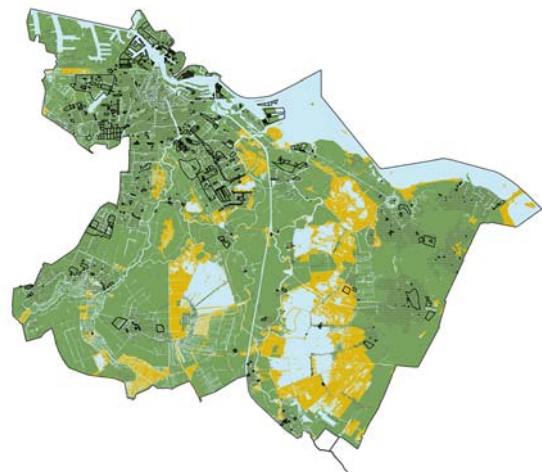
## 1.16 – Wateroverlast: Waterbeschikbaarheid buffer natuur

Natuur die verdrogingsgevoelig is kan schade oplopen bij een tekort aan zoet water in droge perioden. Het inlaten van oppervlaktewater is in deze gebieden niet altijd mogelijk omdat dit water (juist in droge perioden) nutriëntrijk en van slechte kwaliteit kan zijn en daarmee schadelijk kan zijn voor de natuur. Eén van de oplossingsrichtingen is te zorgen voor een hogere waterstand in of om natuurgebieden waardoor er meer water beschikbaar is.



### Doorvertaling legenda (op basis van expert judgement)

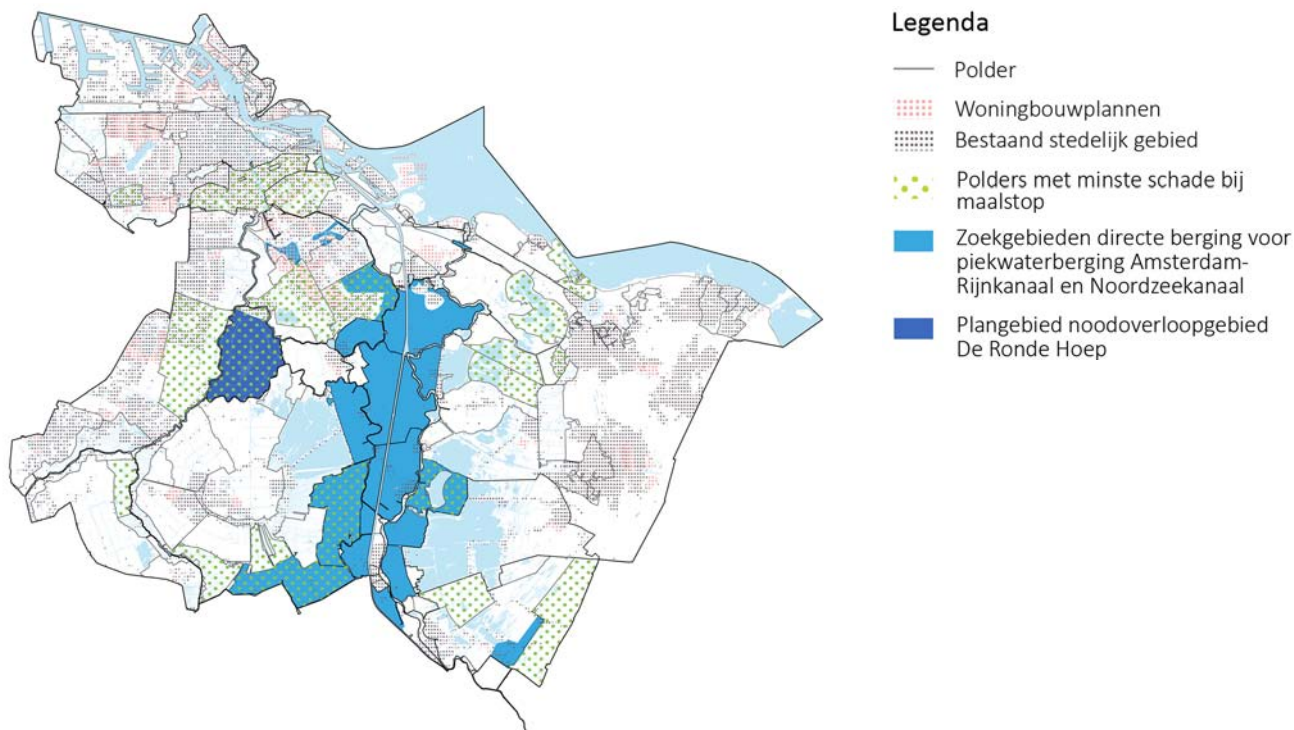
**G** Hou rekening met mogelijk verhogen waterpeilen rondom verdrogingsgevoelige natuurgebieden (Natura 2000 en NNN) met grotere kans op wateroverlast als gevolg, zoekgebieden zijn nog niet in kaart gebracht.





## 1.17 – Wateroverlast: Behoeft berging (piek)water

Bij piekbuien zal het waterafvoersysteem steeds vaker onvoldoende capaciteit hebben, bijvoorbeeld omdat het maximale waterpeil op het Amsterdam-Rijnkanaal wordt bereikt en het water uit de polders daar niet op afgewaterd kan worden. Door (piek)waterbergingsgebieden aan te wijzen waarin regenwater kan worden opgevangen kan er meer water worden geborgen. Bijvoorbeeld in de laagste 10% gebieden van polders (waar het water zich verzamelt), door strategische locaties te reserveren voor waterberging of door piekwaterbergingsgebieden aan te leggen die kunnen dienen als noodoverloopgebied voor boezems.

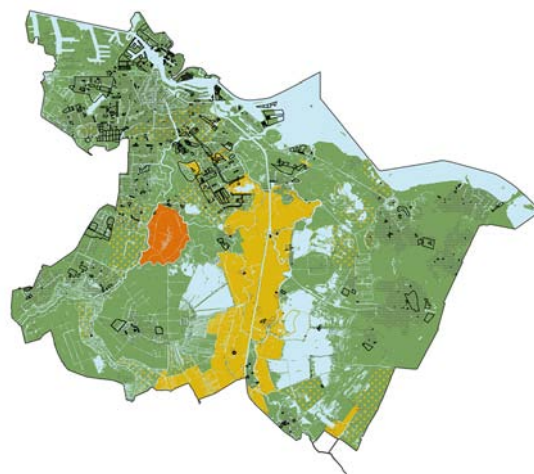


### Doorvertaling legenda (op basis van expert judgement)

**G** Ontwikkel in zoekgebieden voor (piek)waterberging waterbestendig, zodat het toekennen van een waterbergingsfunctie (waarbij het gebied inundeert) in de toekomst mogelijk blijft.

✦ Zorg ervoor dat nieuwe ontwikkelingen de schade bij een maalstop niet doen toenemen (bouw afhankelijk van de locatie waterbestendig of zorg voor voldoende bergingscapaciteit)

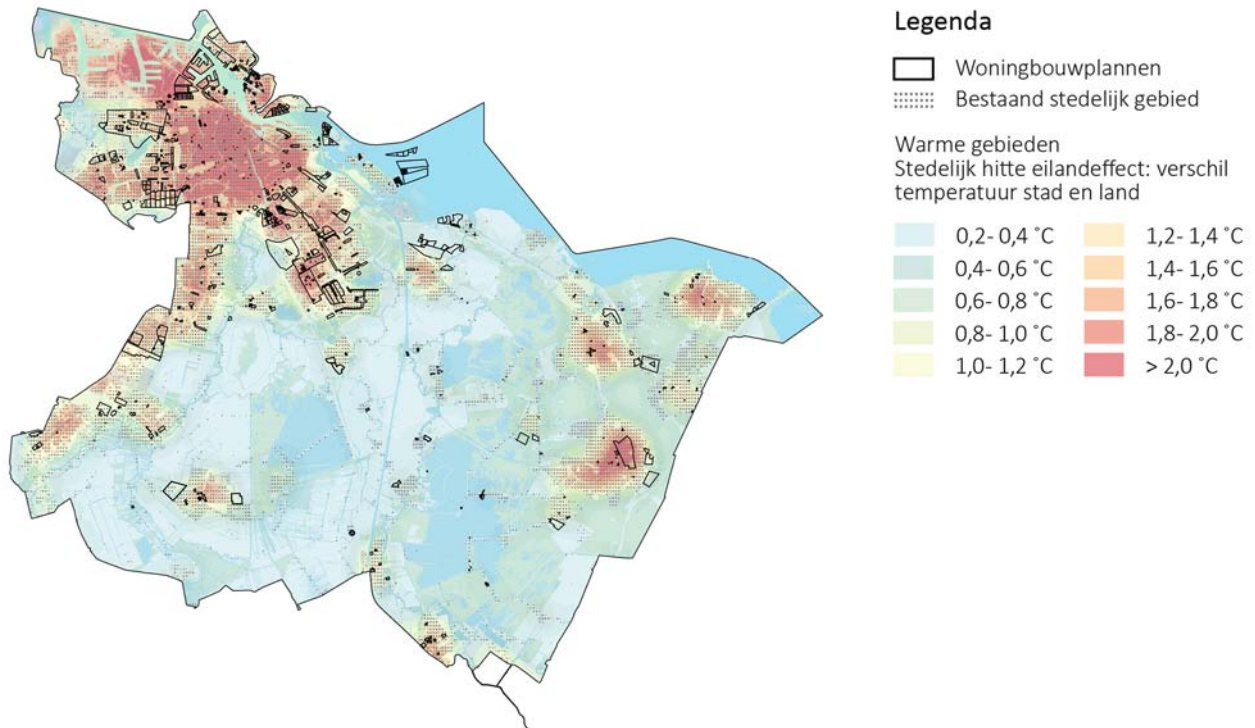
**D** In toegewezen noodoverloopgebied wordt in extreme (nood) situaties in korte tijd veel water ingelaten. Heroverweeg de locatiekeuze voor gebouwde ontwikkelingen.





## 1.18 – Hitte: Urban heat island effect

Onder invloed van de toenemende hitte kan het erg warm worden met name in stedelijk gebied waar veel verharding te vinden is. Deze warmte kan 's nachts blijven hangen waardoor het ook 's nachts minder goed afkoelt. Dit kan effect hebben op de gezondheid van inwoners (met name kwetsbare bevolkingsgroepen) en de productiviteit van werknemers, maar ook op bijvoorbeeld bruggen en tramrails die uitzetten en niet meer werken of waterleidingen die opwarmen.



### Doorvertaling legenda (op basis van expert judgement)

**B** Hitte en (natuurlijke) koeling is een belangrijk aandachtspunt voor ontwerp van gebouwen en gebiedsontwikkeling (koele plekken en routes, zwemwater). Met name in gebieden met kwetsbare groepen (eenzame ouderen) en vitale en kwetsbare functies.







DEEL B

# Perspectief woningbouw

---







# Wat betekent dit voor woningbouwplannen?

Hoe de condities voor water en bodem sturend zo goed mogelijk kunnen worden meegenomen bij woningbouwplannen hangt onder andere af van de concreetheid van de plannen:

- Tot 2030 (locatiekeuze staat vast) inzetten op 'hoe' we bouwen.
- Na 2030 (tot 2050) ook beter afwegen 'waar' we bouwen.
- Tot 2100 inzetten op mogelijkheden voor systeemherstel water en bodem.

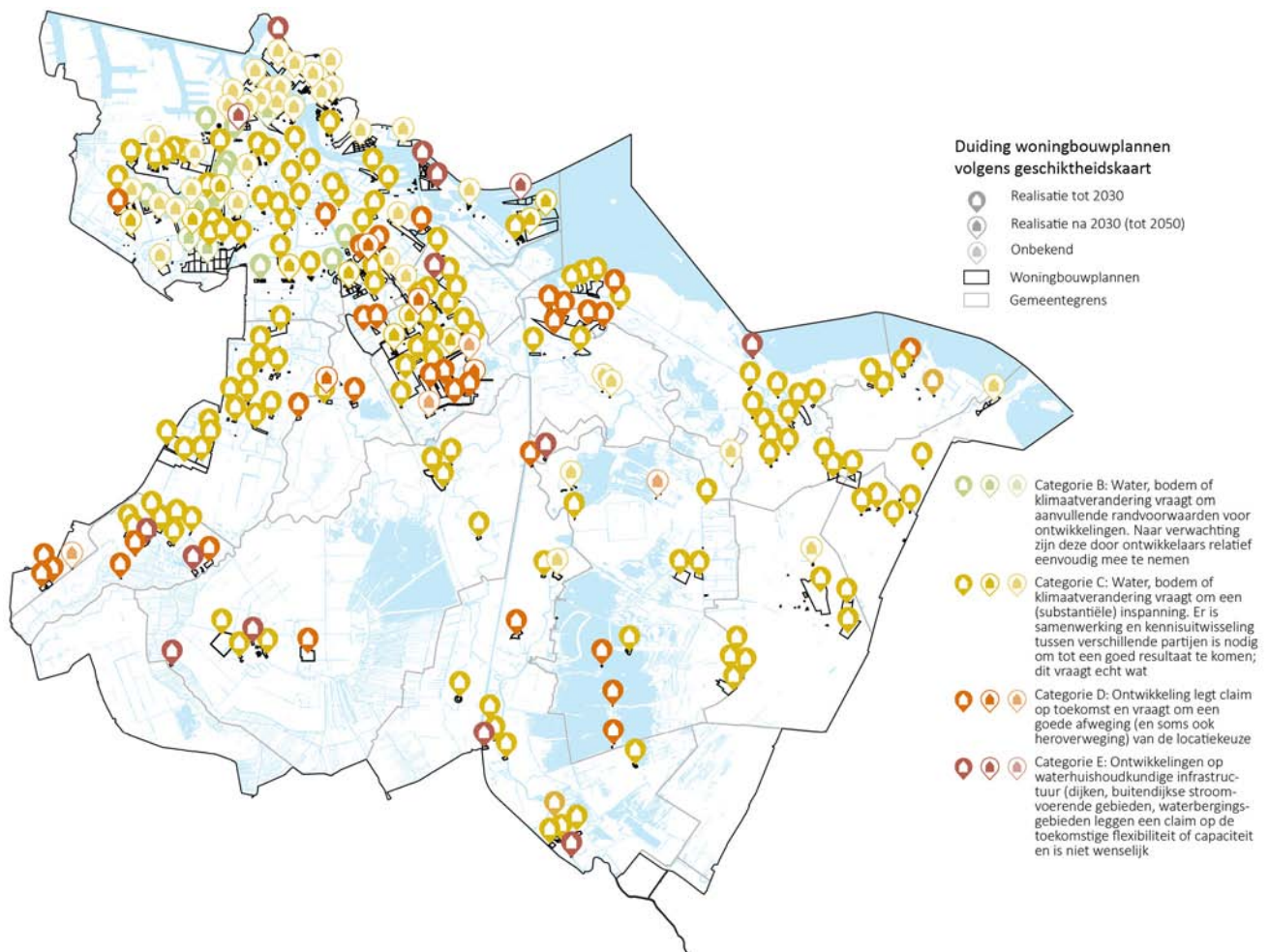


FIG. B.1.1 Duiding woningbouwplannen en opgave (tot 2030 en daarna)

# Aangepast ontwikkelen

Binnen de AGV zien we verschillende hoofdpogaven per gebied, waarmee met de woningbouw rekening gehouden moet worden.

- In het stedelijke gebied van Amsterdam is (regen)waterbestendigheid en inzetten op gevolgbeperking een belangrijk uitgangspunt.
- Langs het Amsterdam-Rijnkanaal zijn bodemdaling, overstromingsrisico's, opbarsting, vernatting en rekening houden met waterbergingsgebieden, en het beschermen van drinkwaterwingebieden belangrijke opgaven.
- Op de Heuvelrug ligt de nadruk op infiltratie en herstel van het grondwater.
- In de buitendijkse gebieden en oeverlanden dient bij ontwikkelingen rekening te worden gehouden met toenemende waterstanden.

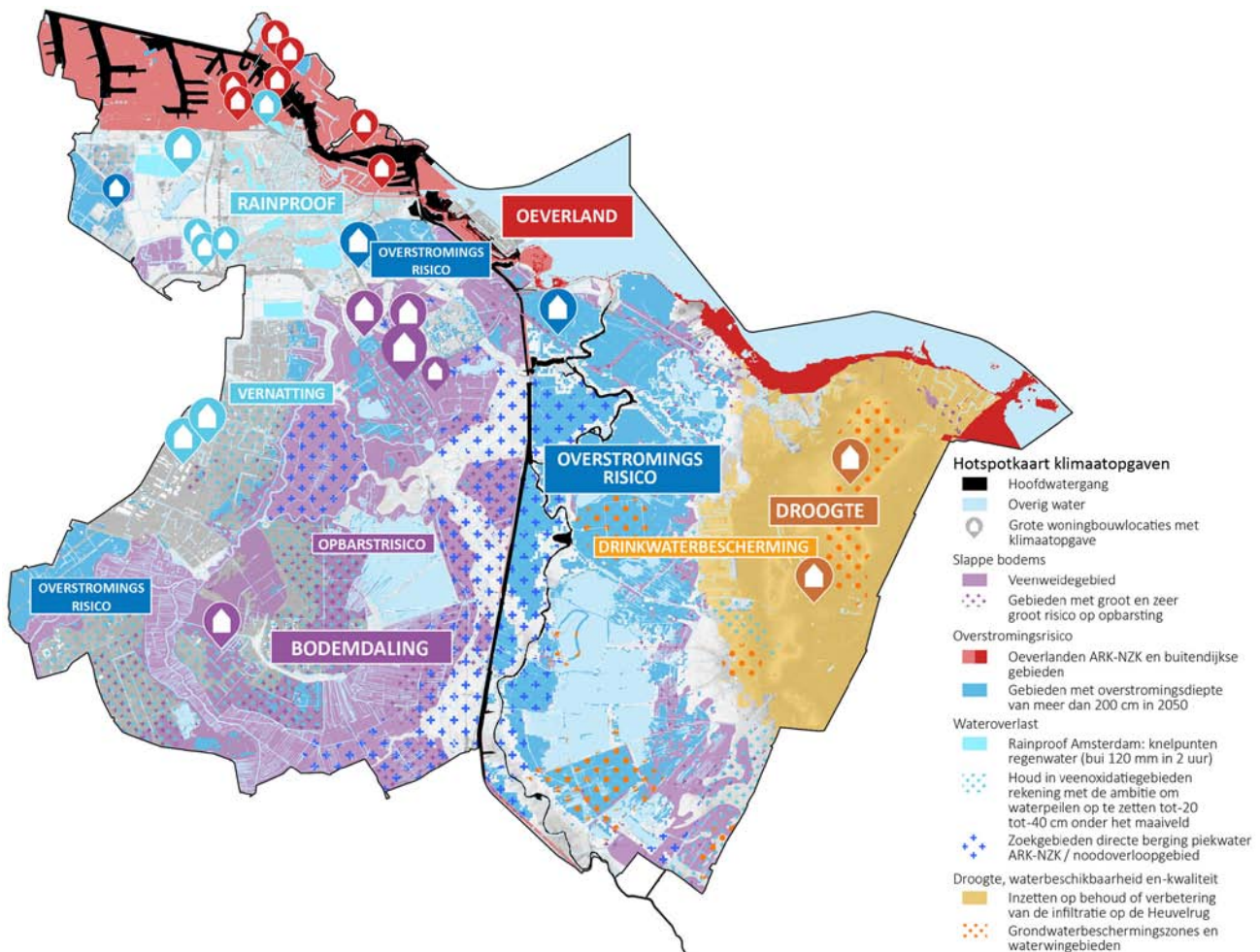


FIG. B.1.2 Hotspotkaart woningbouw

Onderstaande kaart toont indicatief de (combinatie van) opgaven waar verschillende woningbouwplannen rekening mee moeten houden. Op de volgende pagina's staan voorbeelden van maatregelen en handelingsperspectieven die hierbij mogelijk zijn:

- Handelingsperspectief bodemdaling
- Handelingsperspectief overstromingsrisico
- Handelingsperspectief droogte en waterbeschikbaarheid
- Handelingsperspectief regenwateroverlast

Raadpleeg voor klimaatadaptief ontwikkelen ook de 'Maatlat duurzame woningbouw' en inspirerende voorbeelden uit 'Amsterdam Rainproof'.

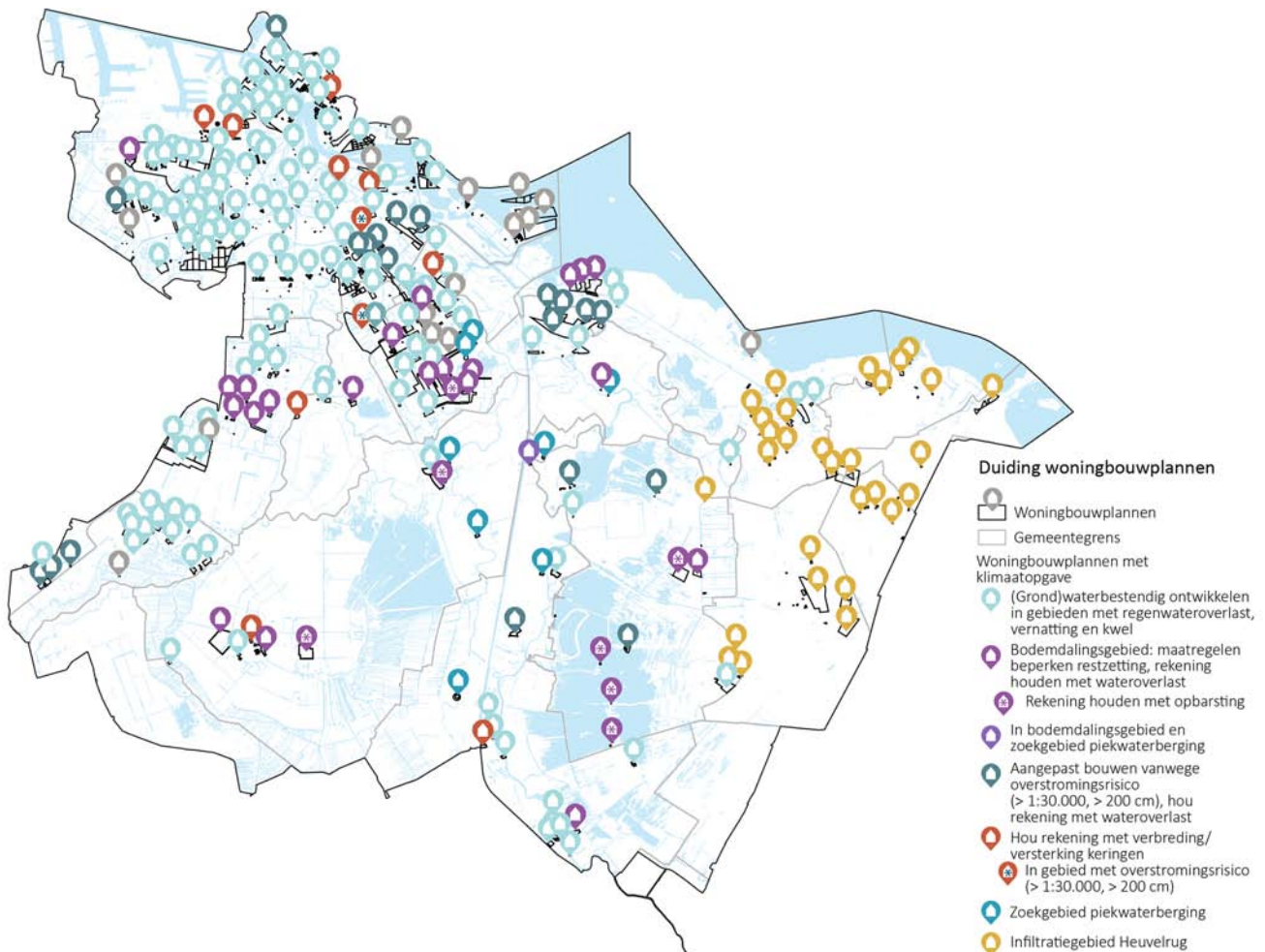


FIG. B.1.3 Belangrijkste opgave per ontwikkellocatie



# Handelingsperspectief bodemdaling

## Ontwikkel (grond)waterbestendig in zoekgebieden voor vernatting van veen

Hou in veenoxidatiegebieden rekening met de wens grondwaterpeilen te verhogen ten behoeve van reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot en bodemdaling. Omdat verdere peilindexaties niet gewenst zijn zal dit leiden tot hogere grondwaterstanden (en een beperktere drooglegging). Door de hogere waterstanden kan er door de beperkte bergingscapaciteit van het oppervlaktewatersysteem eerder wateroverlast optreden.

### Waterbergingsgebieden

Door de beperkte drooglegging is er weinig waterberging mogelijk in het oppervlaktewatersysteem. Zorg op gebiedsniveau voor voldoende waterberging.

- 1 Zorg dat er op gebiedsniveau voldoende ruimte wordt gereserveerd en ingericht voor waterberging (of in gebieden waar het water zich verzamelt en de optredende schade acceptabel is). **A B C**
- 2 Maak bredere sloten met flauwe oeverwalzodan er meer ruimte voor waterberging ontstaat. **A B**

### Bouw grondwaterbestendig

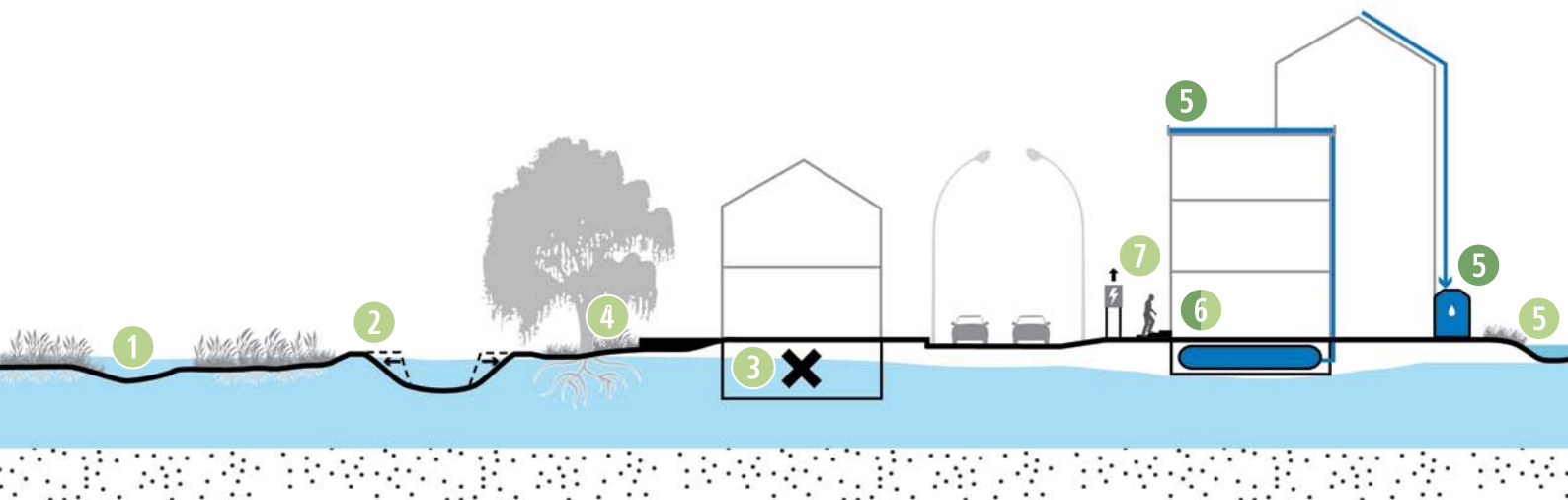
Door de hoge grondwaterstanden kunnen niet-waterdichte kelders en vloeren sneller tot wateroverlast leiden:

- 3 Bouw woningen zonder kelder of kruipruimte. **B**
- 4 Zorg dat de inrichting van tuinen (beplanting, vlonders) tegen natte situaties kan, dit vraagt om aangepaste ontwerpen. **B**

### Bouw regenwaterbestendig

Door de lage drooglegging treedt er sneller wateroverlast op. Zorg voor voldoende regenwaterberging bij ontwikkelingen.

- 5 Zet in op wateropvang in bebouwd gebied (regentonnen, waterzakken, wadi's en wateropvang in parken). **A B**
- 6 Zorg dat gebouwen waterdichte plinten hebben van bijvoorbeeld 20 cm zodat (regen)water op het maaiveld geen schade oplevert **A**, of dat de openbare ruimte een verhoogde plint vormt. **B**
- 7 Zorg dat de openbare ruimte waterbestendig is ingericht. Denk daarbij ook aan entrees van parkeergarages en aan verhoogde elektrakasten. **B** Zet hoogteverschillen in de openbare ruimte in om water te leiden (weg te houden of op te vangen). **B**





## Ontwikkel bodemdalingsbestendig (voorkom afwenteling kosten in bodemdalingsgebieden)

Een gebouwde ontwikkeling in een gebied met sterke bodemdaling of zetting wentelt mogelijk af op de toekomst en het publieke domein (via kosten voor beheer of peilindexatie). Zorg dat er een goede kosten-batenanalyse wordt gemaakt waarin voor de levensduur van de ontwikkeling de haalbaarheid van maatregelen die de restzetting reduceren wordt verkend. Is er geen sluitende businesscase, heroverweeg dan de locatie.

### Bodemdalingsbestendig bouwen

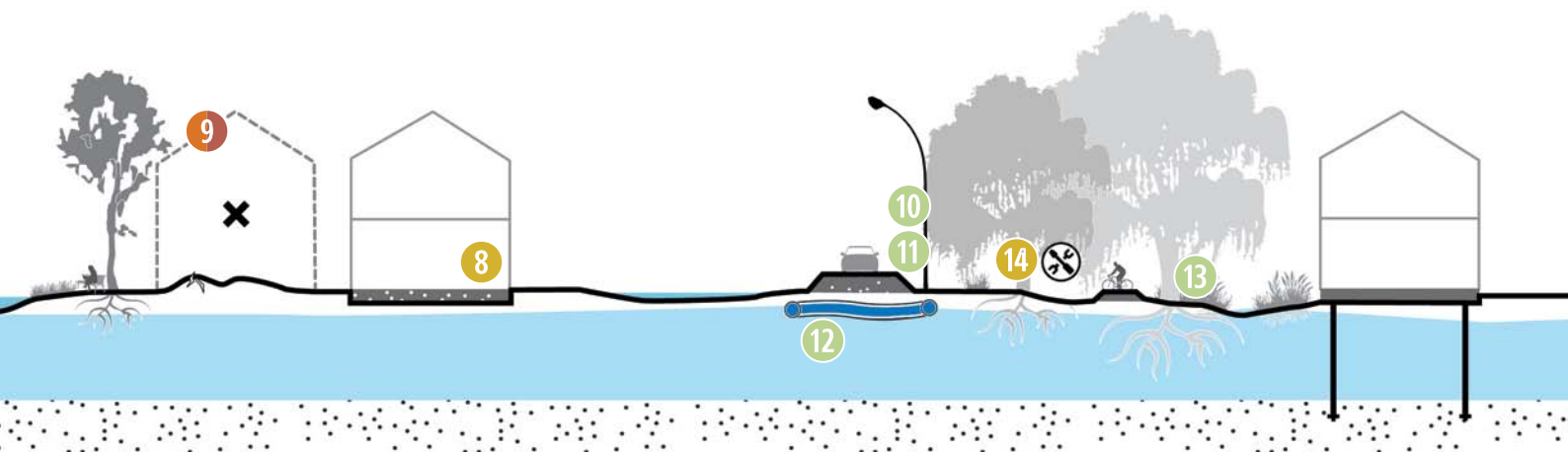
- 8 Zorg voor bouwmethoden die de restzetting beperken zoals een goede fundering, lichte materialen en waterdichte vloeren. **C**
- 9 Ontwikkel niet in gebieden met een groot risico op opbarsting of doe dit met innovatieve technieken, zoals drijvend bouwen of bouwen op palen. **D E** Ook de aanleg van vlakvormige waterbergingen brengt risico's met zich mee.

### Bodemdalingsbestendige infrastructuur

- 10 Funder de wegen indien nodig **B**
- 11 Gebruik lichte ophoogmaterialen zoals:
  - EPS **B**
  - (lokaal) granulair materiaal **B**
- 12 Kies voor bodemdalingsbestendige leidingen:
  - flexibele buizen bestaande uit vervormbare materialen **B**
  - versterkte leidingen (drie keer dikker en groter dan normaal) **B**
  - het aanleggen van infiltratiedrains **B**
  - Voorkom zettingsverschillen bij kruisingen van nutsvoorzieningen met waterstaatskundige infrastructuur (zoals duikers).

### Meebewegen openbare ruimte

- 13 Houd in het ontwerp van tuinen en openbare ruimte rekening met bodemdaling en steeds beperktere drooglegging.
  - waterrobuuste beplanting **B**
  - waterrobuuste tuinen **B**
  - wateropvanggebieden **B**
  - microhoogtestrategie **B**
  - gefundeerde hogere paden **B**
  - ophoogbare trottoirs **B**
- 14 Neem eventuele extra kosten voor beheer en onderhoud mee in de exploitatiekosten (levensloop) **C**



# Handelingsperspectief overstromingsrisico

## Hou binnendijks rekening met het overstromingsrisico (gevolgbeperking)

Bij waterveiligheid kan niet alleen worden ingezet op het verkleinen van de kans op overstromingen, maar ook op het beperken van gevolgen. Bij meerlaagsveiligheid wordt zowel gekeken naar het verkleinen van de kans (door dijken en keringen) als het beperken van gevolgen (door noodplannen, andere ruimtelijke inrichting of aangepast bouwen).

### (Regen)waterbestendig bouwen

In gebieden die tot 20 cm kunnen overstroomd worden kan worden ingezet op waterbestendig bouwen. De maatregelen hiervoor werken ook voor regenwateroverlast op het maaiveld.

- 1 Zorg dat gebouwen waterdichte plinten hebben van bijvoorbeeld 20 cm zodat (regen)water op het maaiveld geen schade oplevert, **A** of dat de openbare ruimte een verhoogde plint vormt. **B**
- 2 Zorg dat de openbare ruimte waterbestendig is ingericht. Denk daarbij ook aan entrees van parkeergarages en aan verhoogde elektrakasten. **B** Zet hoogteverschillen in de openbare ruimte in om water te leiden (weg te houden of op te vangen). **B**

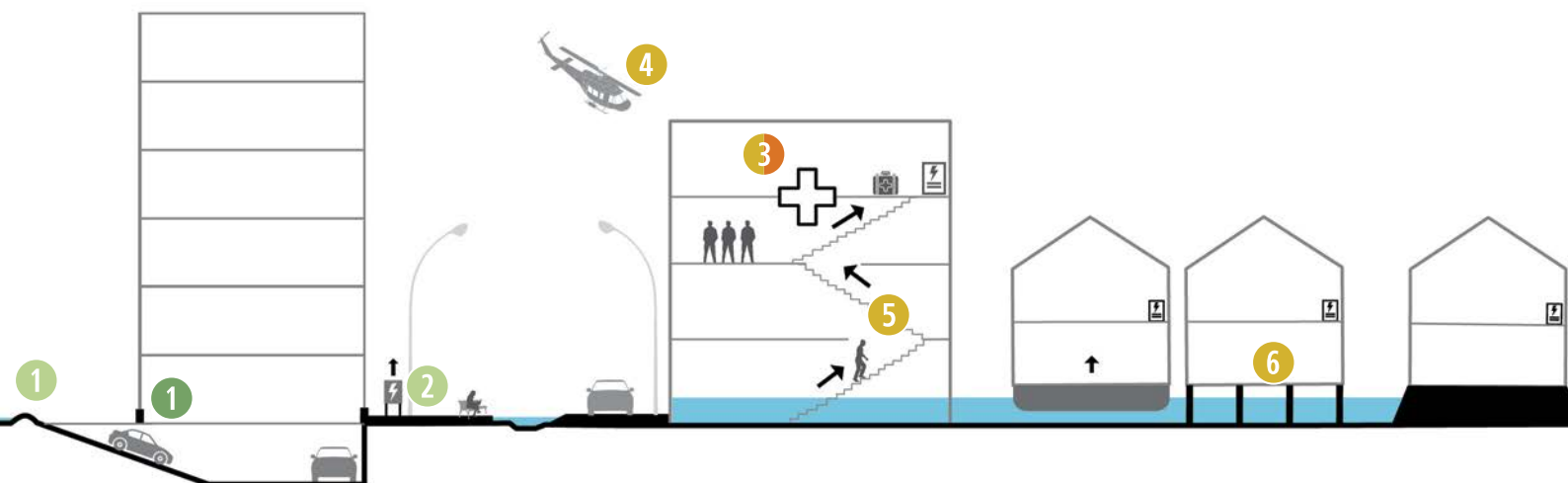
### Gevolgbeperking binnendijks

Verken in binnendijkse gebieden die kunnen overstroomd worden (en weinig mogelijkheden voor verticale evacuatie kennen) maatregelen voor gevolgbeperking.

- 3 Zet in op gevolgbeperking bij vitale en kwetsbare functies (zoals ziekenhuizen, bejaardenhuizen, elektriciteitsvoorzieningen, hulpdiensten, datacenters, musea). **C** Kent een overstroming mogelijk een grootschalig keteneffect? Heroverweeg dan de locatie. **D**
- 4 Zorg voor een goed noodplan (hoe kom je een gebied na een ramp uit of in?). **C**
- 5 In gebieden die diep kunnen overstroomd worden en weinig mogelijkheden kennen voor verticale evacuatie (vluchten naar een droge verdieping) kan worden ingezet op nieuwbouw met een dubbelfunctie als shelter. **C**

### Flood proof bouwen

**6** Bouw aangepast (flood proof) in gebieden die een kans groter dan 1:300 kennen op een overstromingsdiepte van meer dan 50 cm. Denk bijvoorbeeld aan bouwen op terpen en palen, drijvende of amfibische woningen of waterdichte gevels of plinten. **C**



## Reserveer buitendijks ruimte voor toenemende waterstanden (en versterking van keringen)

### Ruimte voor keringen

Langs (primaire) keringen kan bebouwing kosten voor meer complexe dijkversterkingen met zich meebrengen (afwentelen kosten).

7 Zorg dat er langs keringen niet wordt gebouwd op trajecten waar de dijk momenteel nog onbebouwd is. **E**

8 Respecteer het profiel van vrije ruimte. Zorg dat ook op de lange termijn voldoende ruimte vrij blijft langs de dijken om deze in de toekomst in de grond te kunnen versterken (zonder dat hier extra constructies voor nodig zijn).

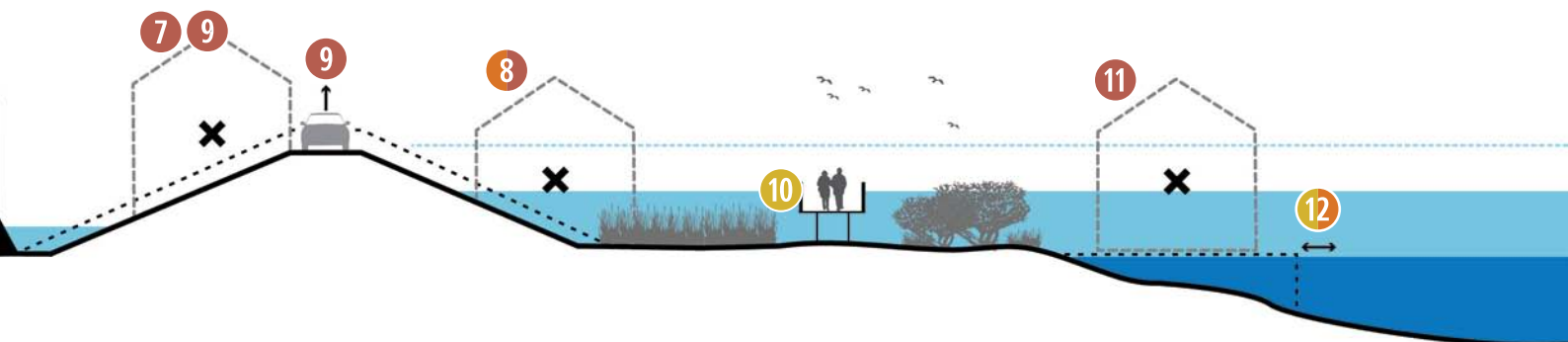
**D E**

9 Wees terughoudend met bouwconcepten waarbij de dijk wordt bebouwd (ook als daarbij het profiel van vrije ruimte wordt gerespecteerd): door klimaatverandering of beleid kunnen deze normen tijdens de levensduur van de bebouwing wijzigen. **E**

### Ruimte voor hogere waterpeilen

Oeverlanden langs het hoofdwatersysteem (ARK, Lek, Linge) kunnen bij een toename van de waterpeilen (waartoe kan worden besloten om meer water te bergen of af te voeren) in de toekomst inunderen.

10 Hou bij ontwikkelingen (in het bijzonder van vitaal en kwetsbare functies) rekening met een toekomstige toename van het waterpeil en eventuele inundatie. **C**





# Handelingsperspectief droogte en waterbeschikbaarheid

## Bescherm en hou rekening met bestaande (grond)watervoorraden

De watervraag neemt steeds verder toe, bijvoorbeeld door nieuwe woningbouwontwikkelingen, groengebieden, bedrijventerreinen en industrieën, maar ook door de vernatting van veen. Er zal dus spaarzaam om gegaan moeten worden met het beschikbare grond- en oppervlaktewater en er zal minder water overblijven voor de bestrijding van droogte.

### Zonering van de ondergrond

Het is met name in stedelijk gebied druk in de ondergrond.

- 1 Zet in op een goede zonering die grondwaterstromen zo min mogelijk beïnvloedt en voldoende ruimte biedt voor nieuwe waterbergingsfuncties. **B**
- 2 Zorg ervoor dat ondergrondse drinkwaterleidingen niet opwarmen (impact drinkwaterkwaliteit). **B**

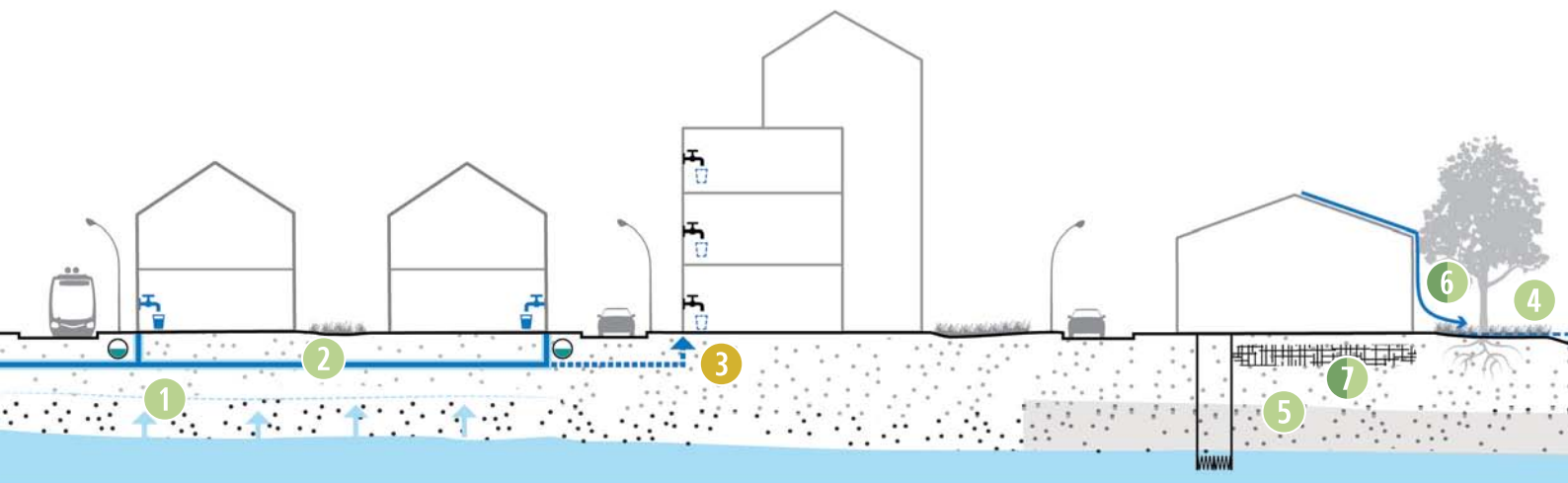
### Waterbeschikbaarheid

- 3 Drinkwaterbeschikbaarheid wordt vaak als een vanzelfsprekendheid gezien. Er zijn echter gebieden waar nog niet voldoende drinkwater beschikbaar is en de drinkwatervoorziening (netwerk en voorraad) uitgebreid moet worden als hier gebiedsontwikkeling plaats vindt. Hou rekening met de beschikbaarheid van drinkwater bij de aanleg van gebiedsontwikkelingen. **C**
- 4 Creëer robuuste watersystemen met een goede doorstroming voor een optimale waterkwaliteit (ook bij droogte en hitte). Voorkom het inlaten van gebiedsvreemd nutriëntrijk water. **B**

### Bescherm (grond)watervoorraden

In het AGV gebied wordt veel drinkwater gewonnen (deze gebieden worden beschermd door de provinciale Verordening). Daarnaast is een groot deel van het AGV gebied aangewezen als strategische grondwatervoorraad. Het is van belang de (grond)waterkwaliteit te beschermen en niet verder achteruit te laten gaan.

- 5 Maak, naast het volgen van de regels in de omgevingsverordening, gebruik van duurzame stoffen in gesloten bodemenergiesystemen. Hou toezicht op de uitvoering en aanleg. **B**
- 6 Volg bij het afkoppelen van regenwaterafvoer de leidraad van de provincie die rekening houdt met de bescherming van de drinkwatervoorraden. **A B**
- 7 Saneer indien nodig de bodem voordat woningen gerealiseerd worden. **A B**



## Zet maximaal in op infiltratie en sponswerking

Zorg dat de watervraag van ontwikkellocaties niet verder toeneemt door bij nieuwe ontwikkelingen (en transformaties van bestaande stedelijke gebieden) in te zetten op infiltratie, waterberging, slim watergebruik, robuuste watersystemen en droogte- (en zout-)resistente beplanting.

### Slim watergebruik

Zorg dat de watervraag beperkt wordt zodat er minder water nodig is op plekken waar dit niet voorradig is.

- 8 Beperk de watervraag:
  - Zorg voor droogteresistente beplanting, beplanting die minder verdampt en aangepaste ontwerpen voor de openbare ruimte B
  - Zet in op maatregelen voor slim watergebruik (beperken water douche/toilet of gebruik regenwater) A B
- 9 Verken mogelijkheden voor hergebruik:
  - Verken opties voor benutten van effluent rioolwaterzuivering (RWZI) B
  - Slimmere waterkringlopen (benut schoon water uit kwel of aan het begin van een watergang voor juiste hoogwaardige functies) C

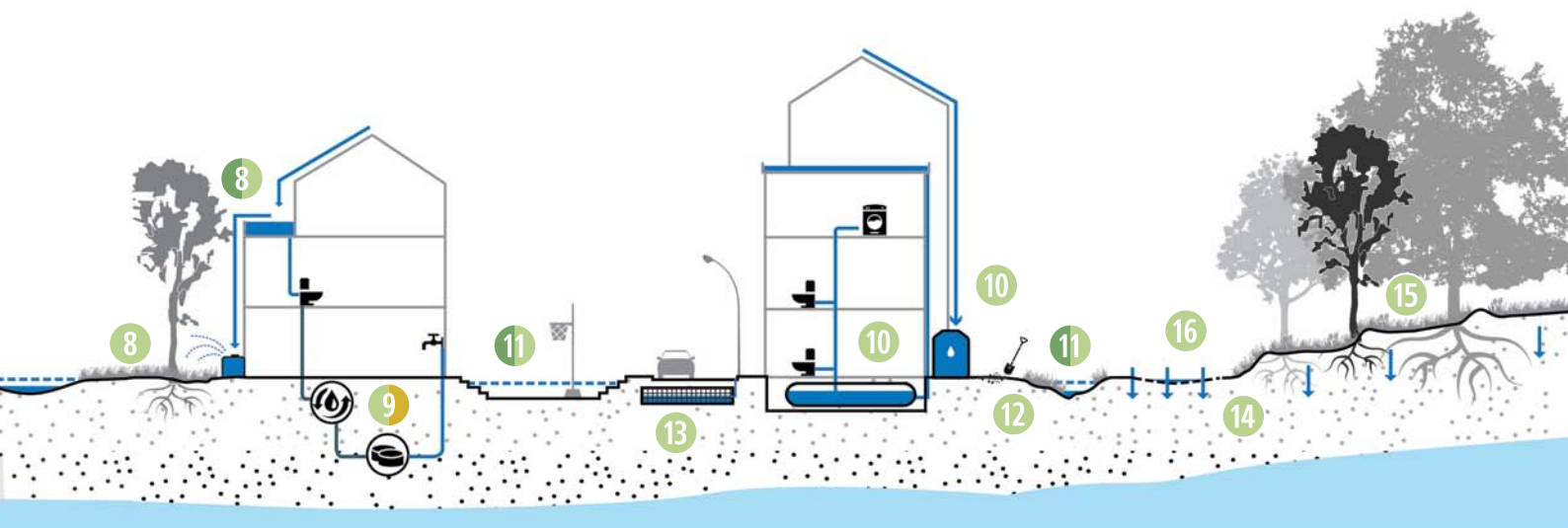
### Wateropvang en buffer

- 10 Vang water op in gebouwen zodat het kan worden hergebruikt:
  - Regenwatervijver in de tuin A B
  - Regentonnen A B
  - Waterzakken A B
- 11 Vang water op in de openbare ruimte zodat het kan worden hergebruikt of het kan infiltreren:
  - Wadi's A B
  - Waterpleinen A B
  - Regenwateropvang parken B
- 12 Verbeter de bodemkwaliteit zodat deze vocht beter vasthoudt en weer afgeeft. B
- 13 Verken opties voor wateropslag in de bodem:
  - Infiltratiekragen B
  - Ondiepe watervoorraad B
  - Diepte infiltratie C

### Infiltratie

In gebieden met infiltratiepotentie in de bodem is het mogelijk water te infiltreren. Dit water kan worden ingezet om grondwaterreserves aan te vullen of zal als schoon kwelwater weer uittreden.

- 14 Zet in op maximale infiltratie door middel van reduceren verhard oppervlak (meer groen) en permeabele verharding. B
- 15 Zorg op hellingen voor een cascade-effect (getraptheid maaiveld) waardoor het water niet direct afstroomt. B
- 16 Verzamel water op plekken waar het langzaam kan infiltreren (in plaats van het af te voeren). B



# Handelingsperspectief regenwateroverlast

## Waterneutraal en -robuust ontwikkelen

Zorg dat ontwikkelingen de druk op het waterafvoersysteem niet vergroten (door het water binnen het projectgebied of polder te bergen) en ontwikkel (grond- of regen-) waterbestendig in gebieden waar wateroverlast te verwachten is.

### Stresstesten

Zorg dat goed in beeld is waar het water zich bij extreme regenval kan verzamelen.

- 1 Breng mogelijke wateroverlast en bijbehorende risico's in beeld (op basis van modellen waarin extreme buien, het bestaande waterafvoersysteem en waarnemingen worden gecombineerd). **B**
- 2 Zorg dat op deze plekken geen vitale en kwetsbare functies worden ontwikkeld en aangepast wordt gebouwd of ingericht. **C**

### Zorg voor wateropvang

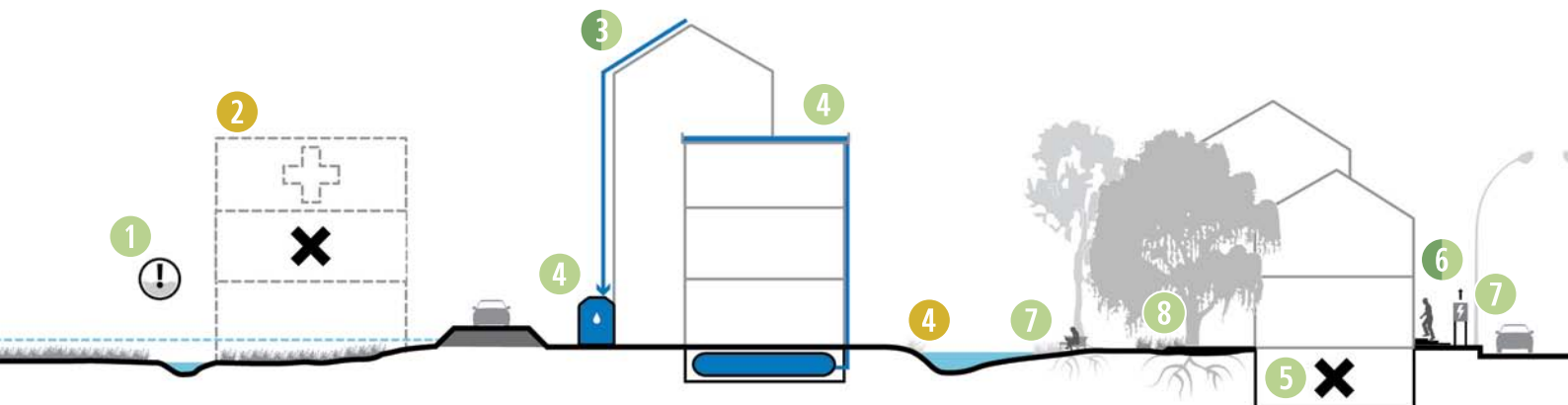
Door de hoge mate van verharding in bebouwde gebieden moet er veel regenwater worden afgevoerd. Zorg dat er meer water wordt vastgehouden en geborgen. Dit water kan vervolgens in droge periodes weer gebruikt worden.

- 3 Bij nieuwbouw wordt al ingezet op het bergen van tenminste 70 mm in 1 uur (convenant klimaatadaptief bouwen). **A**  
Hou rekening met (indicatief) +5% in 2050 en +10% in 2100 extra mm voor het bergen van regenwater. **B**
- 4 Zet in op wateropvang binnen gebiedsontwikkelingen (regentonnen, waterzakken, wadi's en wateropvang in parken). Open water heeft daarbij de voorkeur boven technische oplossingen. **B C**

### Bouw waterbestendig

Bij wateroverlast (regenwater op straat) kan zeker in gebieden met een beperkte drooglegging en hoge grondwaterstanden schade optreden.

- 5 Bouw woningen zonder kelder of kruipruimte en zorg voor waterdichte vloeren en plinten. **B**
- 6 Zorg dat gebouwen waterdichte plinten hebben van 20 cm zodat (regen) water op het maaiveld geen schade oplevert, **A** of dat de openbare ruimte een verhoogde plint vormt. **B**
- 7 Zorg dat de openbare ruimte regenwaterbestendig is ingericht. Denk ook aan verhoogde elektrakasten. **B** Zet hoogteverschillen in om water te leiden (weg houden of opvangen). **B**
- 8 Zorg dat de inrichting van tuinen (beplanting, vlonders) tegen natte situaties kan, dit vraagt om aangepaste ontwerpen. **B**





## Reserveer ruimte voor waterberging

Zet in op extra waterberging om het waterafvoersysteem niet verder te belasten.

### Vergroot capaciteit oppervlaktewater

Vergroot waar mogelijk het oppervlaktewatersysteem, zodat er meer water kan worden geborgen.

9 Zorg voor natuurlijke oevers en hellende taluds in plaats van rechte beschoeide oevers. B Is dit niet mogelijk, zorg dan dat de beschoeiing 20-30 cm boven zomerpeil wordt geplaatst voor voldoende bergingscapaciteit. B

10 Zorg dat (nieuw)bouw een eventuele toekomstige uitbreiding van het oppervlaktewatersysteem niet beperkt. B C

11 Verken in het ontwerp en bij herstructureringsprojecten of openbare ruimten aan het oppervlaktewatersysteem gekoppeld kunnen worden (en daarmee bij extreme regenbuien overstroombaar worden). C

### Waterbergingsgebieden

Zorg voor voldoende waterbergingsruimte binnen gebiedsontwikkelingen, en compenseer waar mogelijk extra binnen bestaand stedelijk gebied met een waterbergingsopgave.

12 Zorg dat in een stedelijk gebied de bestaande regenwaterbergingsopgave in de nieuwe ontwikkeling (zo veel mogelijk) wordt meegenomen. C

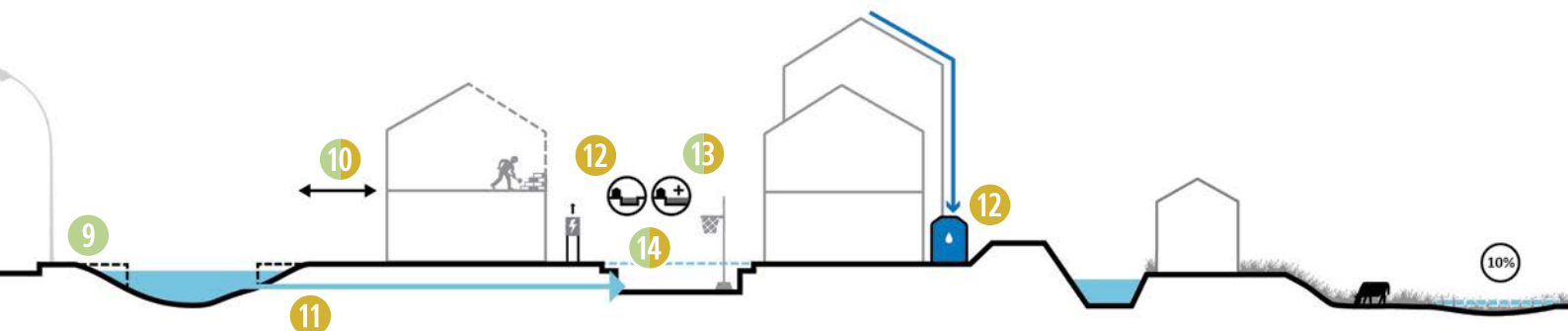
13 Reserveer extra bergingsruimte binnen de gebiedsontwikkeling (bovenop de huidige norm). Deze kan worden ingezet bij klimaatverandering, of als een gekozen maatregel (zoals halfverharding) niet blijkt te werken en er ruimte nodig is voor alternatieven. B C

14 Bouw en ontwikkel in (piek) waterbergingsgebieden (bijvoorbeeld een park of plein) grond- en regenwaterbestendig (waterrobuuste inrichting, aangepast bouwen, verhoogde elektrakasten). B C

### Reserveer 10% laagste gebieden polders

Is er binnen de gebiedsontwikkeling niet voldoende ruimte, zet dan in op het bergen van water in het landelijke gebied hier omheen.

15 Zet in op extra waterberging om het waterafvoersysteem niet verder te belasten: reserveer het 10% laagste oppervlak van polders voor waterberging C of wijs waterbergingsgebieden aan en ontwikkel hier multifunctioneel of waterbestendig (innovatieve woonvormen, zoals drijvend, amfibisch, op palen) C of wees (als bouwen zonder afname van het waterbergend vermogen niet lukt) restrictief met ontwikkelingen. E



## Handelingsperspectief ecologische en chemische kwaliteit\*

### Ontwerp zo dat alle ecologische sleutelfactoren in orde zijn.

---

De ecologische en chemische kwaliteit hangt af van negen sleutelfactoren (ESFen). Deze helpen om het watersysteem te begrijpen en ontwerpen. Het zijn de bepalende factoren voor een goed functionerend watersysteem. De basis wordt gevormd door de randvoorwaarden voor een gezond ecologisch watersysteem. De aanvullende voorwaarden geven aan of soorten er kunnen komen en er ook kunnen blijven. Lees in deze publicatie *Ecologische Sleutelfactoren voor stilstaande wateren / STOWA* meer over de ESF's voor stilstaande wateren. Hieronder een reeks maatregelen om de ecologische sleutelfactoren op orde te krijgen:

\*Het handelingsperspectief voor ecologische en chemische waterkwaliteit moet in een vervolg nog verder worden uitgewerkt.

#### ESF 1 en 3: Productiviteit water en bodem

---

Te veel voedingsstoffen in het water zorgen voor algenbloei, kroos en te weinig waterplanten. Bij de aan- en afvoer van water moet daarom rekening gehouden worden met de voedselrijkdom ervan. De gevoeligheid voor voedselrijkdom hangt af van het ontwerp (verblijftijd, diepteprofiel, bodem (zand, klei, veen) etc.).

- ❶ De afvoer van water vanaf verhard oppervlak vindt niet rechtstreeks plaats naar het oppervlaktewater, maar via een bodempassage of een ander systeem dat voedingsstoffen vasthoudt.
- ❷ Riooloverstorten worden niet aangelegd, bestaande worden verwijderd.
- ❸ Zorg voor een voldoende voedselarme waterbodem. Bij de ophoging van een terrein wordt alleen schoon zand gebruikt.

#### ESF 2: Lichtklimaat

---

In troebel water groeien geen planten, in de schaduw evenmin. Zonder voldoende planten is een gezond ecosysteem uitgesloten.

- ❹ Minimaal 30% van het oppervlaktewater heeft een diepte waarbij licht op de bodem komt.
- ❺ Bouw geen steigers, vlonders en dergelijke. Boten alleen afmeren op daartoe bestemde locaties.
- ❻ Bomen en bouwwerken moeten op voldoende afstand van het water staan.

#### ESF 4: Habitatgeschiktheid

---

Het ontwerp van de watergangen en oevers bepaalt in sterke mate of er voldoende ruimte is voor ecologie: planten en dieren. Daarbij is goed onderhoud essentieel.

- ❼ Het talud is niet steiler dan 40 graden, 85% van de oever is "onverdedigd".
- ❽ Er is voldoende open water, de structuur ervan (lengte, breedte, etc.) past bij het beoogde watertype en de functie.
- ❾ Onderhoud dient vanaf de kant plaats te vinden. Alleen bij groot maatschappelijk belang kan onderhoud tot aan de waterlijn plaatsvinden vanaf het water. Zorg voor voldoende ruimte voor een schouwpad.









# Bijlage: bronnen

---

# BIJLAGE 1 Bronnen

## Grondslag kaarten

---

Alle kaarten in het rapport zijn gemaakt door Defacto, op basis van onderstaande data (stand van zaken november 2022).

Op alle achtergrondkaarten:

- Woningbouwplannen Provincie Noord-Holland: woningbouwplannen Provincie Noord-Holland via Portaal Kaart en Data provincie Noord-Holland.
- Woningbouwplannen Provincie Utrecht: woningbouwplannen Provincie Utrecht via Planregistratie wonen Provincie Utrecht.
- Bestaand stedelijk gebied: CBS bevolkingskernen 2011 via pdok.nl. Dit is de meest recente CBS kaart.

1.1 - Slappe bodems: zetting van bebouwing

- Bodemdaling door ophoging met 1m zand 2050: Deltares 2022 (via Klimateffectatlas). De categorisering voor de geschiktheidskaart woningbouw (waar is bodemdaling een opgave voor woningbouw) is voor de AGV en HDSR bepaald op basis van expert judgement. Verschillende gebieden maken andere keuze in grenswaarden; zo hanteren de provincies Noord-Holland en Zuid-Holland andere categorieën.

1.2 - Slappe bodems: Bodemdaling en afnemende drooglegging

- Bodemdaling 2020-2100: Deltares, WEnR & TNO 2021 (via Klimateffectatlas). Deze kaart laat modelberekeningen zien voor bodemdaling door ontwatering (compactie en oxidatie) in het scenario hoog, met peilindexatie en sterke klimaatverandering. Deze kaart is niet doorvertaald voor de geschiktheidskaart woningbouw omdat de zettingsgevoeligheid voor woningbouw een betere indicatie geeft.

1.3 - Waterkwaliteit: Interne en externe verzilting

- Polders met zoute kwel en hoge chloridegehalten: indicatie polders en categorisering geschiktheidskaart woningbouw (B) op basis van expert judgement.
- Interne verzilting nu: zoutvracht naar oppervlaktewater (kg/ha/jaar): Deltares 2022 'Grondwaterverzilting en watervraag bij een stijgende zeespiegel' Kennisprogramma Zeespiegelstijging, spoor II. Zoutvracht naar oppervlaktewater (kg/ha/jaar) voor de huidige situatie.
- Interne verzilting toekomst (toename zoutvracht oppervlaktewater bij 1 m zeespiegelstijging): Deltares 2022 'Grondwaterverzilting en watervraag bij een stijgende zeespiegel' Kennisprogramma Zeespiegelstijging, spoor II. Verschil zoutvracht naar oppervlaktewater (kg/ha/jaar) voor het geïsoleerde effect van bodemdaling en het geïsoleerde effect van autonome processen.
- Externe verzilting lange termijn (toe-/afname afhankelijke van maatregelen):

- Huidige zoutindringing: op basis van expert judgement.
- Doorwerking zoutindringing ARK (onzeker): op basis van expert judgement.
- Doorspoeling hoofdwaters: Deltares 2022 'Water en bodem als basis. Beslisregels, onderbouwing, kartering' Figuur 3.27 Verziltende gebieden huidige situatie en gebieden waarin verzilting in toekomst kan toenemen.

#### 1.4 - Waterkwaliteit: Het Goede Water op de Goede Plek

- Natura2000 en Natuurnetwerk Nederland: Nationale datasets Natura2000 (2018) en het Provinciaal Natuurnetwerk Nederland (2019). Deze gebieden zijn bijzonder kwetsbaar voor aanvoer van te weinig of kwalitatief slecht water en zijn daarom op basis van expert judgement als categorie C geduid.
- Wateraanvoerroutes, droogval of peiluitzakking, kwetsbaarheid natuur en KRW-plassen, risico's wateraanvoer: Waternet 2019. Stresstesten klimaatadaptatie (droogte): 'Conceptkaart Het goede water op de goede plek'. Deze kaart laat zien welke risico's er bestaan rondom de wateraanvoer in droge situaties: risico's rondom te weinig water (het peil zakt uit, en dat kan schadelijk zijn voor natuur, landbouw, funderingen, bodemdaling, etc) of onvoldoende kwaliteit van het beschikbare water (zout, nutriënten, schade voor natuur, landbouw, drinkwater, etc.). Met de pijlen is de belangrijkste aanvoer van water voor gebieden aangegeven. Op basis van expert judgement is bepaald dat dit onderwerp alleen beperkt invloed heeft op woningbouw en daarmee in categorie B valt.

#### 1.5 - Waterkwaliteit: Zuurstofhuishouding en watertemperatuur

- Natura2000 en Natuurnetwerk Nederland: Nationale datasets Natura2000 (2018) en het Provinciaal Natuurnetwerk Nederland (2019). In deze gebieden is extra ruimte nodig voor een robuust watersysteem en zijn daarom op basis van expert judgement als categorie B geduid.
- Zuurstofhuishouding en watertemperatuur, klimaateffect op de druk: Waternet 2019. Stresstesten klimaatadaptatie (hitte en droogte): 'Concept Waterkwaliteit: huidige toestand en verwachte effecten klimaatverandering'. Deze kaart laat zien wat de huidige waterkwaliteit binnen het beheergebied van Waternet is (onder druk door zuurstofhuishouding en temperatuur) en hoe deze kan worden beïnvloed door klimaatverandering. Op basis van expert judgement is bepaald dat dit onderwerp geen invloed heeft op woningbouw en is daarom in categorie A ingedeeld.

#### 1.6 - Waterkwaliteit: Ecologische en chemische kwaliteit oppervlaktewater

- KRW-lichaam: IHW (waterschappen, RWS), 'Beoordeling ecologische kwaliteit, Kaderrichtlijn Water, 2019' (via Compendium voor de Leefomgeving 2020. Water en milieu. Waterkwaliteit KRW, 2019 Indicatoren.) Op basis van expert judgement zijn deze gebieden in categorie C ingedeeld: er ligt een grote opgave om de waterkwaliteit in KRW-waterlichamen te behouden en te verbeteren, hier moet bij woningbouw rekening mee gehouden worden.
- Overig water: Voor alle waterlichamen geldt dat woningbouw geen negatieve gevolgen mogen hebben op de waterkwaliteit. Op basis van expert judgement zijn deze gebieden als categorie B geduid.
- Natura2000 en Natuurnetwerk Nederland: Nationale datasets Natura2000 (2018) en het Provinciaal Natuurnetwerk Nederland (2019). Deze gebieden zijn bijzonder kwetsbaar bij een verslechtering van de waterkwaliteit en zijn daarom op basis van expert judgement als categorie C geduid.

- Huidige kwel: selectie langs de Heuvelrug (op basis van expert judgement) vanuit kaartbeelden kwel en infiltratie, Deltares 2016 op basis van het Nationaal Water Model (via Klimaateffectatlas). Op basis van expert judgement is bepaald, dat deze gebieden bij categorie C vallen; het is belangrijk te voorkomen dat woningbouw negatieve effecten heeft op de waterkwaliteit in deze kwelzones.

#### 1.7 - Waterkwaliteit: Waterkwaliteit grondwater

- Natura2000 en Natuurnetwerk Nederland: Nationale datasets Natura2000 (2018) en het Provinciaal Natuurnetwerk Nederland (2019). Deze gebieden zijn bijzonder kwetsbaar bij een verslechtering van de grondwaterkwaliteit en zijn daarom op basis van expert judgement als categorie C geduid.
- Hoge kwaliteit infiltrerend water heuvelrug: Op basis van expert judgement is de heuvelrug in categorie C opgenomen, omdat de kwaliteit van het infiltrerende water en de grondwaterstromen door ontwikkelingen niet geschaad worden.
- Waterwingebieden en grondwaterbeschermingsgebieden: Omgevingsverordening NH2020 (geconsolideerd), Paragraaf 4.2.2 Bescherming waterwinning, Interim Omgevingsverordening Provincie Utrecht 2021. Grondwaterbeschermingszones 2022 (via webkaart provincie Utrecht0. Ter bescherming van de grondwaterkwaliteit in waterwingebieden en grondwaterbeschermingsgebieden mogen diepere (waterdichte) kleilagen niet doorboord worden. Dit is binnen de huidige wetgeving geregeld, maar vraagt volgens experts om nadruk binnen deze kaartenreeks (opgenomen in categorie C).
- Opwarming drinkwater: Waternet 2017. Klimaatatlas AGV (hittestress). Opwarming drinkwater in het leidingnet. De kaart combineert de beschikbare data van de relatieve hittestresskaart met het drinkwaterleidingnet, dit geeft een eerste indicatie van de locaties waar drinkwater op hete dagen (afhankelijk van de diepteligging) kan opwarmen. Drinkwaterleidingen met een mogelijk groot risico op opwarming zijn op basis van expert judgement ingedeeld in categorie C.

#### 1.8 - Overstromingsrisico: Binnendijks overstromingsrisico

- Voor de opbouw van de legenda is de tabel uit de presentatie Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat september 2022 "Uitwerking coalitie Akkoord Kabinet: 'Water en bodem sturend'. Concept Richtinggevend kader voor bebouwd gebied" als uitgangspunt gebruikt. Deze is op basis van expert judgement aangescherpt.
- Gebieden die meer dan 200 cm diep kunnen overstromen in 2050: LIWO 2022. Overstromingskansen norm (2050), veroorzaakt door een doorbraak van een waterkering langs het hoofd- of het regionale watersysteem of bij overstromen van onbeschermd gebieden, waarbij alle primaire keringen aan de overstromingskansnorm in de waterwet voldoen. Bij overstromingen van meer dan 200 cm kan substantiële schade of slachtoffers optreden, woningbouw is in deze gebieden niet wenselijk of vraagt om een andere aanpak (categorie D). Het type maatregel hangt samen met de kans.
- Gebieden die meer dan 50 cm diep kunnen overstromen in 2050: LIWO 2022. Overstromingskansen norm (2050), veroorzaakt door een doorbraak van een waterkering langs het hoofd- of het regionale watersysteem of bij overstromen van onbeschermd gebieden, waarbij alle primaire keringen aan de overstromingskansnorm in de waterwet voldoen. Bij overstromingen van meer dan 50 cm kan grote schade optreden, woningbouw vraagt in deze gebieden om een andere aanpak (categorie C). Het type maatregel hangt samen de kans.



- Gebieden die meer dan 20 cm diep kunnen overstromen in 2050: LIWO 2022. Overstromingskansen norm (2050), veroorzaakt door een doorbraak van een waterkering langs het hoofd- of het regionale watersysteem of bij overstromen van onbeschermd gebied, wanneer alle primaire keringen aan de overstromingskansnorm in de waterwet voldoen. Bij overstromingen van meer dan 20 cm kan schade optreden, woningbouw vraagt in deze gebieden om maatregelen om schade te beperken (categorie B).
- Overig overstroombaar gebied: LIWO 2022. Overstromingskansen norm (2050), waarbij een waterdiepte van meer dan 0 cm optreedt, veroorzaakt door een doorbraak van een waterkering langs het hoofd- of het regionale watersysteem of bij overstromen van onbeschermd gebied, waarbij alle primaire keringen aan de overstromingskansnorm in de waterwet voldoen. Bij overstromingen van minder dan 20 cm kan schade optreden die door kleine maatregelen voorkomen kan worden. Daarom zijn deze gebieden ingedeeld in categorie A.
- Droge verdiepingen < 40% per buurt: Beschikbaarheid droge verdiepingen per CBS buurt bij extreem kleine kans 1:100.000 (via LIWO) 2021. Deze gebieden zijn niet meegenomen in de legenda, maar zijn wel degelijk relevant doordat ze een indicatie geven van gebieden met beperkingen voor verticale evacuatie.

#### 1.9 - Overstromingsrisico: Toename inundatie oeverland en buitendijks gebied

- Voor de legenda is de tabel uit de presentatie Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat september 2022 "Uitwerking coalitie Akkoord Kabinet: 'Water en bodem sturend' Concept Richtinggevend kader voor bebouwd gebied" als uitgangspunt gebruikt. Deze is op basis van expert judgement aangescherpt.
- Overstromingsdiepte 2050 bij een kleine kans 1:1.000: Inundatie buitendijks. Deltares 2021 in opdracht van RWS (via LIWO 2022). De kaart geeft mogelijke overstromingen in het onbeschermd gebied langs het hoofdwatersysteem weer. Deze kaart geeft een duiding van de huidige en toekomstige overstromingsdiepten tot 2050. Omdat dit beeld op de lange termijn door hogere waterpeilen op het Markermeer kan veranderen, zijn in de geschiktheidskaart alle buitendijkse gebieden (GIS bestand Deltares 2022) meegenomen.
- Primaire keringen: Informatiehuis Water 2020 (via LIWO).
- Voormalige primaire keringen: Ingetekend op basis van expert judgement en data van regionale keringen (risicokaart (IPO) 2020 via LIWO) en dijkeringen (RWS 2015 via LIWO). Dit zijn voormalige primaire die door de aanleg van de sluis bij IJmuiden en de versterking van de Lekdijken afgewaardeerd zijn naar regionale keringen.
- Mogelijk toekomstige peilstijging: Op basis van expert judgement.

#### 1.10 - Overstromingsrisico: Waterkeringen versterken

- Voor de legenda is de tabel uit de presentatie Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat september 2022 "Uitwerking coalitie Akkoord Kabinet: 'Water en bodem sturend'. Concept Richtinggevend kader voor bebouwd gebied" als uitgangspunt gebruikt. Deze is op basis van expert judgement aangescherpt; daarbij zijn alle keringen categorie E, om te voorkomen dat woningbouwontwikkelingen toekomstige dijkversterkingen belemmeren.
- Voormalige primaire keringen: Ingetekend op basis van expert judgement en data van regionale keringen (risicokaart (IPO) 2020 via LIWO) en dijkeringen (RWS 2015 via LIWO). Dit zijn voormalige primaire die door de aanleg van de sluis bij IJmuiden en de versterking van de Lekdijken afgewaardeerd zijn naar regionale keringen.

- (Zoekgebied) toekomstig primaire keringen: Gemeente Amsterdam 2021 plankaarten openbare ruimte voor nieuwe eilanden en expert judgement Waternet.
- Beschermingszones regionale keringen: Waternet augustus 2022. Zoneringsleggers keringen (kernzone, binnen- en buitenbeschermingszone).
- Indicatie toename breedte dijken (door versterkingen) bij + 1 m zeespiegelstijging: Deltares 2021 (voor het Kennisprogramma Zeespiegelstijging spoor II).

#### 1.11 - Droogte en waterbeschikbaarheid: Waterbeschikbaarheid door infiltratie

- Infiltratie huidig en 2050 hoog: Deltares 2016 op basis van het Nationaal Water Model (via Klimaateffectatlas).

Op basis van expert judgement is besloten om gebieden met infiltratiepotentie in categorie B in te delen (extra aandacht nodig om bij woningbouw infiltratie te benutten en stimuleren). Op de Heuvelrug is het stimuleren van infiltratie een systeem opgave waar vol op moet worden ingezet (categorie C).

#### 1.12 - Droogte en waterbeschikbaarheid: opbarstrisico

- (Alle legenda-eenheden): Waternet 2019. Grondwateronderzoek waterschap AGV: Opbarstrisico legger en maaiveld. De indeling in categorieën is op basis van expert judgement. In gebieden met een matig of groot risico op opbarsting zijn bij woningbouw aanvullende maatregelen nodig (categorie C). Gebieden met een zeer groot risico of die reeds zijn opgebarsten zitten in categorie D omdat woningbouw hier niet wenselijk is.

#### 1.13 - Wateroverlast: wateroverlast

- Op basis van expert judgement is bepaald dat alle gebieden met wateroverlast in categorie C horen, omdat er bij woningbouw maatregelen nodig zijn om waterberging te creëren en (een toename van) wateroverlast te voorkomen.
- Wateroverlastgevoelige gebieden:
  - Wateroverlast panden bij bui 90 mm in 1 uur: Waternet 2017. Klimaatatlas AGV (Wateroverlast maaiveld): Risico op water in panden. Voor deze kaart is gebruik gemaakt van: Actueel Hoogtebestand Nederland, versie 2 (AHN2) + versie 3 (AHN3); Basisregistraties Adressen en Gebouwen (BAG).
  - Begaanbaarheid wegen bij bui 90 mm in 1 uur: Waternet 2017. Klimaatatlas AGV (Wateroverlast maaiveld): Begaanbaarheid van wegen.
  - Knelpunten regenwater Amsterdam bij bui 120 mm in 2 uur: Waternet 2017. Amsterdam Rainproof: Regenwaterknelpunten Amsterdam. In de modellering is zowel de stroming van regenwater over het maaiveld als afvoer via de riolering opgenomen. Interactie met het oppervlakte water en grondwater zijn in deze berekening niet meegenomen. Aangenomen is dat alle daken zijn aangesloten op het rioolstelsel en binnentuinen in afgesloten woonblokken allemaal niet. De gehanteerde maaiveld hoogte gebaseerd op de hoogtekaart AHN2 uit 2010.
- Wateroverlast maaiveld 120 mm in 2 uur: Waternet 2017. Klimaatatlas AGV (Wateroverlast maaiveld): Waterdiepte 120 mm in 2 uur.  
Om de stroming over het maaiveld te modelleren is een terreinmodel gebruikt dat is opgebouwd vanuit het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN2/AHN3), de BOFEK bodemkaart en de landgebruikskaart. De resolutie van de resultaten is 0,25 m<sup>2</sup>. Voor panden (bron: BAG) is in het hoogtemodel een vloerpeil van 15 cm boven maaiveld aangenomen. Met deze aanname zijn drempels in woningen niet meegenomen. In de modellering is alleen de stroming over maaiveld meegenomen; afvoer via riolering en open water is niet meegenomen.

- Wateroverlast oppervlaktewater (130 mm in 2 uur): Waternet. Klimaatmonitor AGV stresstesten 1.0 (Wateroverlast oppervlaktewatersysteem): Bui 3.  
De kaart is gebaseerd op basis van berekeningen met de modellen, die het waterschap in het verleden heeft ontwikkeld om te toetsen of de berging en afvoer van het watersysteem voldoende zijn om wateroverlast te voorkomen (de zogenoemde NBW-toetsingen).

#### 1.14 - Wateroverlast: Grondwater en kwel

- Huidige kwel: Deltares 2016 op basis van het Nationaal Water Model (via Klimaateffectatlas).  
Op basis van expert judgement zijn kwelgebieden als B categoriseerd, omdat kleine maatregelen bij woningbouw voldoende zijn om schade te voorkomen.

#### 1.15 - Wateroverlast: Vernatting voor reductie bodemdaling, CO<sub>2</sub> en N<sub>2</sub>O

- CO<sub>2</sub>-emissie en N<sub>2</sub>O-emissie per polder in het veenweidegebied (ton/ha): Waternet 2020. CO<sub>2</sub>-emissie per polder in het veenweidegebied a.d.h.v. formule van Jurasinski op basis van de gemiddelde grondwaterstand.
- Historische bodemdaling per polder in het veenweidegebied (cm/jaar): Waternet 2020. Historische bodemdaling per polder in het veenweidegebied o.b.v. AHN1 - AHN3 en andere maaiveldhoogtebestanden van Waternet.  
Op basis van expert judgement is bepaald dat polders met veel CO<sub>2</sub> of N<sub>2</sub>O uitstoot in categorie C horen, omdat deze gebieden zoekgebieden voor vernatting zijn (om emissies te beperken) en woningbouw om aanvullende maatregelen vraagt om wateroverlast te voorkomen.

#### 1.16 - Wateroverlast: Waterbeschikbaarheid buffer natuur

- Natuur in categorie 1.3 (wateraanvoer) van de verdringingsreeks: Kaart seizoen 2020 – RWS, waterschappen, IPO, IenW, EZK en LNV 2020.
- Grondwaterafhankelijkheid natuur: Deltares 2014 (via Atlas Natuurlijk kapitaal).  
Water voor terrestrische natuur: Grondwaterafhankelijkheid en prioritering van natuur in de verdringingsreeks.  
Rondom deze gebieden kan worden ingezet op hydraulische buffers (met hogere waterstanden) om natuur te beschermen en moet er bij woningbouw rekening gehouden worden met maatregelen voor wateroverlast (categorie C).

#### 1.17 - Wateroverlast: Behoeft berging (piek)water

- Polder: Waternet 2022 GIS bestand.
- Zoekgebieden directe berging voor piekwaterberging Amsterdam-Rijnkanaal en Noordzeekanaal: Defacto Stedenbouw, Royal HaskoningDHV 2021. Casus piekberging Amsterdam-Rijnkanaal/Noordzeekanaal. Deze gebieden zijn op basis van expert judgement ingedeeld in categorie C. In deze gebieden moet of waterrobuust worden ontwikkeld (zodat piekwaterberging mogelijk blijft), of moeten worden uitgesloten als zoekgebied piekwaterberging.
- Polders met minste schade bij maalstop: HydroLogic, WUR, slim watermanagement 2021. Vervolg kosteneffectiviteit ARK-NZK. Verbeterd inzicht in schadegetallen. Bijlage G inzicht knikpunten afvoergebieden, Figuur 32: Indicatie voor de geschiktheid van afvoergebieden voor de methodiek vasthoudpolders op basis van schade. Deze gebieden bieden kansen voor noodwaterberging omdat de mogelijke schade bij een maalstop beperkt is.

- Plangebied noodoverloopgebied de Ronde Hoep: Op basis van expert judgement zit dit gebied in categorie D.

#### 1.18 - Hitte: Urban heat island effect

- Warme gebieden Stedelijk hitte eiland effect: verschil temperatuur stad en land: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu 2020 (via Atlas Natuurlijk Kapitaal). Gebieden met een temperatuurverschil van meer dan 1,2 graden zijn op basis van expert judgement toegewezen aan categorie B, omdat er bij woningbouw rekening gehouden moet worden met hitte en koeling.