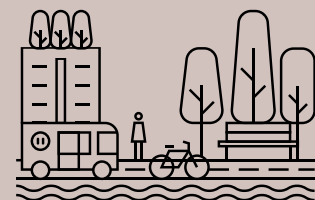


# Ruimtelijke implicaties Water en Bodem sturend in de stad

**MOOI** NL



**Defacto**

stedenbouw

# Ruimtelijke implicaties Water en Bodem sturend in de stad -Perspectief Leefbare steden en regio's

## Mei 2023

Defacto Stedenbouw

---

Ruimtelijke implicaties Water en Bodem sturend in de stad is tot stand gekomen in opdracht van het Programma Mooi Nederland

### Projectteam

Loes van Wolferen, Marleen de Ruiter en Marieke Vries (BZK) Anne Loes Nillesen, Laura Lijdsman, Amber van der Voorn, Yayun Gao en Fudai Yang (Defacto Stedenbouw) met inhoudelijke invulling door diverse beleidsmedewerkers, van gemeentes en de rijksoverheid, met sectorale/specifieke kennis van de opgave.

### Tekst

Defacto met inhoudelijke review en tekstbijdragen van het projectteam.

### Kaarten en illustraties

Kaartbeelden: zie de verschillende bronnen onder de kaartbeelden.

De gebiedsdoorsneden zijn gemaakt door Defacto Stedenbouw, deze mogen worden gebruikt voor andere publicaties/ presentaties mits de bron direct onder het kaartbeeld wordt vermeld (bron: Defacto stedenbouw voor Mooi Nederland).

### 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 het Programma Mooi Nederland (Loes.Wolferen@minbzk.nl) of Defacto (office@d.efac.to).

Coverfoto: Defacto

# Inhoudsopgave

Ruimtelijke implicaties water en bodem sturend in de stad 5

## DEEL A

Conditie vanuit bodem, water en klimaatverandering 12

Hitte 14

Slappe bodems 16

Neerslag 18

Waterveiligheid 20

Zoetwaterbeschikbaarheid (en droogte) en kwaliteit 22

Bodemvitaliteit 24

## DEEL B

Hoogstedelijke knooppunten 27

## DEEL C

Naoorlogse wijken van de toekomst 43

## DEEL D

Groen en gezond leven in de stad 59



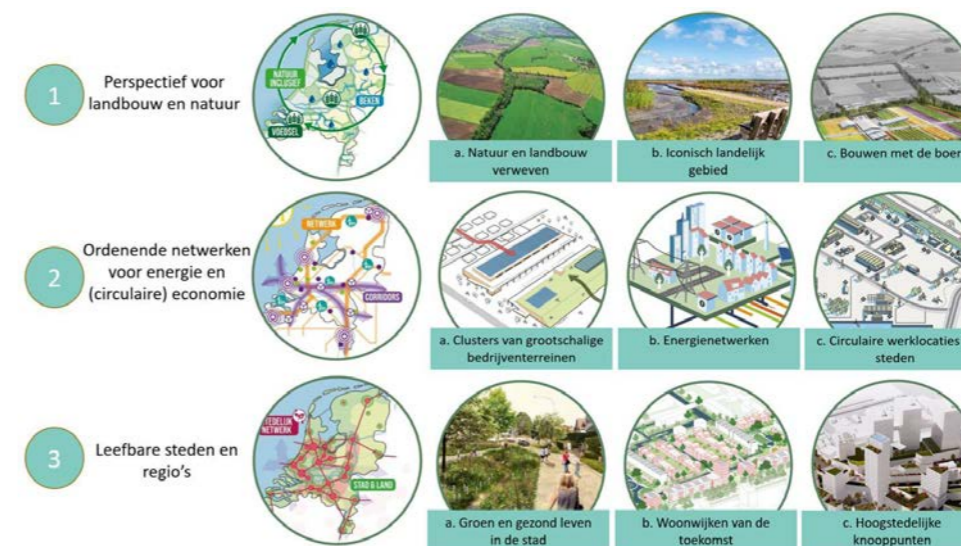
Foto: Defacto Stedenbouw

## Ruimtelijke implicaties water en bodem sturend in de stad

Het Programma Mooi Nederland stelt ruimtelijke kwaliteit (belevingswaarde, gebruikswaarde én toekomstwaarde) centraal bij het ordenen van de ruimte. Middels ontwerpend onderzoek worden op gebiedsniveau integrale handelingsperspectieven ontwikkeld, die laten zien hoe complexe opgaven zo gecombineerd kunnen worden dat de ruimtelijke kwaliteit versterkt wordt. Deze rapportage biedt bouwstenen voor ontwerpers voor één van die complexe opgaven; de transitie water en bodem sturend in stedelijk gebied.

### Mooi Nederland

Binnen Mooi Nederland wordt gewerkt aan perspectieven voor 1) landbouw en natuur, 2) ordenende netwerken voor energie en (circulaire) economie, en 3) leefbare steden en regio's'. Binnen deze studie wordt er gekeken naar bouwstenen voor 'Water en bodem sturend' voor de drie gebiedsthema's binnen 'Leefbare steden en regio's', zijn de a) groen en gezond leven in de stad, b) woonwijken van de toekomst en c) hoogstedelijke knooppunten (zie ook het procesfiguur van Mooi Nederland hieronder). Naast dit rapport met bouwstenen voor water en bodem sturend wordt er parallel gewerkt aan rapportages met bouwstenen voor de energietransitie en de mobiliteitstransitie.



## Water en bodem sturend

Water en Bodem Sturend bij ruimtelijke planvorming richt zich op het afstemmen van ruimtelijke keuzes (met betrekking tot natuur en landbouw, energietransitie, infrastructuur, economie en woningbouw) op de staat en de kwaliteit van de ondergrond en de natuurlijke dynamiek van het water.

In de 'water en bodem sturend brief' van het ministerie van I&W is het voorkomen van afwentelen (een van de afwegingsprincipes binnen de NOVI) een belangrijke basis.

- Niet afwentelen op toekomstige generaties; nu rekening houden met belasting van bodem en water, klimaatverandering én met toekomstige beheerkosten.
- Niet afwentelen naar andere gebieden of functies; een ontwikkeling op de ene locatie, mag niet leiden tot onbedoelde effecten elders (wateroverlast, verdroging natuurgebieden of vervuiling water). Dit vraagt maatwerk en onderbouwde uitzonderingen, omdat invloed op andere gebieden/ functies vaak onvermijdelijk is.
- Niet afwentelen van privaat naar publiek; bij investeringen voldoende rekening houden met klimaatverandering, bodemdaling, grond- en watervervuiling, het natuurlijke waterbergende vermogen van de bodem, en met de kosten die daaraan binnen de gehele levenscyclus van een ontwikkeling verbonden zijn.

Andere belangrijke uitgangspunten uit deze brief zijn bijvoorbeeld: Meer rekening houden met extremen, in samenhang omgaan met wateroverlast, droogte en de bodem, inzetten op meerlaagsveiligheid, minder afdekken, minder vergraven, niet verontreinigen van de bodem en een integrale aanpak in de leefomgeving.

Vanuit verschillende programma's en verkenningen wordt (en werd) al aandacht besteed aan opgaven en principes uit de brief: zoals het 'Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie', 'De nationale aanpak klimaatadaptatie gebouwde omgeving' en de 'Landelijke maatlat voor een groene, klimaatadaptieve gebouwde omgeving'. Ook bij provincies, gemeenten en waterschappen wordt hard gewerkt om invulling te geven aan 'water en bodem sturend'. Er gebeurt dus al veel, maar er is ook nog veel nodig om water en bodem sturend te maken in de ruimtelijke ordening.

## Ruimtelijke bouwstenen Water en Bodem sturend in de stad

Het doel van deze studie is om handelingsperspectieven en bouwstenen te formuleren voor ontwerpers waardoor ontwikkelingen in het stedelijke gebied beter kunnen worden afgestemd op condities vanuit het water en bodemsysteem. Op deze manier kan (de momenteel vaak optredende) afwenteling op de toekomst, andere gebieden en het publieke domein, worden voorkomen en de kwaliteit van water en bodemsystemen worden hersteld of verbeterd.

De implementatie van deze bouwstenen zal ook afhankelijk zijn van (deels nog te ontwikkelen) beleid. Door de grote woningbouw- en ontwikkelopgave en de lange levensduur van veel gebouwde investeringen is het echter essentieel de ontwerpers die nu aan de slag gaan met verstedelijkings vraagstukken al vroegtijdig inzicht te geven in de opgave en bouwstenen vanuit de transitie water en bodem sturend.

Binnen deze studie, zijn bouwstenen voor Water en Bodem sturend geformuleerd voor ontwikkelingen binnen 'Leefbare steden en regio's' (wat zich richt op bestaand stedelijk gebied). Het doel van deze bouwstenen is om ontwerpers handvatten te bieden gekoppeld aan opgaven variërend van verdichting en herontwikkeling tot de aanleg of herinrichting van openbare ruimte. Daarbij komen de volgende water en bodem sturend thema's aan bod:

- 📍 Hitte
- 👉 Slappe bodems
- 🌧️ Neerslag en wateroverlast
- 🚰 Waterveiligheid
- 🚰 Zoetwaterbeschikbaarheid (droogte) en-kwaliteit
- 🌱 Bodemvitaliteit

## Proces

Op basis van reeds bestaande kennis en rapportages is een eerste opzet gemaakt voor bouwstenen Water en Bodem sturend binnen de gebieden Hoogstedelijke knooppunten, Naoorlogse wijken van de toekomst en Groen en gezond leven in de stad. Deze zijn vervolgens samen met experts van gemeentes en ministeries tijdens een serie werksessies doorgesproken en verder aangevuld.

Aan deze werksessies hebben de volgende experts deelgenomen: Loes van Wolferen, Marleen de Ruiters, Marieke de Vries, Lisa Blok en Michelle Hoekstra (BZK), Eva Baron, Rik Heinen, Pieter- jan Bus, Susanne Reitsema en Laura Kemkes (IenW), Thuy Do, Tara van Iersel (Gemeente Rotterdam), Joyce van den Berg, Thijs Vlaar en Henriette van Hoek (Gemeente Amsterdam), Paul van Esch en Ellen Kelder (Gemeente Dordrecht), Quirine van der Meer (Gemeente Zwolle), Eric Gludemans en Mark Kruijning (Unie van Waterschappen), Anne Loes Nillessen, Amber van der Voorn, Gertie van den Bosch (Defacto Stedenbouw)

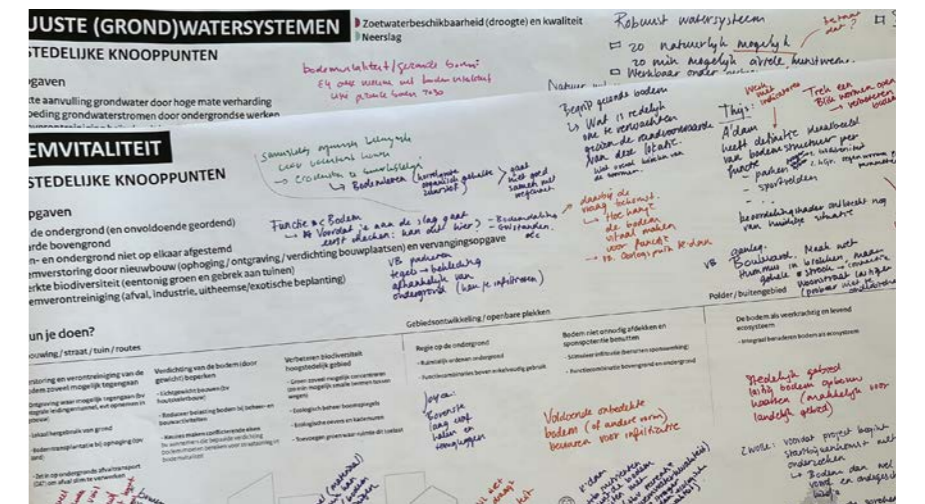


Foto van posters gebruikt bij de werksessies

## Leefbare steden en regio's

Binnen het programma Mooi Nederland worden voor drie verschillende complexe thema's perspectieven ontwikkeld: perspectief voor landbouw en natuur, ordenende netwerken voor energie en (circulaire) economie, en leefbare steden en regio's (zie overzicht pagina 5).

Deze studie richt zich op bouwstenen voor het perspectief 'Leefbare steden en regio's' waarbinnen drie belangrijke aandachtsgebieden worden onderscheiden; Hoogstedelijke knooppunten, Naoorlogse wijken van de toekomst en Groen en gezond leven in de stad.

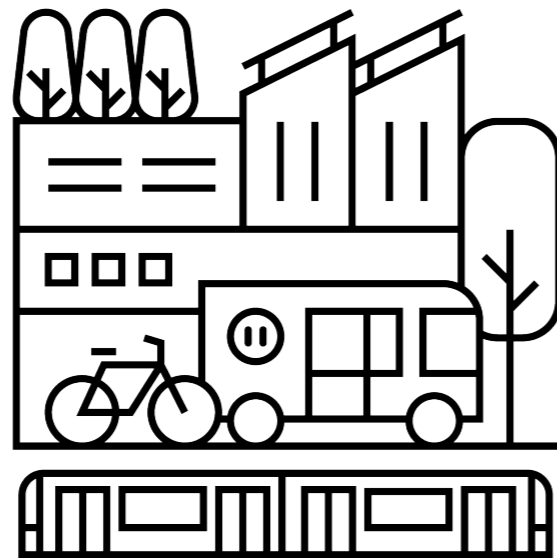
Hiernaast zijn de belangrijkste kenmerken van deze gebieden beschreven. Voor ieder van deze gebieden kent de transitie naar water en bodem sturend andere kansen en uitdagingen.

## ⊙ Hoogstedelijke knooppunten

Hoogstedelijke knooppunten kenmerken zich door intensief en meervoudig ruimtegebruik in de nabijheid van hoogwaardige openbaar vervoersknooppunten. Deze levendige centrumgebieden hebben over het algemeen een hoge dichtheid en combinaties van woningbouw, (regionale)voorzieningen en hoogwaardige werklocaties.

Naast de hoge grondprijs, zijn de kosten voor bouwen in gebieden direct in de stationsomgeving vaak hoger vanwege de technische randvoorwaarden die aan gebouwen worden gesteld (bestand zijn tegen geluid en trillingen van het spoor). Door de nabijheid van het OV kan vaak wel een lagere parkeernorm gehanteerd worden.

Voor de druk gebruikte openbare ruimte binnen deze gebieden speelt de vraag hoe de schaarse ruimte optimaal kan worden ingezet als kwalitatieve route en verblijfsplek. De ruimte is niet alleen boven de grond schaars: onder de grond zijn parkeergarages, fietsenstallingen en veel kabels en leidingen te vinden zijn).

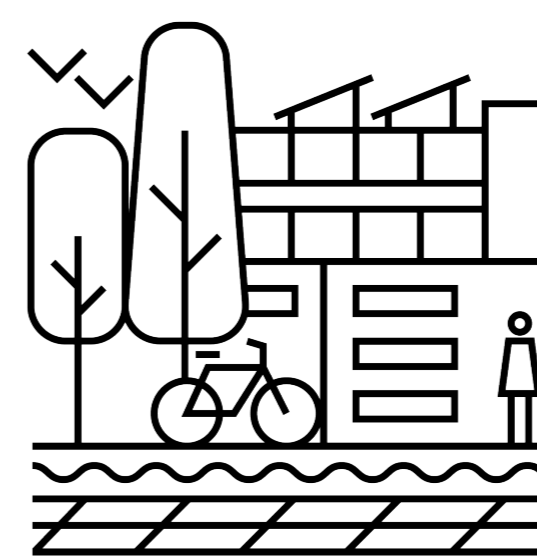


## ⊙ Woonwijken van de toekomst

Naoorlogse wijken kenmerken zich door de grote nadruk op buurten en collectiviteit. We vinden er bijvoorbeeld doorzonwoningen in de vorm van middelhoge bouwblokken (drie à vier verdiepingen, waarvan de benedenwoningen soms private tuinen hebben) en hoogbouw met daartussen veel oppervlak met collectief groen. Op buurt of wijkniveau is er vaak een centraal gelegen straat of plein met geclusterde voorzieningen.

De wijken zijn de uitdrukking van het opkomende idealisme van de jaren twintig en dertig, toen een ruime, gezonde en groene woonomgeving als cruciaal werd gezien voor de arbeidersklasse. Ook vóór de oorlog werden er al wijken gebouwd met dit gedachtegoed, bij wederopbouw werd de functionalistische manier van bouwen grootschalig uitgerold.

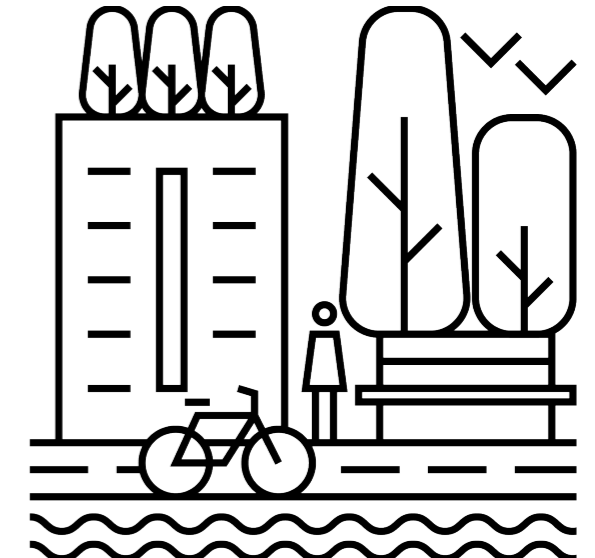
De naoorlogse wijken zijn toe aan een grootschalige renovatie. Door een gebrek aan waardering en matig van beheer en onderhoud, is de leefomgeving verslechterd. Er is behoefte aan een kwaliteitsimpuls, zowel in de woningen als de openbare ruimte, waarbij het grote aandeel collectief bezit kansen biedt voor een structurele aanpak. Daarbij ontstaan kansen voor het verduurzamen van deze niet of slecht geïsoleerde woningen, verdichting en het toevoegen van voorzieningen en werklocaties.



## ⊙ Groen en gezond leven in de stad

Groen-blauwe en gezonde netwerken dragen bij aan een gezonde leefomgeving. Daarbij staat zowel in bestaand als nieuw woongebied, gezonde, natuur- en klimaat inclusieve en autoluwe openbare ruimte centraal. Terwijl de stad verdicht is er juist ook extra ruimte nodig om te kunnen ontmoeten en ontspannen in de buitenlucht. Er is dan ook meer groen in en om de stad nodig, voor de leef kwaliteit, het verminderen van hittestress en wateroverlast en het versterken van de biodiversiteit.

Stedelijke verdichting vraagt om slimme ontwerpen, met ruimte voor klimaatadaptatie en stadsnatuur. In plaats van geparkeerde auto's, zal ruimte worden gemaakt voor lopen en fietsen, groen en water. Corridors tussen stedelijk groen, buitengebieden en natuur bieden ruimte voor aantrekkelijke fiets- en wandelroutes: groen-blauwe netwerken voor mens, plant en dier, die stad, stadsrand en dorp met het buitengebied verbindt.



## Leeswijzer

De verschillende opgaven en handelingsperspectieven per gebiedstype zijn beschreven in de verschillende delen van de rapportage:







- Deel A Beschrijft op hoofdlijnen de belangrijkste opgaven voor water, bodem en klimaatverandering gerelateerd aan stedelijke ontwikkeling, en geeft aan waar deze binnen Nederland spelen.

De volgende delen tonen per type gebied uit 'Leefbare steden en regio's' de belangrijkste opgaven en bijbehorende handelingsperspectieven en aanbevelingen:






- Deel B Beschrijft de Hoogstedelijke knooppunten
- Deel C Beschrijft de Naoorlogse wijken van de toekomst
- Deel D Beschrijft Groen en gezond leven in de stad




### Deel A: Conditie vanuit bodem, water en klimaat-verandering

In dit eerste deel van het rapport zijn belangrijke condities van het bodem en watersysteem of klimaatverandering (voor de thema's hitte, slappe bodem, neerslag, waterveiligheid, zoetwaterbeschikbaarheid, droogte en waterkwaliteit en bodemvitaliteit) beschreven, en is middels een landelijk kaartbeeld aangegeven waar eventuele opgaven spelen.

-  Conditie hitte
-  Conditie slappe bodems
-  Conditie neerslag en wateroverlast
-  Conditie waterveiligheid
-  Conditie zoetwaterbeschikbaarheid (droogte) en -kwaliteit
-  Conditie bodemvitaliteit

Vervolgens is (op basis van expert judgement) voor mogelijke maatregelen water en bodem sturend en klimaatadaptief bouwen een oordeel gegeven over de rijpheid van














-  **Bewustzijn:** In hoeverre is de urgentie of de grootte van de opgave bekend?
-  **Data:** Is de data die beschikbaar is toereikend?
-  **Beleid:** Is er beleid beschikbaar om de ontwikkelingen te sturen?
-  **Tools:** Zijn er al tools (maatregelen) bekend? Is hier voldoende ervaring mee?
-  **Implementatie:** Worden de beschikbare tools ook al echt toegepast?

-  Maatregelen die goed geïmplementeerd kunnen worden (door ze voor te schrijven aan ontwikkelaars en ontwerpers).
-  Opgaven die vragen een om integraal perspectief waarbij door de schalen heen (kavel, gebied, systeem) en met meerdere partijen (ontwikkelaars, ontwerpers, gemeente, waterschappen) tot handelingsperspectieven moet worden gekomen.
-  Opgaven waarbij echt nog innovatie nodig is om deze te adresseren. Uiteraard kunnen er per gemeente grote verschillen zijn (er zijn duidelijke koplopers).




## Deel B,C en D: Aanbevelingen gebiedstypen







In deel B,C en D van de rapportage zijn per type gebied de thematische handelingsperspectieven en bouwstenen die tijdens deze studie zijn verzameld opgenomen. Omdat we er vanuit gaan dat de ontwerpers die deze rapportage zullen gebruiken met name de overzichten voor het type gebied waarin zij aan de slag gaan zullen raadplegen, zijn er in de aanbevelingen per gebiedstype naast gebiedsspecifieke aanbevelingen ook (overlappende) generieke aanbevelingen opgenomen.

We starten per gebiedstype (deel B: Hoogstedelijke knooppunten, Deel C: woonwijken van de toekomst en Deel D: groen en gezond leven in de stad) steeds met een overzichtsblad met een duiding van de thematische opgaven. Vervolgens is er per thema een blad met handelingsperspectieven waarop de bouwstenen voor dit thema zijn benoemd.

-        Overzichtsblad thematische opgaven
-  Bouwstenen hitte
-  Bouwstenen slappe bodems
-  Bouwstenen neerslag en wateroverlast
-  Bouwstenen waterveiligheid
-  Bouwstenen zoetwaterbeschikbaarheid (droogte) en -kwaliteit
-  Bouwstenen bodemvitaliteit

De nummers van de bouwstenen zijn gekoppeld aan de doorsnede onder aan de pagina. De kleur van de nummers refereert aan het thema, de saturatie van de kleur geeft een indicatie van de mate van inspanning die deze bouwsteen vraagt:

-  Randvoorwaarden voor ontwerp die naar verwachting goed uitvoerbaar zijn
-  Vraagt substantiële inspanning en coördinatie tussen meerdere partijen
-  Is complexe opgave en vraagt mogelijk om innovaties en experimenten

Wanneer een bouwsteen ook bijdraagt aan andere thema's, dan is het icoon van dit thema (     ) erbij geplaatst.



DEEL A

# Conditie vanuit bodem, water en klimaat- verandering

In dit deel worden op hoofdlijnen de belangrijkste opgaven voor water, bodem en klimaatverandering gerelateerd aan stedelijke ontwikkeling beschreven. Daarbij wordt aangegeven welke opgaven waar binnen Nederland spelen, en hoe goed deze opgaven al dan niet al worden meegenomen bij stedelijke ontwikkeling.






# Hitte

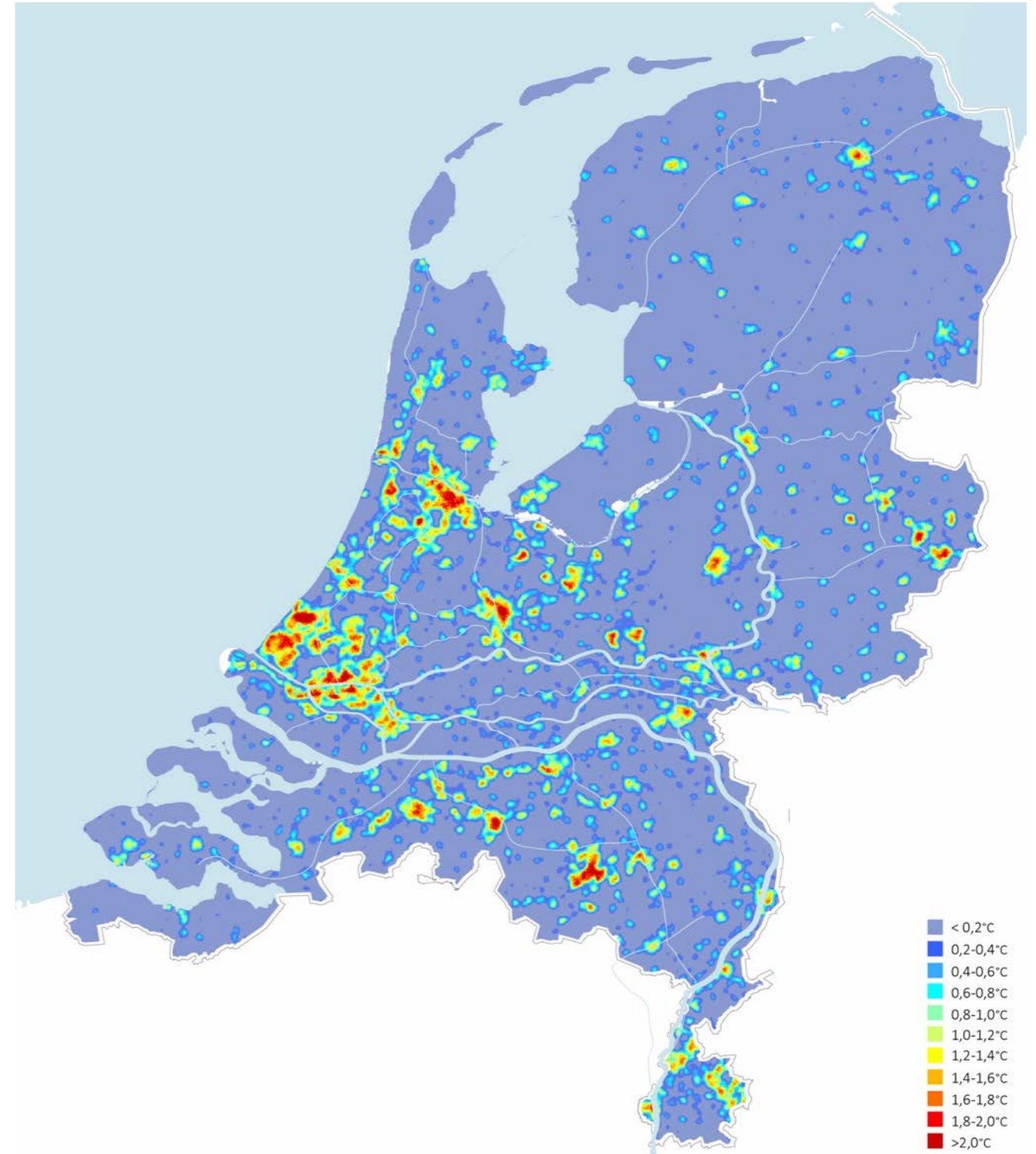
Hitte is met name in stedelijk gebied (wat flink kan opwarmen) een steeds groter risico, in het bijzonder voor kwetsbare groepen zoals ouderen en vitale functies, zoals wegen en elektriciteitsnetwerken. Door het opwarmen van oppervlaktewater neemt de kwaliteit van het water voor de ecologie en als zwemwater af. Drinkwaterleidingen die dicht onder het maaiveld zitten kunnen opwarmen wat impact kan hebben op de kwaliteit van het drinkwater.

Hittestress speelt voornamelijk in stedelijk gebied en bedrijventerreinen; waar veel verharding en weinig groen en schaduwrijke bomen te vinden zijn. Hitte wordt in stedelijk gebied veroorzaakt door het opwarmen van stenig materiaal waardoor de warmte ook 's nachts blijft hangen (ook reflectie draagt bij aan opwarming). Daarnaast wordt er in de stad warmte uitgestoten (door bijvoorbeeld airco's en brandstof gedreven gemotoriseerd verkeer) en is de hoeveelheid ventilatie en verdamping in stedelijk gebied lager dan in het buitengebied.

## Tegengaan hittestress

De urgentie van het nu al aanpakken van hitte wordt vaak nog onderschat, terwijl de klimaatscenario's laten zien dat dit met de tijd een steeds grotere opgave zal worden. Voor hitte zijn al veel maatregelen (tools) bekend. Er wordt vooral al veel groen toegevoegd in stedelijk gebied, maar het goed en stelselmatig uitvoeren van hitte-maatregelen en ontwikkelen van goede ruimtelijke strategieën is nog geen gemeengoed. De risico's van hitte zijn nog onvoldoende in beeld en het bestaande beleid vertaalt zich eerder in ambities dan in harde eisen.

-  **Bewustzijn:** Hitte wordt onderschat als risico en opgave.
-  **Data:** Scenario's voor en risico's van hitte zijn nog niet goed in beeld.
-  **Beleid:** Er is beleid, maar is nog vrij generiek en op niveau van ambities
-  **Tools:** Er zijn tools bekend, maar goede implementatie is geen gemeengoed.
-  **Implementatie:** Richtlijnen nog niet stelselmatig geïmplementeerd. Opgave wordt onvoldoende meegenomen in ontwerp (wel als 'gimmick' maar nog geen strategie)



Temperatuurverschil tussen stedelijke kernen en achterland. Bron data: RIVM, 2020








# Slappe bodems

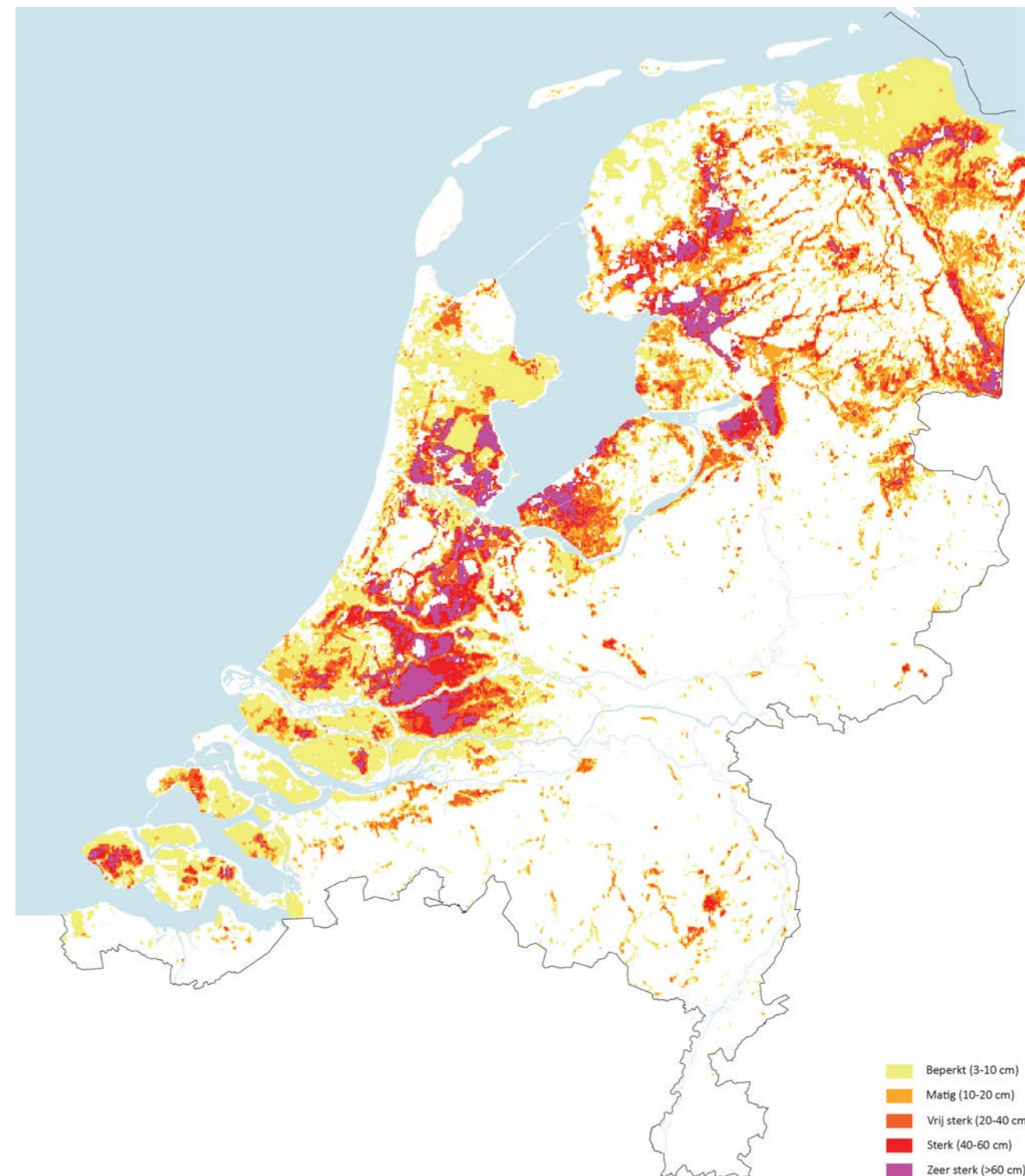
Slappe bodems met een pakket veen of klei zakken door veenoxidatie (waarbij CO<sub>2</sub> wordt uitgestoten), inklinking of zetting (bij het belasten met gewicht). Dit leidt tot schade en hogere beheerkosten van infrastructuur, dijken, bebouwing, openbare ruimte (groen), leidingen riolering en tuinen. Daarnaast kan de bodem opbarsten.

Bodemdaling komt voor in de veen en kleigebieden in met name west en noord Nederland (zie kaart). In het landelijke gebied zien we vooral opgaven door veenoxidatie, waarbij ook CO<sub>2</sub> wordt uitgestoten. Een van de oplossingsrichtingen voor het tegengaan van veenoxidatie is het vernatten van veengebieden (verhogen van de waterstand tot -20 en -40 cm onder maaiveld). Deze hogere grondwaterstanden zijn een aandachtspunt voor bebouwing (waterschade) en het opdrijven van leidingen of tunnels. In bebouwd gebied is de zetting bij belasting van de bodem (gewicht van bebouwing) een belangrijk aandachtspunt. Verzakkingen van niet goed gefundeerde panden, wegen, kabels en leidingen kan tot schade en hoge beheerkosten leiden. Weeg bij nieuwbouw de locatiekeuze goed af. Hou bij ontwikkelingen in bestaand bebouwd gebied dat gevoelig is voor bodemdaling rekening met eventuele afnemende ontwatering (hogere grondwaterstanden) en een afdoende funderingswijze.

## Voorkomen (rest)zetting

Ondanks dat er grote (financiële en sociale) problemen zijn rondom bodemdaling in bestaande stedelijke gebieden, wordt bodemdaling als opgave bij nieuwbouw, mede door een gebrek aan kennis over bodemdaling, vaak nog onderschat. Er wordt wel degelijk aandacht aan besteed, maar de hoge kosten en de snelheid waarmee er ontwikkeld wordt, zitten maatregelen die de restzetting voldoende beperken in de weg. Het is nog lastig om bodemdaling aan de voorkant mee te nemen in de locatiekeuze doordat er geen goede (landelijke of provinciale) datasets beschikbaar zijn, kennis bij de gemeentes vaak te kort schiet en het onderzoek naar de bodemgesteldheid pas plaatsvindt zodra een locatie al in beeld is. Daarnaast zijn nog niet alle methoden voor bodemdaling bestendig ontwikkelen gemeengoed of mogelijk binnen de bestaande regelgeving en kwaliteitseisen voor ontwikkelingen. Er is behoefte aan nieuwe financieringsconstructies voor het voorkomen van afwenteling van toekomstige extra beheerkosten op het publieke domein.

-  **Bewustzijn:** Bodemdaling wordt nog vaak onderschat als opgave
-  **Data:** Gebieden en exacte opgaven niet goed in beeld (gebrek kennis bodem)
-  **Beleid:** Er is beleid maar dit is nog vrij generiek (potentie sturen via kosten).
-  **Tools:** Er zijn veel tools bekend, maar veel maatregelen in experimenteer-fase
-  **Implementatie:** Niet voldoende monitoring richtlijnen: door kostenafweging toch vaak nog afwenteling publieke domein (bijvoorbeeld extra beheerkosten riolering).



Voorspelde bodemdaling tot 2100 bij sterke klimaatverandering en peilindexatie als gevolg van ontwatering en gas- en zoutwinning. Bron data: Deltares, TNO en WUR, 2021






# Neerslag

Door steeds frequenter en heviger regenval loopt het waterafvoersysteem tegen haar grenzen aan. Daarbij moet er door hogere waterstanden in het hoofdwatersysteem en op zee meer gepompt worden en is er door een hoger waterpeil in veengebieden minder bergingscapaciteit. Er is een robuuster systeem nodig met meer regionale en lokale wateropvang en bergingscapaciteit.

Regenwater is in veel stedelijke gebieden (door de hoge mate van verharding) een grote opgave. In polders met hoge grondwaterstanden is er weinig ruimte voor het infiltreren van regenwater in de ondergrond. Op de hoge zandgronden is er voldoende infiltratieruimte en kan het water worden opgevangen zodat het kan infiltreren en het grondwater kan aanvullen. Het inpassen van bergingsruimte in stedelijk gebied echter is door de vele ruimteclaims en beperkte ruimte een uitdaging. Om wateroverlast te voorkomen zal zowel binnen gebouwen als in de openbare ruimte ingezet moeten worden op wateropvang en berging.

## Voorkomen (regen)wateroverlast

Voor neerslag worden er al veel kleine en laagdrempelige maatregelen toegepast (denk aan geveltuinen, regentonnen), maar deze maken vaak nog geen onderdeel uit van een gebiedsbrede strategie. Er is doorgaans inzicht in de grootste probleemgebieden, al is de relatie tussen het regenwater op maaiveld en de capaciteit van het rioleringsstelsel en oppervlaktewatersysteem niet altijd goed in beeld. De conditie van de ondergrond (en grondwaterstanden) wordt niet altijd goed meegenomen. Ondanks de heldere richtlijnen (die vaak nog aan de onderkant, maar soms ook juist aan de bovenkant van de geambieerde range zitten) en de implementatie van veel kleine maatregelen, is een meer stelselmatige implementatie (in gebouwen en de openbare ruimte) en strategische aanpak op gebiedsniveau nodig.

-  **Bewustzijn:** Is aanwezig maar regenwateropvang wordt onderschat als opgave
-  **Data:** Echte opgave (in relatie tot systeem en bodem) nog niet goed in beeld
-  **Beleid:** Er is vrij specifiek beleid (met brede range, kies je voor normen aan lage kant van range dan is dit mogelijk niet afdoende) er is ook strijdig beleid (bijvoorbeeld maximale duur stilstand van water ter voorkoming van muggen).
-  **Tools:** Er zijn veel tools bekend en toegepast, relatie strategie ontbreekt
-  **Implementatie:** Vaak veel losse maatregelen (als gimmick), maar nog geen echte strategie. Er worden veel uitzonderingen gemaakt op regels voor opvang



10% laagste delen van polders en te vernatten gebieden. Bron data: SWECO, 2022 en Deltares, BoschSlabbers en Sweco, 2021






# Waterveiligheid

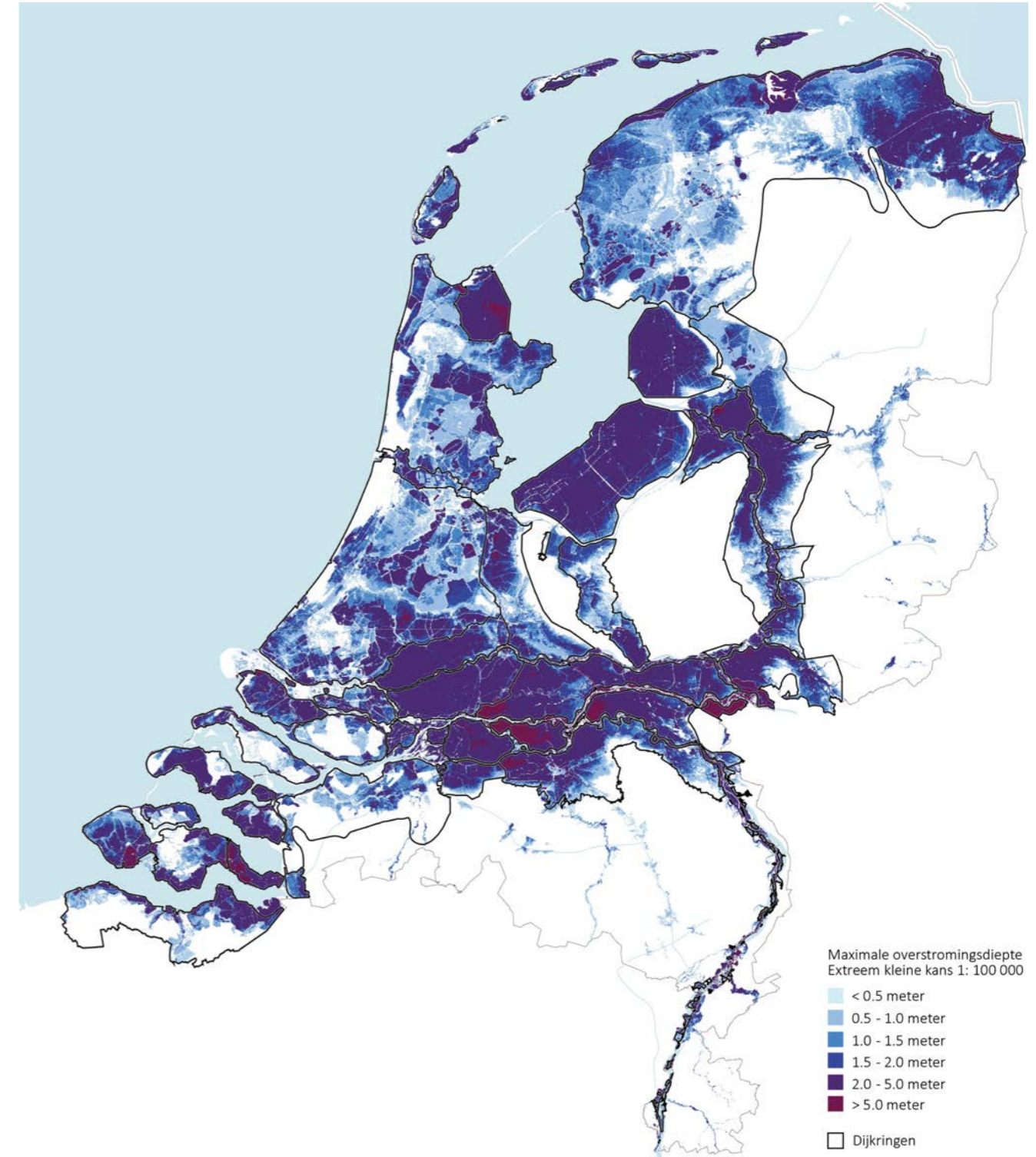
Door zeespiegelstijging en toenemende rivierafvoeren nemen de risico's op overstroming (buiten- en binnendijks) toe langs zowel het hoofd- als regionaal watersysteem. Er moet worden ingezet op meerlaagsveiligheid om risico's van overstroming in de toekomst te beperken. In buitendijkse gebieden en oeverlanden langs het hoofdwatersysteem moet rekening worden gehouden met toenemende waterstanden. Er moet voldoende ruimte langs dijken en keringen beschikbaar blijven om deze in de toekomst mee te laten groeien met de stijgende waterstanden en gewenste normeringen.

Voor de laaggelegen gebieden binnen Nederland (langs de kust en in het rivierengebied) zijn gevoelig voor overstromingen door dijkdoorbraken. De binnendijkse gebieden zijn in Nederland goed beschermd tegen overstromingen. In sommige gebieden kunnen de gevolgen van een overstroming echter groot zijn; bijvoorbeeld als een gebied zeer snel of zeer diep kan overstromen, of als zich hier vitale en kwetsbare functies bevinden. Een belangrijke vraag is welke kans op overstromen acceptabel is (een kans van 1:30.000 wordt doorgaans als acceptabel gezien). Is de kans op overstromen hoger dan kan er indien gewenst (met name voor het voorkomen van slachtoffers) worden ingezet op extra maatregelen voor meerlaagsveiligheid, om zo het restrisico te beperken. In buitendijkse gebieden langs hoofdwatersystemen kunnen de waterstanden in de toekomst verder toenemen en zal het nodig zijn te adapteren.

## Maatregelen waterveiligheid

Aan de ene kant is waterveiligheid nog nauwelijks een factor in de locatiebepaling of ontwikkeling, aan de andere kant klinken er soms geluiden in bepaalde delen van Nederland wellicht helemaal niet te ontwikkelen. Er zijn veel maatregelen voor overstromingsbestendig bouwen bekend, maar er is gebrek aan inzicht over de doelmatigheid hiervan en er wordt doorgaans nog niet serieus ingezet op adaptatiestrategieën of gevolgenbeperking. Komende periode zal moeten worden verkend wat voor welke gebieden al dan niet doelmatige maatregelen zijn.

-  **Bewustzijn:** Is laag, zeker binnendijks is waterveiligheid vaak geen factor (ontwikkelingen in diepe polders wel aanleiding voor maatschappelijke discussie)
-  **Data:** Zones (risico en doelmatigheid maatregelen) niet volledig in beeld
-  **Beleid:** Er is een sterk waterveiligheidsbeleid (normeringen waterkeringen en stroomvoerende gebieden). Binnendijks is er nog geen eenduidige richtlijn voor gevolgbeperking, hier wordt wel naar gekeken. Buitendijks worden veel uitzonderingen gemaakt en wordt toekomstige klimaatverandering nu nog onvoldoende meegenomen.
-  **Tools:** Zijn pilots gevolgbeperking maar inzicht nodig in wat waar doelmatig is
-  **Implementatie:** Maatregelen zijn vaak echt nog pilots of showcases



Maximale overstromingsdiepte extreem kleine kans 100.000. Bron data: LIWO, 2021






## Zoetwaterbeschikbaarheid (en droogte) en kwaliteit

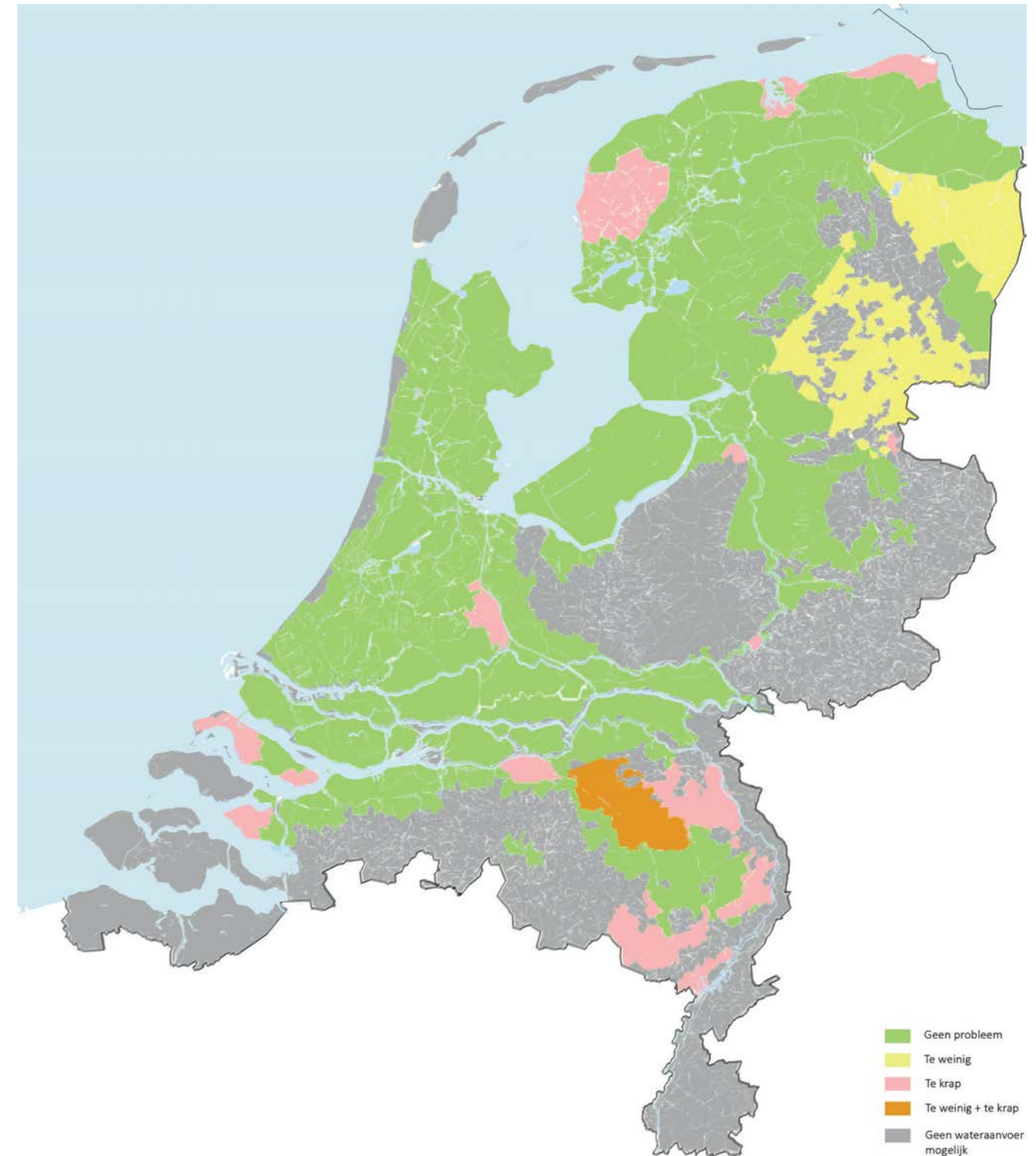
Door steeds langere perioden van neerslagtekort en de steeds hogere watervraag (voor drinkwater, stedelijk groen, natuurgebieden, vernatten veengebieden, doorspoeling verziltende polders) loopt de zoetwatervoorraad tegen haar grenzen aan. De waterkwaliteit van veel oppervlaktewateren is onvoldoende en zet de zoetwatervoorziening (door verzilting), de natuur (door verontreiniging) en de landbouw (door benodigde doorspoeling) onder druk. Het vasthouden van water en verminderen van het zoetwater verbruik is essentieel.

Na de droge zomers van 2018 en 2022 is er meer aandacht voor zoetwatertekorten en zijn er studies gestart die knelpunten in de zoetwatervoorziening (ook in relatie tot de watervraag voor het vernatten van veenweidegebieden) en drinkwatervoorziening in beeld brengen. De gebieden zonder een aanvoersysteem van oppervlaktewater, waaronder de hoge zandgronden in het zuiden en oosten van het land, moeten zorgvuldig met hun beschikbare (grond- en regenwater)bronnen omgaan en inzetten op het vasthouden van water in de bodem en infiltratie (aanvullen grondwatervoorraad). In laag Nederland ontstaan tekorten doordat er onvoldoende water is voor inlaat en doorspoeling. Hierdoor wordt het lastig de kwaliteit van het (op sommige plekken verziltende oppervlaktewater) op orde te houden. Daarnaast vermindert de kwaliteit van het water in watervoerende lagen door boringen (bijvoorbeeld WKO). Hierdoor kan zout- of verontreinigd water zich mengen met het zoete of schone water uit andere lagen. Door droogte en de vergroeningsopgave zal de watervraag van stedelijk groen toenemen.

### Maatregelen zoetwaterbeschikbaarheid (en droogte) en kwaliteit.

Er wordt al ingezet op maatregelen voor droogte (zoals regentonnen en ontharden) maar er mist vaak een integrale strategie (inclusief type beplanting, regenwaterberging en bodemcondities). Er zijn ambities, maar deze worden nog niet vertaald in eisen.

-  **Bewustzijn:** Bewustzijn is beperkt (maar neemt na de droge zomers toe)
-  **Data:** Zones met tekorten (in relatie systeem en grondwater) niet goed in beeld
-  **Beleid:** Er zijn principes bekend, moeten nog (gebieds)specifiek worden
-  **Tools:** Er zijn enkele tools bekend en toegepast, maar goed inzicht in de opgave en bijbehorende strategieën nog geen gemeengoed.
-  **Implementatie:** Vaak veel losse maatregelen als 'gimmick', maar nog geen echte strategie en nog weinig aandacht voor bodemverbetering.



Tekort oppervlaktewater gemiddeld jaar 2050 Hoog. Bron data: Nationaal Water Model, 2019  
Te krap: onvoldoende capaciteit van het regionale inlaatwerk of doorvoersysteem (zoals boezemkanalen, vaarten, sloten)






# Bodemvitaliteit

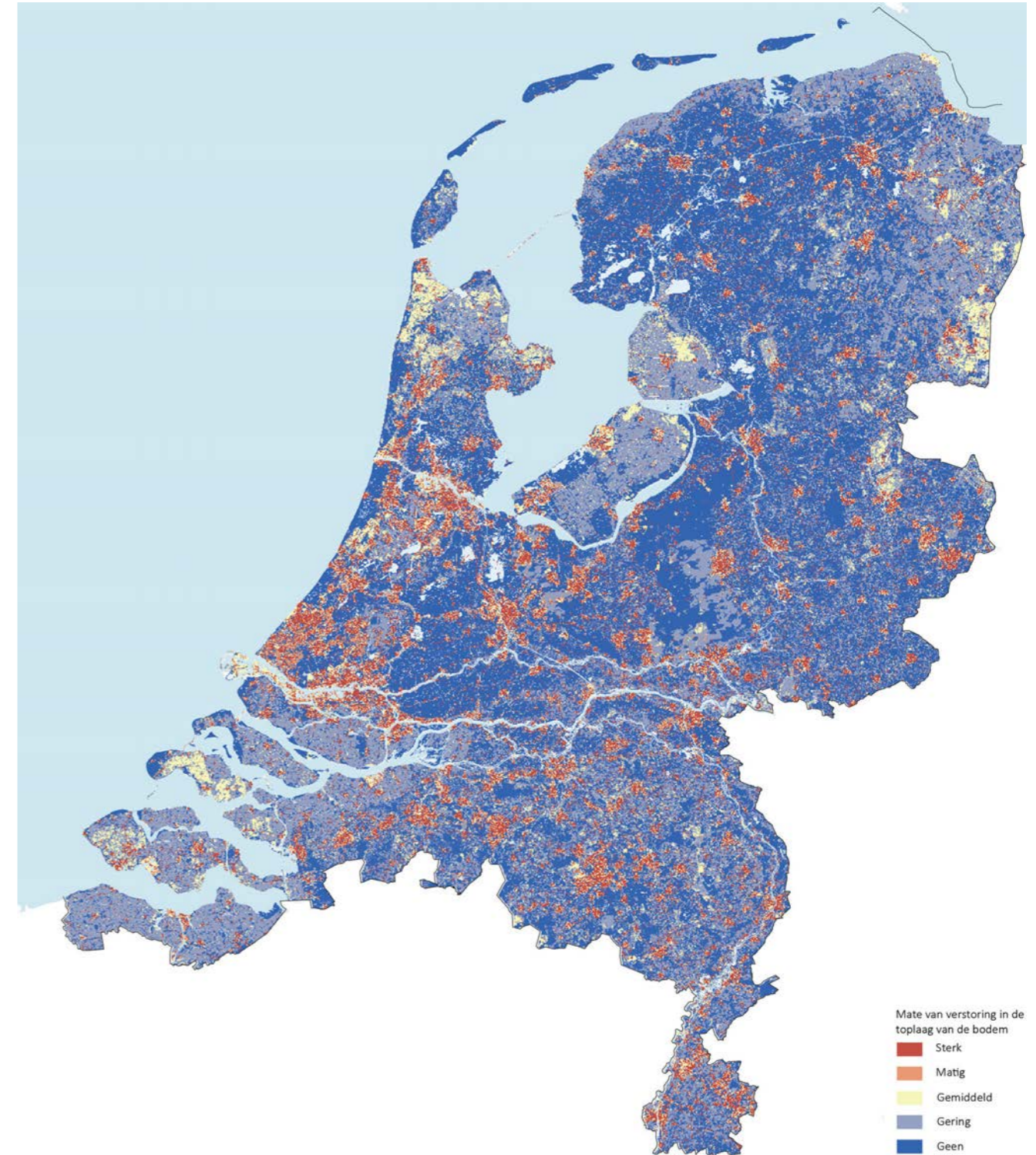
De vitaliteit van de bodem staat zeker in stedelijk gebied onder druk. Een vitale bodem houdt water vast, is beter bestand tegen verdroging, slaat koolstof op, houdt stikstof vast en draagt bij aan de biodiversiteit en waterkwaliteit. Er moet verstandiger omgegaan worden met de bodem door minder af te dekken, niet onnodig af te graven of te verdichten en niet te verontreinigen. Hierbij hoort ook een slimme inrichting van de ondergrond, waarbij kabels, leidingen, boomwortels, ondergrondse bouwwerken, onttrekkingsbronnen voor water en energie en grondwaterstromen afgestemd zijn.

In stedelijk gebied resulteert de grootschalige bodemafdekking en -belasting voor woningbouw, industrie en infrastructuur in zetting, verstrooiing van grondwaterstromen, een toename van CO2-emissies, verdroging, bodemverdichting en afname van organische stof en biodiversiteit. Door de grote dynamiek wordt de bodem en het daarin aanwezige ecosysteem regelmatig verstoord waarna er tijd en geld nodig is om deze weer te herstellen. De energietransitie biedt de komende jaren kansen voor een gestructureerde aanpak van de ondergrondse infrastructuur. Het aardgasvrij maken en aanleggen van warmtenetten en/of elektrificeren vraagt om de aanleg van nieuwe kabels en leidingen in de ondergrond. Tegelijkertijd betekent dit ook dat de bodem op veel plaatsen verstoord gaat worden.

## Maatregelen bodemvitaliteit

Het bewustzijn van de stedelijke opgave voor bodemvitaliteit is nog beperkt; daar waar ontwerpers al enige tijd aan de slag zijn met wateropvang en vergroening is de bodemvitaliteit een nieuw thema waarbij er weinig bekendheid is over de opgaven, systeemwerking en mogelijke maatregelen. Er is in stedelijk gebied vaak geen goed inzicht in de bodemgesteldheid, doordat bij ontwikkelingen veel is vergraven, materiaal is aangebracht, grondwaterstromen zijn verstoord en vervuiling heeft plaatsgevonden. Er zijn wel beleidsprincipes, maar deze worden beperkt geïmplementeerd (archeologie kent wel duidelijke richtlijnen). Bij bovengrondse maatregelen wordt nog weinig rekening gehouden met de ondergrondse condities, ook mist er een zonering voor ondergrondse functies in de 'drukke' zones in binnensteden of straten.

-  **Bewustzijn:** Bewustzijn is beperkt
-  **Data:** Wat waar ligt, grondwaterstromen vaak niet goed in beeld
-  **Beleid:** Eerste ambities bekend (hergebruik grond, beperken verstoring), strategie voor afweging in relatie ontwerp, onderhoud en ontwikkelingen nog niet beschikbaar
-  **Tools:** Tools en best practices zijn beperkt beschikbaar
-  **Implementatie:** Beperkt; de uitvoerder voelt onvoldoende noodzaak



Mate van verstoring in de toplaag van de bodem. Bron data: RIVM, 2015



DEEL B

# Hoogstedelijke knooppunten

In dit deel worden voor de hoogstedelijke knooppunten de belangrijkste opgaven vanuit water en bodem en klimaatverandering beschreven, en worden de bijbehorende handelingsperspectieven en aanbevelingen geschetst (voor ontwerpers die binnen deze gebieden aan de slag gaan).

Leeuwarden

2

2

2

NL NS 94 84 4264045-4

Foto: Defacto Stedenbouw



## Opgaven hitte

### 1 Hoge mate verharding

Doordat verharding opwarmt, deze warmte vasthoudt en vervolgens uitstraalt, warmt het hoogstedelijk gebied sterk op. De hoge dichtheid en het gebrek aan groen beperken de afkoeling waardoor warmte ook 's nachts blijft hangen.

### 2 Onvoldoende koele plekken

In buurten met weinig private buitenruimte zijn koele publieke (binnen-) en buitenruimtes essentieel om tijdens hitte te kunnen verblijven.

### 3 Externe warmtebronnen (airco's)

Door veelvuldig gebruik van koelingsinstallaties worden publieke buitenruimtes (met name winkelstraten) extra verwarmd, wat de behoefte aan koeling weer doet toenemen.

### 4 Opwarmen ondergrond

In stedelijk gebied is het druk in de ondergrond waardoor (drinkwater) leidingen dicht op het straatoppervlak liggen en kunnen opwarmen.

### 5 Opwarmen water

Door de hitte in het stedelijke gebied kan het oppervlaktewater flink opwarmen, waardoor de kwaliteit (zeker in ondiep water met harde kades waarin wordt gevaren) sterk kan afnemen.

## Opgave slappe bodems

### 1 Zetting door massa (belasting)

Nieuwbouwontwikkelingen met een hoge dichtheid hebben veel massa en kunnen de bodem van zettingsgevoelige gebieden samendrukken. Met voorbelasting kan de zetting worden beperkt. Zelfs in hoogstedelijke gebieden waar veel kan worden geïnvesteerd, worden niet altijd voldoende maatregelen getroffen om de restzetting te beperken. Dit resulteert in hogere kosten voor onderhoud en beheer van zakkende wegen, openbare ruimte, kabels en rioleringen.

### 2 Zetting door droogte

Bij droogte (en gebrek aan infiltratie) daalt de grondwaterstand waardoor bodems gevoelig voor bodemdaling in korte tijd sterk kunnen zakken.

### 3 Locatiekeuze slappe bodem

Zettingsgevoeligheid wordt onvoldoende meegenomen bij de locatieafweging voor ontwikkelingen. Grondonderzoek wordt pas als onderdeel van planvorming uitgevoerd, vervolgens wordt gekeken hoe op deze locaties kosteneffectieve maatregelen voor bodemdalingsbestendig ontwikkelen kunnen worden ingezet. Sommige gemeenten kennen strenge restzettingseisen.

## Opgave (regen)wateroverlast

### 1 Veel verharding (wateroverlast)

De hoge mate van verharding beperkt de infiltratiemogelijkheid waardoor water op straat blijft staan (regenwateroverlast wegen en tuinen) of moet worden afgevoerd (afwenteling naar riolering en waterafvoersysteem waardoor capaciteitsproblemen ontstaan). Hierdoor wordt (zeker in gebieden met lage grondwaterstanden en goed infiltreerbare of vocht vasthoudende bodems) de sponspotentie van de bodem onderbenut en het grondwater onvoldoende aangevuld. Doordat de ondergrond belast wordt en vol is, vermindert ook de doorlaatbaarheid van onbedekte bodems.

### 2 Beperkte ruimte waterberging

Door de beperkte inzet en ruimte voor waterberging (in gebouwen en de openbare ruimte) en beperkte ruimte voor oppervlaktewater wordt er weinig water geborgen en veel water afgevoerd. Hierdoor is het stedelijk gebied kwetsbaar voor piekbuien waarvoor in het waterafvoersysteem onvoldoende capaciteit is. Waterberging wordt vaak elders in de stad of in het buitengebied gerealiseerd waardoor aanvulling van het grondwater achterblijft.

## Opgave waterveiligheid

### 1 Risico overstroming binnendijks

De kans op een overstroming is zeker in hoogstedelijk gebied klein. De gevolgen van een overstroming kunnen echter groot zijn. In hoog stedelijke gebieden kan doorgaand goed verticaal worden geëvacueerd, maar er kan schade optreden aan vitale netwerken.

### 2 Meerlaagsveiligheid

Doordat de binnendijkse gebieden een zeer klein overstromingsrisico kennen worden no-regret maatregelen (bijvoorbeeld het op een hoge verdieping plaatsen van noodstroomvoorzieningen) vaak over het hoofd gezien.

### 3 Flexibiliteit keringen in de tijd

Nieuwbouw langs keringen (dijken, duinen) beperkt de ruimte voor versterkingen in toekomst, waardoor toekomstige dijkversterkingen zeer kostbaar en lastig inpasbaar kunnen zijn.

### 4 Oevers en buitendijkse gebieden

In buitendijkse gebieden en oeverlanden zullen de overstromingskansen met de tijd toenemen. Dit betekent dat deze gebieden met de tijd moeten kunnen adapteren. Momenteel wordt hier vaak onvoldoende rekening mee gehouden.

## Opgave waterbeschikbaarheid

### 1 Beperkte sponswerking

Door de hoge mate van verharding kan de bodem weinig water vasthouden of infiltreren, waardoor schoon regenwater wordt afgevoerd, het grondwater onvoldoende wordt aangevuld, en in droge perioden water moet worden aangevoerd.

### 2 Grondwaterstromen

Door interventies in de ondergrond, zoals ondergrondse garages of wateropvang, worden natuurlijke grondwaterstromen verstoord. Dat verschillende functies gebaat zijn bij verschillende grondwaterstanden maakt sturing op ideale grondwaterstanden complex.

### 3 Watervraag stedelijk groen

Stedelijk groen vraagt, mede door de beperkte ruimte, verkeerde keuze in vegetatie en slechte bodemcondities, veel bewatering.

### 4 Verontreiniging

Woningen en industrie hebben een negatief effect op de grondwater- en bodemkwaliteit. Riooloverstorten (bij gemengde riolering), maar ook infiltratie op plekken met bodemverontreiniging, hebben een negatieve impact op de waterkwaliteit.

### 5 Toenemende vraag drinkwater

De toenemende bevolking en watervraag vergroot de druk op drinkwatervoorzieningen.

## Opgave bodemvitaliteit

### 1 Drukte ondergrond

Door de vele functies (kabels/leidingen, boomwortels, garages, kelders, damwanden, afvalcontainers, straatmeubilair) is er ook onder de grond een grote ruimtedruk.

### 2 Bodemverstoring

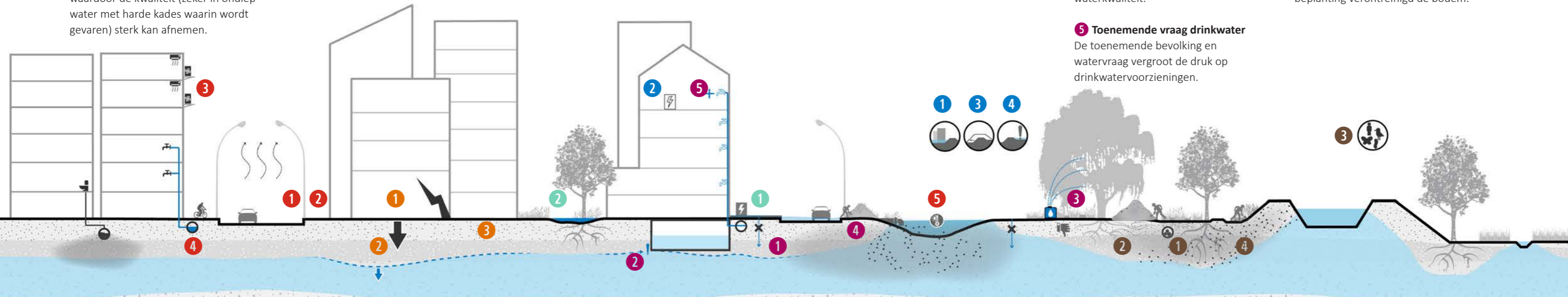
Bouwplaatsen en werkzaamheden (ontgravingen, ophoging met zand, aanleg wegen, riolering en openbare ruimte) verstoren de bodem en het daarin van nature aanwezige ecosysteem wat de rijping en de vitaliteit van de bodem beperkt.

### 3 Beperkte biodiversiteit

In deze stenige omgeving is weinig ruimte voor ecologie en groen, en het stedelijke groen wat er is, is vaak weinig divers. Door het gebrek aan goede bodemvitaliteit ondergronds en de beperkte diversiteit aan groen en insecten bovengronds, is de biodiversiteit zeer beperkt. Bomen worden solitair geplant (in beperkte grondruimte) waardoor ondergronds geen ecologische connectie ontstaat.

### 4 Bodemverontreiniging

Door werkzaamheden, aangebrachte grond, WKO-systemen en uitheemse beplanting verontreinigt de bodem.





## Hitte

### Voorkom verdere opwarming stad

Zorg dat steden niet (nog verder) opwarmen en beperk het stedelijk hitte-eilandeffect.

#### 1 Minder hitte-absorptie gebouw

- Lichte kleuren daken.
- Minder stenig materiaal (houtbouw, groene daken en gevels).
- Meer groen oppervlak in tuinen en op terras of balkon (bijvoorbeeld pergola). 🌿 🌿
- Creëer daken (bodem > 1 meter) met daarop groen. 🌿 🌿

#### 2 Minder opwarming openbare ruimte

- Minder stenige (halfverharding, groen) en lichtere kleuren bestrating. 🌿 🌿 🌿
- Minder geparkeerde auto's.
- Bomen voor schaduw en verdamping. 🌿
- Zonwering voor schaduw.
- Stromend of verneveld water.
- Let bij inrichting op de positionering van straatmeubilair (bijvoorbeeld bankjes en speeltoestellen) in de schaduw.

### Hittebestendig bouwen

Voorkom de noodzaak van airco's in gebouwen door in het ontwerp maatregelen mee te nemen tegen opwarming en mogelijkheden voor verkoelen (nachtelijk ventileren).

#### 3 Warmte buiten gebouw houden

- Zonwering aan de buitenzijde meenemen in het ontwerp van het gebouw (juist ook bij geïsoleerde ramen essentieel).
- Slimme oriëntatie en gevelindeling van bebouwing in relatie tot de zon en wind (kleinere of minder gevelopeningen zuidzijde gebouw).
- Bomen in straten en binnentuinen en groene gevels (beperkt snoeien). 🌿
- Toevoegen van daktuinen. 🌿
- (Na)isoleren van gebouwen.

#### 4 Natuurlijke ventilatie

- Gebouwen en plattegronden zo ontwerpen dat (vooral 's nachts) natuurlijke ventilatie mogelijk is.
- Zet daarbij ook in op beperken geluidsoverlast (zonering) en goede luchtkwaliteit, zodat ventileren ook daadwerkelijk mogelijk is.

### Koele routes

Zorg voor koele routes voor voetgangers en fietsers (zeker in de buurt van kwetsbare groepen).

#### 5 Koele voetgangersverbindingen

- Zorg dat aan één zijde van de straat altijd een koele, beschaduwde wandelroute beschikbaar is.

#### 6 Koele fietsverbindingen

- Zorg dat de hoofd fietsroutes 40% schaduw kennen en de wachtplaatsen voor stoplichten op drukke kruispunten in de schaduw zijn.

#### 7 Koele wachtplekken OV

- Zorg dat er bij OV-haltes (zeker op warme pleinen) koele beschaduwde wachtplekken (en eventueel vernevelaars) beschikbaar zijn.

### Koele plekken

Zorg in gebieden waar inwoners geen eigen buitenruimte of hittebestendige woning hebben (particuliere huurders met lage inkomens zijn extra kwetsbaar) voor voldoende koele plekken in de openbare ruimte. Overweeg bij knooppunten het inzetten van verhoogde parken (op daken of voormalige infrastructuur).

#### 8 Zorg voor koele openbare buitenruimtes op een afstand van maximaal 300 meter, met:

- Minimaal 200 m2 aaneengesloten schaduw (bij voorkeur bomen, anders slagschaduw omliggende hoogbouw).
- Bladerrijk groen (verdamping). 🌿 🌿
- Stromend of verneveld (zwem)water.
- Natuurlijke luchtstromen.

#### 9 Combineer koele buitenruimte met semi-openbare binnenruimte

- Koele (semi)openbare gebouwen zijn bij extreme hitte essentieel, met name voor kwetsbare groepen.

#### 10 Stem stedenbouwkundig en architectonisch ontwerp af

- Hou bij het ontwerpen van gebouwen rekening met het mogelijk positieve effect (terugliggende plint voor schaduw) op de buitenruimte.

### Hittebestendige openbare ruimte

Zorg dat ook infrastructuur, vitale objecten, beplanting en materialen bestand zijn tegen hitte.

#### 11 Hittebestendige groenstructuren

- Sluit koele plekken (met stedelijk groen of water) aan op bestaande groen-blauw structuur in de stad om deze robuuster te maken. 🌿 🌿

#### 12 Zorg dat vitale functies blijven functioneren tijdens hitte

- Voorkomen opwarming van drinkwaterleidingen (vraagt afstemming bij aanleg warmtenet).
- Voorkom opwarming van vitale infrastructuur zoals bruggen en elektra in buitenruimte en ontwikkel deze hittebestendig.

### Relatie met uitloopgebieden

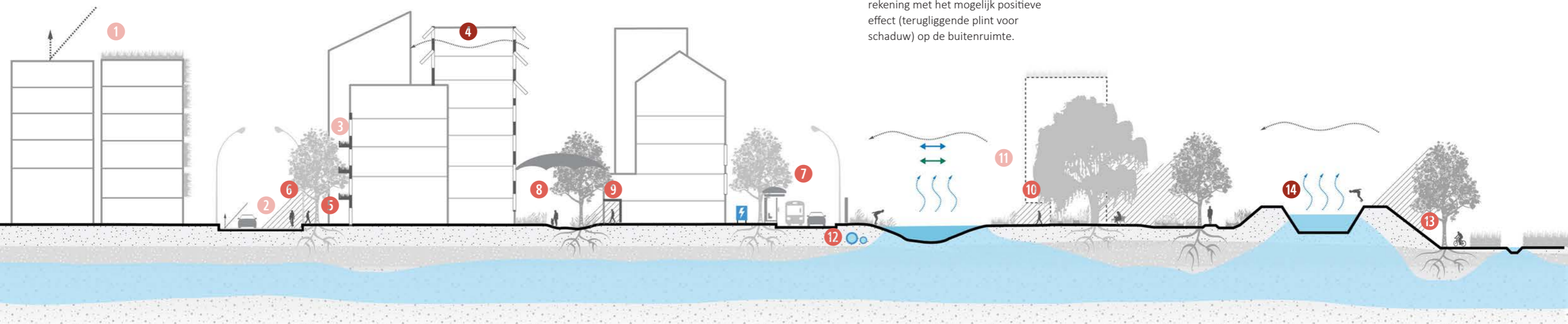
De recreatiedruk op uitloopgebieden neemt toe door de toenemende verstedelijking. Zorg dat er buiten de stad voldoende koele uitloopgebieden en zwemwaterlocaties zijn. Let hierbij ook op koele fiets- en wandelroutes die de stad met het buitengebied verbinden.

#### 13 Zet in op ontwikkeling van voldoende koele uitloopgebieden

- Schaduwrijke recreatiegebieden met voldoende groen en open water. 🌿 🌿
- Zwemwaterlocaties met goede kwaliteit zwemwater. 🌿

#### 14 Goed routenetwerk tussen stad en buitengebied voor mens en dier

- Sluit uitloopgebieden bij voorkeur aan op het groen-blauwe netwerk van de stad zodat deze als koele langzaamverkeersroute kunnen dienen naar het buitengebied.







## Slappe bodems

### Bodemdalingsbestendig bouwen

Door het grote gewicht van gebouwen in hoogstedelijke knooppunten wordt de bodem in gebieden die gevoelig zijn voor bodemdaling samengedrukt (zetting). Vaak wordt er voorbelast met zand, maar de restzetting kan decennia doorgaan.

#### 1 Lichtgewicht bouwen

- Maak waar mogelijk gebruik van lichtgewicht bouwmaterialen (composieten, piepschuim, houtbouw). 🏠 🌱

#### 2 Bodemdalingsbestendig bouwen

- Sluit flexibel aan op omliggende gebouwen en kabels/leidingen om schade door bodemdaling te beperken. 🔄
- Hou in ontwerpen proactief rekening met mogelijke bodemdaling door (autonome of geforceerde) grondwaterstands daling.

### Voorkom afwenteling beheerkosten

De extra beheerkosten van wegen, leidingen en openbare ruimte van private ontwikkelingen in bodemdalingsgebieden worden nu vaak afgewenteld op het publieke domein.

#### 3 Levensloop benadering

- Hou bij de berekening voor beheerkosten rekening met de extra kosten door bodemdaling tijdens de levensloop van de ontwikkeling (en maak afspraken over de dekking).

#### 4 Uitvoeringseisen

- Soms staan de aanbestedings- of kwaliteitseisen het toepassen van principes voor bodemdalingsbestendig bouwen in de weg. Zo zijn de risico's of de garanties voor bepaalde lichtgewicht ophoogmaterialen soms niet in lijn met de standaard uitvoeringseisen: dit vraagt om vroegtijdige afstemming en overleg in het ontwerp. 🔄

### Aanleg infrastructuur

Verzakkingen in wegen en openbare ruimte kan overlast of schade veroorzaken (zoals schade aan kabels en leidingen) of tot hogere beheerkosten leiden.

#### 5 Ophogen wegen

- In hoogstedelijk gebied kan onderheien van de weg rendabel zijn.
- Hoog waar mogelijk op met materiaal wat de vitaliteit van de bodem verbetert; op termijn wordt hierdoor een sterkere ondergrond gecreëerd waar minder zetting plaatsvindt. 🏠 🌱
- Gebruik waar dit niet mogelijk is lichte ophoogmaterialen (BPS, schuimbeton, lokaal granulaat). 🔄
- Gebruik herbruikbare verharding (die makkelijk te verwijderen is en terug kan komen na ophoging).

#### 6 Adaptief ontwerp

- Hou in ontwerpen proactief rekening met mogelijke bodemdaling, bijvoorbeeld door de straat zo te ontwerpen dat de trottoirs in de tijd goed (getrapt) te verhogen zijn. De nieuwe toegankelijkheidseisen (max 3 cm hoogteverschil tussen trottoir en drempel) leiden mogelijk tot een toenemende ophoogfrequentie.

### Aanleg openbare ruimte

Bij bodemdaling in de openbare ruimte is (zeker in parken) ophogen niet altijd nodig. Zet in op bodemdalingsbestendige openbare ruimte zodat er niet wordt afgewenteld op de toekomst.

#### 7 Bodemdalingsbestendige openbare ruimte

- Zorg voor beplanting die goed tegen natte voeten kan. 🌱
- Kies voor robuuste paden (onverhard of onderheide houten vlonderpaden). 🌱
- Leg kabels en leidingen flexibel aan.

### Waterbestendige openbare ruimte

Conditie worden natter doordat het maaiveld ten opzichte van het grondwaterpeil zakt en er minder infiltratieruimte is voor regenwater.

#### 8 Waterbestendige openbare ruimte

- Ontwerp met waterbestendige vegetatie en bomen die (tijdelijk) onder water kunnen staan. 🌱
- Werk met een micro-hoogtestrategie waarbij het (grond- en regen)water gestuurd wordt richting plekken waar dit geen overlast oplevert (en bij voorkeur profijt). 🌱 🏠

### Afwegen locatie nieuwbouw

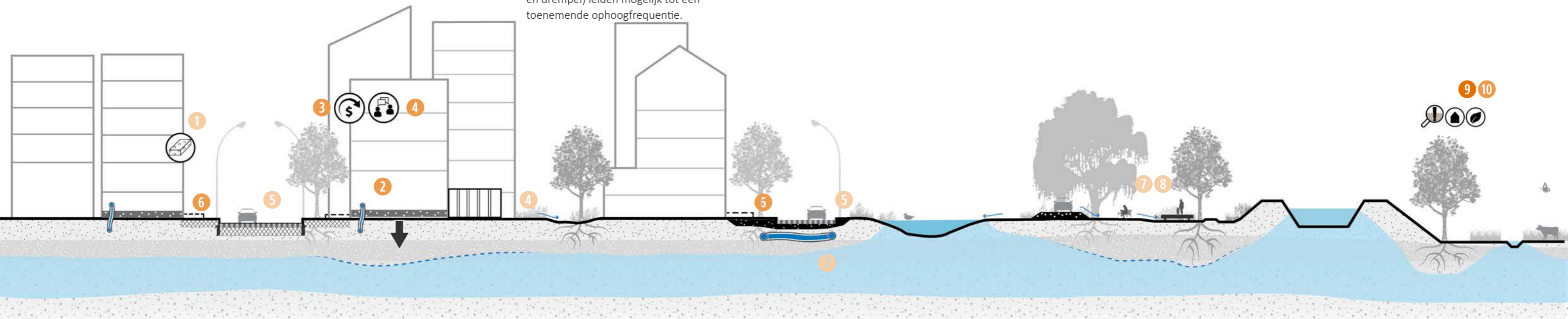
Neem bij nieuwbouw kennis over de ondergrond mee in de afweging voor de locatie en het gebiedsontwerp.

#### 9 Kosten-batenafweging bouwen op zeer slappe bodems (restzetting)

- Doe voorafgaand aan de locatiekeuze voor een ontwikkeling grondonderzoek. Zo ontstaat inzicht in de benodigde maatregelen voor het beperken van de restzetting tot de geldende norm.
- Bepaal bij welke mate van zetting het al dan niet rendabel is om te ontwikkelen. Neem in deze afweging ook het effect (mogelijke afwenteling) op het bodem en watersysteem mee.

#### 10 Kennisontwikkeling restzetting

- Identificeer vooraf de zetting per wijk (veen zetting/kleizetting versus belasting en grondwaterstand) en neem dit mee in het gebiedsontwerp.





## Neerslag

### Ontwikkel waterneutraal of -positief

Door de hoge mate van verharding in bebouwde gebieden moet er veel regenwater worden afgevoerd. Zorg dat voldoende water wordt vastgehouden en geborgen, zodat de druk op het waterafvoersysteem niet wordt vergroot. Dit water kan vertraagd worden afgevoerd of in droge perioden gebruikt worden.

#### 1 Zet in op vasthouden en bergen

- Berg regenwater op eigen terrein (minimaal 40-70 mm in 1 uur). Hou rekening met (indicatief) +5% in 2050 en + 10% in 2100 extra mm voor het bergen van regenwater. Denk daarbij bijvoorbeeld aan regentonnen, watertanks voor grijs watergebruik en (ondergrondse) waterbassins. 🚰
- Vertraag regenwaterafvoer van het terrein (groene beplanting, gevels en daken, afkoppelen regenwater). 🌿 🚰
- Zorg voor infiltratiemogelijkheden (halfverharding, open bodem). 🚰 🌿

### Ontwikkel waterbestendig

In hoogstedelijke knooppunten zijn door de hoge mate van verharding en de beperkte bergingsruimte (zeker in gebieden met hoge grondwaterstanden) vaak waterafvoer problemen. Zorg dat er bij hoge grondwaterstanden en water op het maaiveld geen schade optreedt.

#### 2 Ontwikkel waterbestendig

- Zorg voor waterdichte kelders, souterrains, vloeren en parkeergarages (bijvoorbeeld drempel garage). 🚰
- Zorg voor een micro maaiveldhoogte ontwerp waar bij ca 20 cm water op straat, bebouwing niet in stroomt. 🌊

#### 3 Voorkom schade extreme neerslag

- Plan vitale en kwetsbare functies (hoofdwegen, elektrakasten, entrees ziekenhuis of metro) niet of aangepast op plekken met regenwateroverlast. 🌊
- Richt buitenruimte waar water zich kan verzamelen waterbestendig in (verhoogde elektrakasten, waterrobuuste beplanting). 🌿

### Benut sponswerking

Water wat infiltreert hoeft niet te worden afgevoerd, daarnaast is infiltratie belangrijk voor een gezonde bodem en een robuust (grond)watersysteem. Zet maximaal in op sponswerking, zeker in gebieden met lage grondwaterstanden en veel infiltratiecapaciteit in de bodem.

#### 4 Creëer condities voor infiltratie

- Zorg voor onbedekte bodems en halfverharding. Leg groen borders niet met een verhoogde rand, maar juist lager aan (of met infiltratiegoot). 🌿 🚰 🌊
- Zorg voor ruimte om regenwater tijdelijk te bergen zodat het tijd heeft te infiltreren naar het grondwater. 🚰
- Zorg voor vitale bodems (goed doorworteld) die water goed doorlaten of vasthouden. 🌿 🌊
- Kies het juiste type waterberging of infiltratiekratten. Voor waterberging wil je de berging zo snel mogelijk legen en weer beschikbaar hebben, vanuit een goede waterbalans wil je water vertraagd loslaten. Wees je bewust dat kratten de wortelruimte voor bomen beperken (ondergrondse drukte). 🚰 🌊

### Vergroot waterbergingscapaciteit

Zorg voor voldoende waterbergingsruimte binnen gebiedsontwikkelingen en compenseer waar mogelijk extra binnen bestaand stedelijk gebied met een waterbergingsopgave. Zorg voor een samenwerking tussen verharde en onverharde waterberging en infiltratie.

#### 5 Vergroot oppervlaktewater

- Vergroot waar mogelijk (fysieke ruimte en voldoende waterbeschikbaarheid in droge periode) het oppervlakte watersysteem, zodat er meer water kan worden geborgen. 🚰 🚰
- Verken of openbare ruimtes aan het oppervlaktewatersysteem gekoppeld kunnen worden (en zo bij extreme regenbuien overstroombaar worden).

#### 6 Zorg voor adaptiviteit

- Zorg dat de footprint van een gebouw eventuele toekomstige uitbreidingen van het oppervlaktewatersysteem niet onmogelijk maakt (hou voldoende ruimte beschikbaar voor extra toekomstige ruimte voor water). 🚰 🚰
- 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.

### Systeemaanpak

Zorg dat het watersysteem en de relatie tussen schaalniveaus goed in beeld is.

#### 7 Raadpleeg strestesten

- Zorg voor inzicht in de wateropgave (volume en locatie) voor het stedelijk watersysteem (van de gemeente) en oppervlaktewatersysteem (van het waterschap). Raadpleeg strestesten en zorg dat duidelijk is wat hierin wel of niet is meegenomen (welke buien zijn gebruikt, is het riolerings/waterafvoersysteem meegenomen, wat laten overlastmeldingen zien?).

#### 8 Systeeminzicht

- Zorg dat er watersysteem-inzicht is op verschillende schaalniveaus. Wat is de bodemsoort en grondwaterstand? Bij hoge grondwaterstanden heb je meer oppervlakte nodig. Voor oppervlaktewater kan de wateraanvoer beperkend zijn: is er in droge periode niet voldoende aanvoer mogelijk; kies dan in plaats van voor het creëren van extra oppervlaktewater, voor een droge regenwateropvang om wateraanvoer of -kwaliteitsproblemen in droge perioden te voorkomen. 🚰 🚰

### Relatie piekwaterbergingsgebieden

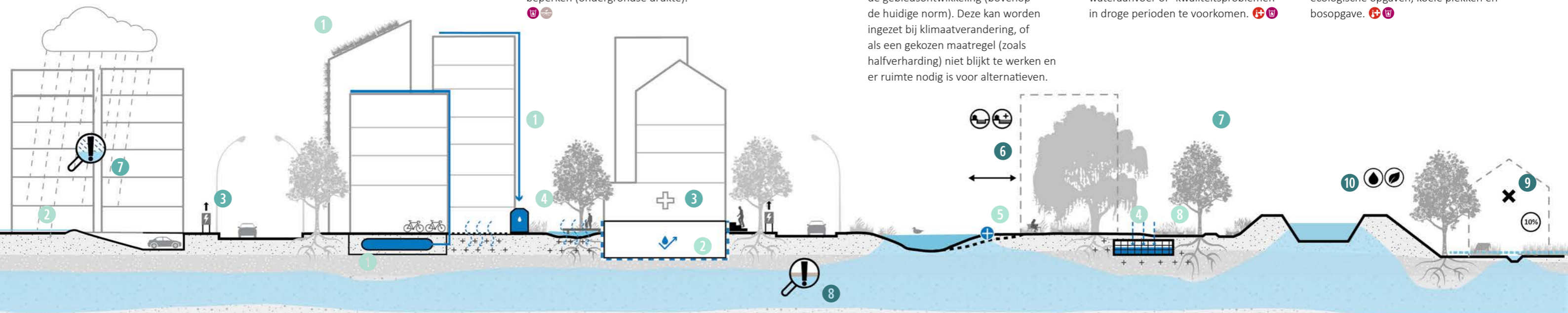
Het is mogelijk om regionale piekwaterbergingsgebieden aan te leggen die op het schaalniveau van een peilvak of poldergebied water opvangen (en daarmee het boezemsysteem ontlasten).

#### 9 Reserveringsgebieden

- In noodoverloopgebieden en (piek) waterbergingsgebieden moet in korte tijd veel water ingelaten kunnen worden. Gebouwde ontwikkelingen in dit soort gebieden zijn dus ongewenst of moeten adaptief (flood proof) zodat inundatie mogelijk blijft. 🌊
- Zorg dat nieuwe ontwikkelingen de schade in gebieden die kunnen inunderen bij een maalstop (wanneer geen water meer kan worden afgevoerd) niet doen toenemen. 🌊

#### 10 Benut uitloopgebieden

- Combineer wateropvanggebieden met uitloopgebieden (bijvoorbeeld in de 10% laagste gebieden van diepe polders) en sluit deze aan op het groen-blauw netwerk van het stedelijk gebied. Combineer eventueel met ecologische opgaven, koele plekken en bosopgave. 🌿 🚰





## Waterveiligheid

### Systeeminzicht

Zorg dat er goed inzicht is in het overstromingsrisico en welke maatregelen al dan niet doelmatig zijn.

#### 1 Raadpleeg overstromingskaarten

- Zorg dat er inzicht is in het overstromingsrisico: betreft het een binnen- of buitendijks gebied, is het stroomvoeren of waterbergend? Wat is de kans van optreden van een overstroming (nu en in de toekomst) in binnendijks of buitendijks gebied? Wat zijn de karakteristieken van een overstroming (snelle of diepe inundatie, overstomingsduur) en de mogelijke gevolgen? Wees je er van bewust dat het niet automatisch zo is dat de diepste polders het hoogste risico kennen (kijk maar naar Limburg).
- Verken afhankelijk van het risico en het type gebied of ontwikkeling of er doelmatige maatregelen voor waterveiligheid zijn. Welke maatregel al dan niet doelmatig is hangt af van de benodigde investering in relatie tot de kans op slachtoffers (en eventueel ook schade) die in geval van een overstroming kunnen optreden.

### Vitaal en kwetsbare functies

Kwetsbare bevolkingsgroepen (zoals ouderen of zieken) en vitale netwerken en functies (zoals ziekenhuizen, opslag gevaarlijke stoffen, elektriciteitsnetwerken) vragen extra aandacht in relatie tot waterveiligheid.

#### 2 Locatiekeuze

- Hou bij de locatiekeuze van vitale of kwetsbare functies rekening met het overstromingsrisico van het gebied.

#### 3 Gevolgbeperking

- Gaat het om herontwikkeling en ligt de locatie al vast? Zet bij vitale en kwetsbare functies (zoals ziekenhuizen, bejaardenhuizen, elektriciteitsvoorzieningen, hulpdiensten, datacenters, metrostations, musea, opslag gevaarlijke stoffen) afhankelijk van het risico in op gevolgbeperking (verhoogde vloer of entree, waterdichte deuren, noodstroomvoorzieningen op hoger gelegen verdiepingen). 🚰

### Gevolgbeperking

Slechts een deel van de bevolking die in overstroombaar gebied woont kan bij een dreigende overstroming preventief worden geëvacueerd, voor de rest van de bevolking ligt de nadruk in het geval van een overstroming op zelfredzaamheid.

#### 4 Gebiedsinrichting

- Zijn er binnen een gebiedsontwikkeling in een overstroombaar gebied hoogteverschillen (bijvoorbeeld oude zandruggen), dan hebben hoge delen de voorkeur voor ontwikkeling boven diep overstroombare delen van polders. 🚰

#### 5 Verticale evacuatie

- In gebieden die relatief snel en diep kunnen overstromen kan worden gekeken hoe nieuwbouw een dubbelfunctie kan krijgen als vluchtplek of als shelter (denk aan een openbaar toegankelijk verhoogd gelegen dek of dak). Een voorbeeld is het stadskantoor in Dordrecht.

#### 6 Noodvoorzieningen

- Plaats noodaggregaten op hoogte (en niet in de kelder). 🚰

### Ruimte voor keringen

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

#### 7 Profiel van vrije ruimte

- Zorg dat er ook op de lange termijn voldoende ruimte vrij blijft langs de dijken om deze in de toekomst in grond te kunnen versterken (zonder dat hier extra constructies voor nodig zijn). Wordt hier van afgeweken (bijvoorbeeld om een multifunctionele waterkering te ontwikkelen), zorg dan voor financieringsconstructies waarbij de extra kosten voor de toekomstige dijkversterking niet worden afgewenteld op het publieke domein.

#### 8 Adaptatievermogen

- Wees terughoudend met bouwconcepten waarbij de dijk wordt bebouwd op basis van de geanticiperde toekomstige dijkhoogte: door klimaatverandering of beleid kunnen deze normen tijdens de levensduur van de bebouwing wijzigen.

### Buitendijkse adaptatie

In waterbergende buitendijkse gebieden en oeverlanden zullen de waterstanden (kans van optreden bepaalde waterstanden) in de toekomst toenemen, hou hier rekening mee in het ontwerp.

#### 9 Uitgiftepeil

- Verwerk een hoogstrategie (uitgiftepeil) in het ontwerp van gebouwen en de openbare ruimte om de gevolgen van een overstroming te beperken (nadruk op beperken slachtoffers, evacuatiemogelijkheden en vitale voorzieningen).

#### 10 Flood proof bouwen

- Bouw aangepast in buitendijkse gebieden die een relatief grote kans hebben op overstromingen. Denk aan bouwen op terpen en palen, drijvende of amfibische woningen, waterdichte gevels of plinten, zonering van functies en waterbestendige openbare ruimten en groenvoorzieningen. 🚰

#### 11 Adaptatievermogen

- Zorg dat er een proactief adaptatieplan is voor toekomstige nu nog onverwachte hogere waterstanden (toevoegen kaderand, aanpassen vloerpeil) en hou hier nu al rekening mee in het ontwerp.

### Relatie ruimte voor de rivier

Zorg dat lokale ontwikkelingen de toekomstige benodigde ruimte voor de rivierwaterafvoer (of waterberging) op systeemniveau niet belemmeren.

#### 12 Buitendijkse restricties

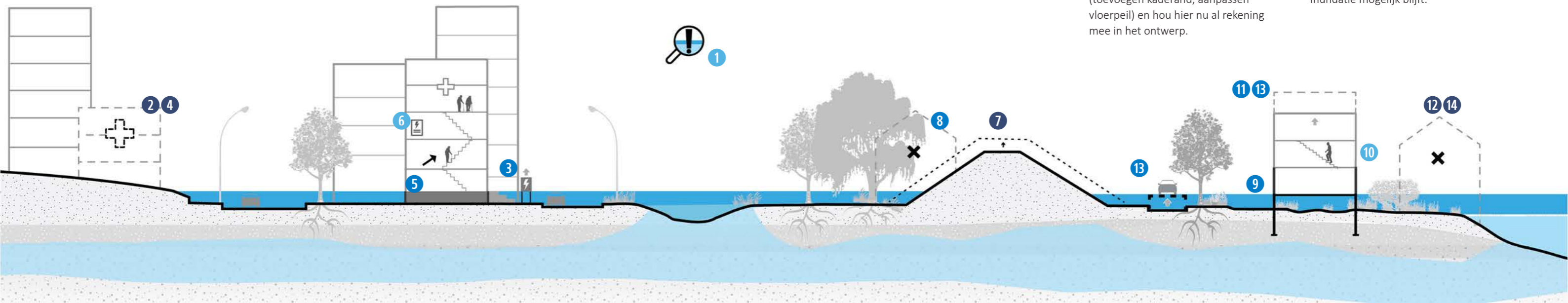
- Ontwikkel geen gebouwde functies in buitendijkse gebied langs rivieren en het IJsselmeer (ook niet op bestaande hoogwatervrije terreinen). Deze ontwikkelingen leggen een claim op de in de toekomst mogelijk benodigde ruimte voor extra rivierafvoeren of waterberging. 🚰

#### 13 Voorkom lock-in situaties

- Zorg dat korte termijn ontwikkelingen levensloopbestendig zijn en op de lange termijn geen lock-in creëren (wordt er buitendijks een te laag uitgiftepeil gehanteerd dan kan op termijn een wellicht ongewenste maatregel zoals een extra kering noodzakelijk worden).

#### 14 Reserveringsgebieden retentie

- Ontwikkel in zoekgebieden voor retentie langs rivieren niet of aangepast (flood proof) zodat inundatie mogelijk blijft.





## Zoetwaterbeschikbaarheid (en droogte) en kwaliteit

### Slim watergebruik gebouwen

Zorg dat de drinkwatervraag beperkt wordt, zodat er minder water nodig is.

#### 1 Vang regenwater op

- Groen-blauwe daken met wateropvang. 🌱🌊
- Leg (ondergrondse) waterberging aan. 🌱
- Regentonnen in tuin of balkon. 🌱

#### 2 Zet in op waterkringlopen

- Afkoppelen regenwaterafvoer.
- Benut opgevangen regenwater voor het doorspoelen van toiletten en bewateren van planten binnen het gebouw, of in de openbare ruimte. 🌱
- Neem in grote woningbouwprojecten grijswaterzuivering in pandig op. 🌱

#### 3 Slim watergebruik

- Zet in op maatregelen voor slim watergebruik (woningen standaard opleveren met waterbesparende kranen, douche/toilet en regenton).

#### 4 Bescherm grondwaterkwaliteit

- Maak gebruik van duurzame stoffen in gesloten bodemenergiesystemen. Hou toezicht op de uitvoering en aanleg. 🌱

### Natuurlijke grondwaterstromen

Het is met name in hoogstedelijk gebied druk in de ondergrond. Parkeergarages, tunnels, kelders ondergrondse wateropvang en verticale boringen kunnen de (natuurlijke) grondwaterstromen beïnvloeden.

#### 5 Zonering ondergrond

- Zet in op een goede zonering die grondwaterstromen zo min mogelijk beïnvloedt en voldoende ruimte biedt voor nieuwe waterbergingsfuncties. 🌱🌊
- Weeg voor- en nadelen van ondergronds en verdiept bouwen af en stel eventueel aanvullende eisen (bijvoorbeeld grindbaan onder verdiepte kelder). 🌱
- Stel eisen aan het doorboren van slecht doorlatende lagen. 🌱

#### 6 Voorkeur natuurlijke systemen

- Verkies bij maatregelen voor wateropvang natuurlijke maatregelen boven infiltratieleidingen en wateropvangkragen, omdat ook deze de grondwaterstroom kunnen beïnvloeden. 🌱🌊

### Benut sponspotentie en buffers

In gebieden met infiltratiepotentie in de bodem is het mogelijk water te infiltreren. Dit water kan worden vastgehouden om in droge perioden water te leveren, grondwaterreserves aan te vullen of als schoon kwelwater weer uit te treden.

#### 7 Zet in op maximale infiltratie

- Door middel van het reduceren van verhard oppervlak (waterdoorlatende verharding, open bodem en groen). 🌱🌊
- Zorg op hellingen voor een cascade-effect (getrapt maaiveld) waardoor water niet direct afstroomt. 🌱🌊
- Verzamel water op plekken waar het kan infiltreren (wadi's, waterpleinen, regenwateropvang parken). 🌱🌊

#### 8 Verken opties wateropslag bodem

- Leg ondergrondse waterberging aan waarin het water tijdelijk kan worden opgeslagen (minder verdamping dan oppervlaktewater), zoals infiltratiekragen, ondiepe grondwaterberging, diepte-infiltratie. 🌱

#### 9 Goede bodemvitaliteit

- Verbeter de bodemkwaliteit zodat deze vocht beter vasthoudt en weer afgeeft. 🌱🌊

### Beperk watervraag groen

Veel steden zetten (mede vanuit hitte en regenwater opgaven) sterk in op vergroening. Stedelijk groen in hoogstedelijke gebieden heeft doorgaans veel beheer en bewatering nodig. Zet in op droogtebestendige beplanting en slim waterbeheer om de watervraag voor beplanting zoveel mogelijk te beperken.

#### 10 Droogtebestendige beplanting

- Zorg voor droogteresistente beplanting (beplanting met diepe wortels, die minder verdampt) en aangepaste ontwerpen voor de openbare ruimte. 🌱
- Voorkom losse bakken met beplanting en leg groen bij voorkeur op maaiveld (in plaats van in verhoogde borders). 🌱
- Zorg op daken van gebouwen of ondergrondse garages voor voldoende met elkaar in verbinding staande gezonde bodem en een goed watersysteem (voorkom bewateren met tankwagens). 🌱

#### 11 Sluit aan op groen-blauwstructuur

- Sluit openbaar groen aan op bestaande groen-blauw structuur in de stad. 🌱🌊

### Robuuste watersystemen

Voldoende waterbeschikbaarheid en kwaliteit is essentieel (voorkom in perioden van droogte blauwalg en vissterfte), creëer robuuste groenblauwe netwerken met goede waterkwaliteit.

#### 12 Robuust groen-blauw systeem

- Zorg voor een robuust oppervlaktewatersysteem waarin veel water kan worden gebufferd. 🌱🌊
- Zorg dat het hoofdwatersysteem op een van nature logische plek wordt behouden of teruggebracht. 🌱🌊
- Zorg voor groene oevers met een talud en oevervegetatie, ontwerp het profiel zodanig dat er ook in droge periode een stroom beschikbaar is. 🌱🌊
- Zoner oppervlaktewater (waar mag wel of niet worden gevaren) en zet ook bij harde kades in op beplanting. 🌱
- Beperk het inlaten van gebiedsvreemd nutriëntrijk water en voorkom overstorten van de riolering. 🌱🌊

#### 13 Benut alle waterbronnen

- Benut schoon water uit kwel. 🌱

#### 14 Zonering ondergrond

- Zorg ervoor dat ondergrondse drinkwaterleidingen niet opwarmen (impact drinkwaterkwaliteit). 🌱

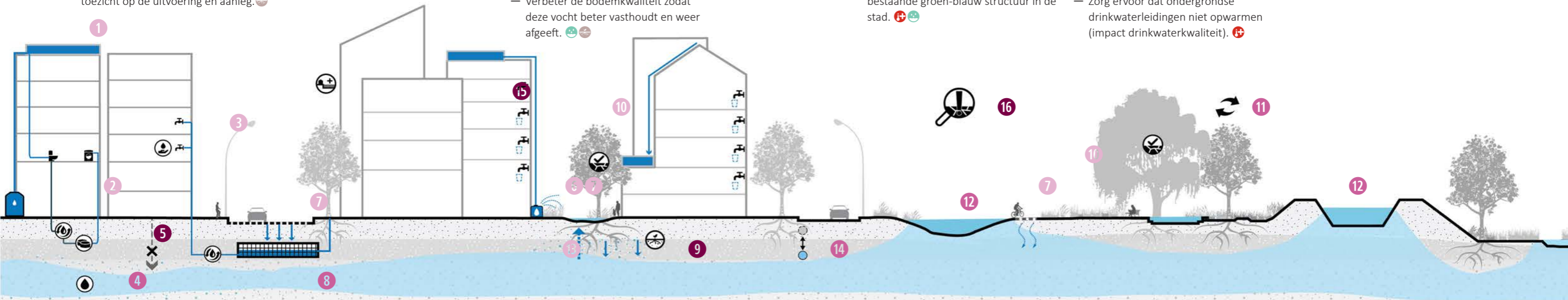
### Relatie watersysteem

#### 15 Bewustzijn schaarste water

- 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. Wees je bij gebiedsontwikkelingen bewust van de (soms beperkte) beschikbaarheid van drinkwater.

#### 16 Systeminzicht

- Zorg dat er inzicht in de werking en beperkingen van het wateraanvoersysteem is en dat bekend is of er voldoende water beschikbaar is om eventueel nieuw aan te leggen oppervlaktewater in droge perioden door te kunnen spoelen. 🌱





## Bodemvitaliteit

### Voorkom verstoring bodems

Een goede inrichtings- en beheerstrategie (waarbij de bodem zo min mogelijk wordt verstoord) geeft bodems de kans te rijpen. Momenteel wordt hier zeker in hoogstedelijke knooppunten nog onvoldoende rekening mee gehouden.

#### 1 Voorkom ontgravingen

- Zorg voor een integrale aanpak van de ondergrond waarbij (riolering, warmtenetten, waterleidingen en kabels) zo veel mogelijk tegelijkertijd worden aangelegd of vervangen in plaats van na elkaar.
- Neem integrale leidingstraten of mantelbuizen op in de grond.
- Moet er worden gegraven, doe dit dan zo beperkt mogelijk.

#### 2 Gesloten grondbalans

- Zorg dat grond die wordt uitgegraven ter plekke of binnen hetzelfde gebied en systeem wordt hergebruikt.

#### 3 Behoud bodemkwaliteit ophoging

- Breng bij ophoging van gebieden, de bovenste bodemlaag weer terug.
- Pas waar mogelijk grondtransplantatie toe met succesvolle grond uit het zelfde systeem.

### Beperk belasting (gewicht)

Nieuwbouw en infrastructuur drukken door hun gewicht de ondergrond samen waardoor de bodem minder doorlatend wordt voor zuurstof en water, en daarmee het bodemleven. Zet in op het verminderen van bodemverdichting.

#### 4 Bouw met lichte materialen

- Maak waar mogelijk gebruik van lichte bouwmaterialen (composieten, piepschuim, houtbouw).

#### 5 Compacte bouwplaatsen

- Hou bouwplaatsen voor beheer en nieuwbouw compact (zo klein mogelijk): het plaatsen van materiaal en rijbewegingen van werkverkeer verdichten de ondergrond.
- Vermijd gebruik zwaar materieel bij maai- en snoeiwerkzaamheden.

#### 6 Adresseer conflicterende belangen

- Soms staan de aanbestedings- of kwaliteitseisen het toepassen van principes voor vitale bodems (voorkomen verdichting) in de weg.

### Stadsecologie versterken

Door de hoge dichtheid en het grote aandeel verhard oppervlak is er weinig ruimte voor groen. Het groen dat wordt aangelegd bestaat vaak uit een gazon en met solitaire bomen (die voor biodiversiteit niet volledig bijdragen).

#### 7 Zet in op hoogwaardig stedelijk groen wat biodiversiteit bevordert

- Leg grotere (boven en ondergronds doorlopende) groenstroken aan in plaats van versnipperd groen of zeer smalle bermstroken.
- Creëer variëteit in hoogte (grondbedekkers, struiken en bomen) en soortenkeuze.

#### 8 Ecologische oevers en kademuren

- Benut oevers voor beplante ongesnoeide taluds en zet (ook bij kademuren) in op vegetatiesoorten die waterkwaliteit bevorderen.
- Zorg dat het beheer van sloten wordt afgestemd op de ecologische functie van de oevers.

### Regie op de ondergrond

De ondergrond raakt steeds voller (kabels en leidingen, riolering, warmtenetten, boomwortels, energiesystemen, wateropvang). Zorg voor een zonering van de ondergrond die zo veel mogelijk bij draagt aan de bodemkwaliteit.

#### 9 Stem functie bovengrond af op structuur ondergrond

- Breng de chemische, fysische en organische kenmerken van de ondergrond in beeld en stem de gebruiksfuncties hier op af.
- Bepaal de minimale kwaliteitseis voor bodems (afhankelijk van de gebruiksfunctie) en stuur hier op.
- Concentreer ondergrondse infrastructuur onder verharde bovengrond of op voldoende diepte (hou de meest actieve bodemlaag vrij).
- Voorkom opwarming van de ondergrond (bijvoorbeeld door warmteleidingen).

#### 10 Voldoende grond bomen

- Zorg dat bomen afhankelijk van de soort voldoende grond hebben (al snel 24 kuub nodig), en leg ondergronds een doorgaande bodemstrook aan die een ondergrondse ecologische verbinding kan vormen (in plaats van solitaire boomvakken).

### Onbedekte bodems

Zet in op ontharding van de buitenruimte door meer bodem onbedekt te laten, halfverharding en groen toe te passen en de bodemkwaliteit te verbeteren.

#### 11 Zet in op maximale infiltratie

- Door middel van het reduceren van verhard oppervlak (waterdoorlatende verharding, open bodem en groen).
- Zorg op hellingen voor een cascade-effect (getrapt maaiveld) waardoor water niet direct afstroomt.
- Verzamel water op plekken waar het kan infiltreren (wadi's, waterpleinen, regenwateropvang parken).

#### 12 Goede bodemvitaliteit

- Verbeter de bodemkwaliteit zodat deze water beter door laat en vocht beter vasthoudt en weer afgeeft.
- Laat goed verteerbaar strooisel (bladeren en naalden) van bomen liggen zodat mineralen uit de diepere bodemlagen weer beschikbaar worden gesteld aan het bodemecosysteem.

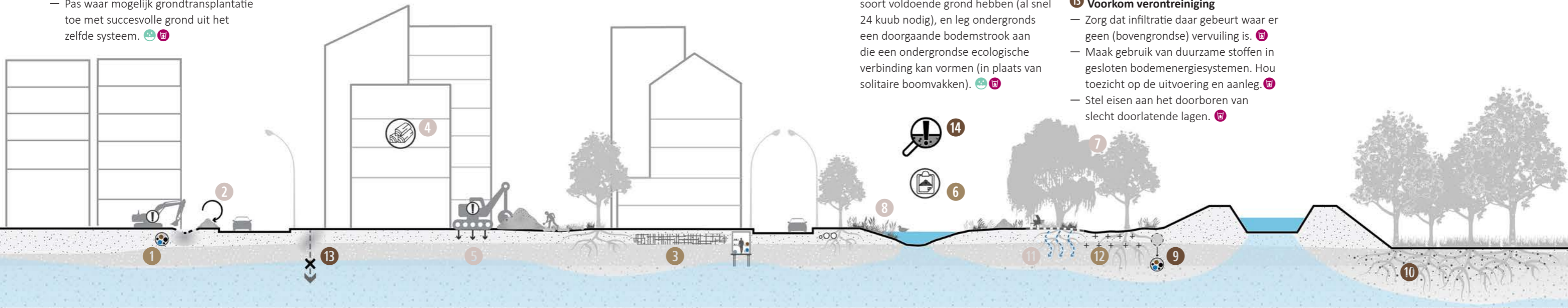
#### 13 Voorkom verontreiniging

- Zorg dat infiltratie daar gebeurt waar er geen (bovengrondse) vervuiling is.
- Maak gebruik van duurzame stoffen in gesloten bodemenergiesystemen. Hou toezicht op de uitvoering en aanleg.
- Stel eisen aan het doorboren van slecht doorlatende lagen.

### Relatie regionale bodemsysteem

#### 14 Belang systeeminzicht

- Er is bij ontwerpers vaak nog onvoldoende kennis over het bodemsysteem of de maatregelen die nodig zijn om bij te dragen aan een vitale bodem. Meer systeembekendheid maakt het makkelijker om in ontwerp de juiste keuzen te maken.

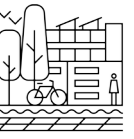




DEEL C

# Naoorlogse wijken van de toekomst

In dit deel worden voor de naoorlogse wijken van de toekomst de belangrijkste opgaven vanuit water en bodem en klimaatverandering beschreven, en worden de bijbehorende handelingsperspectieven en aanbevelingen geschetst (voor ontwerpers die binnen deze gebieden aan de slag gaan).



## Opgave hitte

**1 Potentie koele openbare plekken**  
In de naoorlogse wijken is er naast incidentele private tuinen veel openbaar groen. Deze plekken zijn nog niet altijd ingericht als openbare verblijfsplekken met voldoende schaduw (>200 m<sup>2</sup>).

Vooral gebruiksplekken zijn vaak nog niet beschaduwed; denk aan ov-haltes, trottoirs bij stoplichten of winkelstraten waar ook inwoners die kwetsbaar zijn voor hitte gebruik van maken.

**2 Weinig tuinen (en vaak betegeld)**  
In de naoorlogse wijken hebben enkele benedenwoningen private tuinen, helaas worden deze nog te vaak bestraat waardoor ze weinig verkoeling bieden voor de woningen.

**3 Slecht binnenklimaat woningen**  
Het bouwtechnische ontwerp van naoorlogse woningen houdt nog onvoldoende rekening met klimaat (hitte en kou). Er wordt bij renovatie dan ook vaak ingezet op verduurzaming (isolatie, dubbel glas). Er is nog niet altijd voldoende kennis in relatie tot hittebestendig renoveren. Woningen isoleren heeft bijvoorbeeld geen zin als er geen buitenzonwering wordt aangebracht. Wel zijn de doorzonwoningen vaak goed op natuurlijke wijze te ventileren.

## Opgave slappe bodems

**1 Verzakken bestaande bebouwing**  
In zettingsgevoelige gebieden verzakken ongefundeerde gebouwen (soms is herbouw noodzakelijk). Zijn gebouwen gefundeerd en zakt de openbare ruimte of tuin, dan zijn deze vaak drassig en slecht toegankelijk.

**2 Wateroverlast gebieden met zetting**  
Door het zakken van de openbare ruimte, tuinen en niet gefundeerde bebouwing, komt het grondwater dicht bij het maaiveld. Zijn kelders of vloeren niet waterdicht dan kan er overlast optreden. Bij hoge grondwaterstanden kan bij regenval wateroverlast in tuinen en parken optreden (weinig infiltratieruimte) en kunnen sommige bomen niet goed wortelen (en omvallen).

**3 Zakken openbare ruimte**  
Bij het zakken van de openbare ruimte ontstaat er schade aan wegen, riolering, kabels en leidingen, en verslechtert de begaanbaarheid. Het ophogen van wegen of trottoirs resulteert in hoge kosten en kan schadelijk zijn voor bomen.

**4 Zetting door massa (belasting)**  
Bij herontwikkeling of nieuwbouw in zettingsgevoelige gebieden wordt vaak voorbelast, maar worden (in verband met kosten) niet altijd afdoende maatregelen genomen tegen restzetting.

## Opgave regen(wateroverlast)

**1 Regenwateroverlast**  
Zeker in laag Nederland (hoge grondwaterstanden) kan de bodem regenwater niet opnemen, waardoor wateroverlast optreedt in panden, op straat en in de openbare ruimte.

**2 Beperkte waterbergingscapaciteit**  
De openbare ruimte is vaak vooral groen maar er is beperkt oppervlaktewater, hierdoor is de bergingscapaciteit beperkt. Ook in de gebouwen wordt bij de verduurzaming nog weinig wateropvang toegevoegd.

## Opgave waterveiligheid

**1 Risico overstroming binnendijks**  
Naoorlogse woonwijken liggen in laag Nederland regelmatig in diepere polders waardoor de overstromingsdiepte meer dan 2 meter kan zijn. Dit vraagt om extra aandacht voor kwetsbare groepen en vitale functies. Bij bungalows is het gebrek aan verticale evacuatiemogelijkheden een aandachtspunt.

**2 Meerlaagsveiligheid**  
Doordat de binnendijkse gebieden een zeer klein overstromingsrisico kennen worden no-regret maatregelen (bijvoorbeeld het op een hoge verdieping plaatsen van noodstroomvoorzieningen) vaak over het hoofd gezien.

**3 Flexibiliteit keringen in de tijd**  
Nieuwbouw langs keringen (dijken, duinen) beperkt de ruimte voor versterkingen in toekomst, waardoor toekomstige dijkversterkingen zeer kostbaar en lastig inpasbaar kunnen zijn.

**4 Buitendijks gebied is kwetsbaar**  
In buitendijkse gebieden zullen de overstromingskansen met de tijd toenemen, dit betekent dat deze gebieden met de tijd moeten kunnen adapteren. Momenteel wordt hier vaak onvoldoende rekening mee gehouden.

## Opgave waterbeschikbaarheid

**1 Grondwaterstanden**  
Verschillende functies zijn gebaat bij verschillende grondwaterstanden waardoor sturing op grondwaterstanden complex is. Sterk variërende grondwaterstanden kunnen (met name in laag Nederland) leiden tot paal rot bij houten funderingen.

**2 Benutten sponspotentie**  
In gebieden met infiltratieruimte in de bodem kan goed worden ingezet op sponswerking en aanvullen van grondwaterstanden. Dit voorkomt dat regenwater wordt afgevoerd en in droge perioden water wordt aangevoerd.

**3 Verdroging stedelijk groen**  
Door het vele openbare groen en de beperkte waterbeschikbaarheid heeft het groen het in droge zomers moeilijk.

**4 Verontreiniging**  
Woningen hebben een negatief effect op de grondwater- en bodemkwaliteit. Riooloverstorten (bij gemengde riolering) hebben een negatieve impact op de waterkwaliteit.

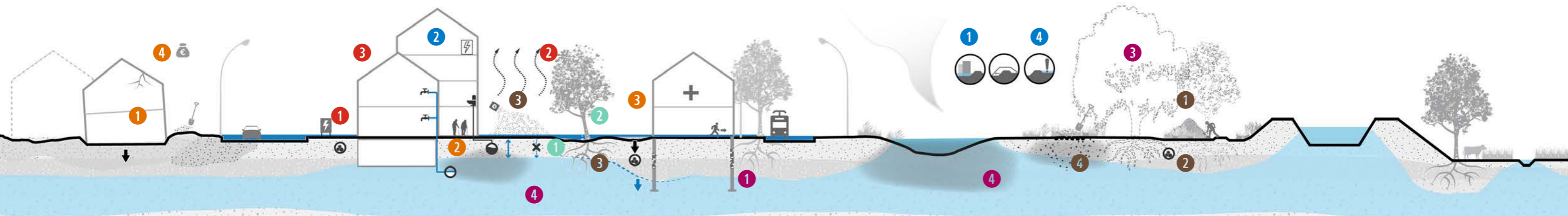
## Opgave bodemvitaliteit

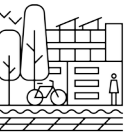
**1 Bodemverstoring**  
Bouwplaatsen en werkzaamheden (ontgravingen, ophoging met zand, renovatie wegen, riolering en openbare ruimte) verstoren de bodem wat de rijping en de vitaliteit van de bodem beperkt.

**2 Drukke ondergrond**  
Door de vele functies (kabels/leidingen, boomwortels) is er zeker bij hoofdwegen ook onder de grond ruimtedruk.

**3 Gebruik pesticiden privétuinen**  
Het gebruik van pesticiden voor groenonderhoud (van met name privé tuinen) heeft een negatief effect op bodemvitaliteit en waterkwaliteit.

**4 Bodemverontreiniging**  
Door werkzaamheden, aangebrachte grond, WKO-systemen en uitheemse beplanting verontreinigt de bodem.





## Hitte

### Verduurzaming woningen

Zorg bij renovatie en de verduurzaming van woningen voor het nemen van maatregelen tegen hitte. Vaak is er nog gebrek aan kennis over hittebestendig renoveren waardoor een geïsoleerde woning 's zomers flink opwarmt.

#### 1 Minder hitte-absorptie gebouw

- Lichte kleuren daken.
- Groene daken en gevels. 🌿

#### 2 Warmte buiten gebouw houden

- Zonwering aan de buitenzijde meenemen in het ontwerp van het gebouw (juist ook bij dubbel glas essentieel: dit glas houdt kou buiten maar bij instraling warmte binnen waardoor het flink kan opwarmen).
- (Na)isoleren van gebouwen.

#### 3 Natuurlijke ventilatie

- Pas de plattegrond aan (bij renovatie, of wissel huurder) ten behoeve van natuurlijke ventilatie.

### Hittebestendige nieuwbouw

Voorkom bij nieuwbouw de noodzaak van airco's in gebouwen door in het ontwerpmaatregelen mee te nemen tegen opwarming en mogelijkheden voor verkoelen (nachtelijk ventileren).

#### 4 Warmte buiten gebouw houden

- Zonwering aan de buitenzijde meenemen in het ontwerp van het gebouw (juist ook bij geïsoleerde ramen essentieel).
- Slimme oriëntatie en gevelindeling van bebouwing in relatie tot de zon en wind (kleinere of minder gevelopeningen zuidzijde gebouw).
- Aanleg bomen in straten en binnentuinen, en groene gevels. 🌿
- Aanleggen van daktuinen. 🌿

#### 5 Natuurlijke ventilatie

- Gebouwen en plattegronden zo ontwerpen dat (vooral 's nachts) natuurlijke ventilatie mogelijk is

### Groene tuinen en straten

Zorg bij nieuwbouw voor groene tuinen en richt bij sociale huurwoningen bij het intrekken van een nieuwe huurder de tuin hittebestendig in.

#### 6 Groene private buitenruimte

- Minder stenige materialen, gebruik halfverharding en houten vlonders en (als je tegels gebruikt) lichte kleuren. 🌿 🚲 🚶
- Meer groen oppervlak en bomen (voor verdamping en schaduw) in tuinen en op terras of balkon (bijvoorbeeld pergola). 🌿 🚲 🚶
- Koester bestaande volwassen bomen (en hagen) in private tuinen.

#### 7 Minder opwarming openbare ruimte

- Minder stenige materialen (halfverharding, groen) en lichtere kleuren bestrating. 🌿 🚲 🚶
- Minder geparkeerde auto's.
- Bomen voor schaduw en verdamping.
- Zonwering voor schaduw.
- Stromend of verneveld water.
- Let bij inrichting op de positionering van straatmeubilair (bijvoorbeeld bankjes en speeltoestellen) in de schaduw.

### Koele plekken

Zorg in gebieden waar inwoners geen eigen buitenruimte of hittebestendige woning hebben (particuliere huurders met lage inkomens zijn extra kwetsbaar) voor voldoende koele plekken in de openbare ruimte.

#### 8 Zorg voor koele openbare buitenruimtes op een afstand van maximaal 300 meter, met:

- Minimaal 200 m<sup>2</sup> aaneengesloten schaduw (bij voorkeur bomen, anders slagschaduw omliggende hoogbouw).
- Bladerrijk en schaduwrijk groen (schaduw en verdamping). 🌿 🚶
- Stromend water (of zwemwater).
- Natuurlijke luchtstromen.

#### 9 Zorg voor koele routes

- Zorg voor koele routes voor voetgangers en fietsers (zeker in de buurt van kwetsbare groepen).

### Hittebestendige openbare ruimte

Zorg dat ook infrastructuur, vitale objecten, beplanting en materialen bestand zijn tegen hitte.

#### 10 Hittebestendige groenstructuren

- Sluit koele plekken (met stedelijk groen of water) aan op bestaande groen-blauw structuur in de stad om deze robuuster te maken. 🌿 🚲

#### 11 Zorg dat vitale functies blijven functioneren tijdens hitte

- Voorkomen opwarming drinkwaterleidingen (vraagt afstemming bij aanleg warmtenet).
- Voorkom opwarming van vitale infrastructuur zoals bruggen en elektra in buitenruimte en ontwikkel deze hittebestendig.

### Relatie uitloopgebieden

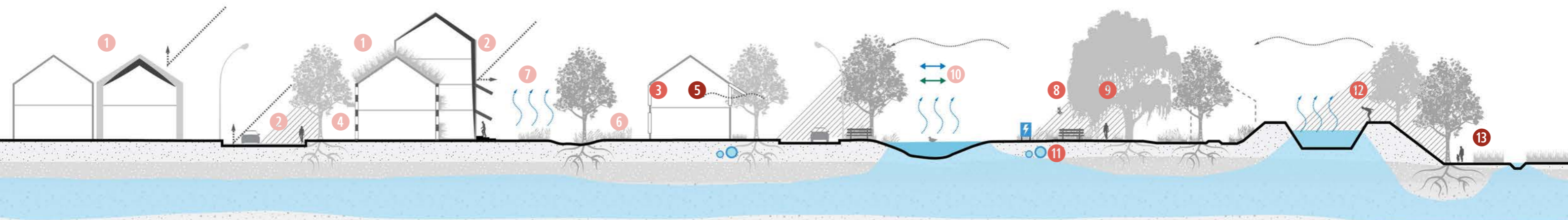
De recreatiedruk op uitloopgebieden neemt toe door de toenemende verstedelijking. Zorg dat er buiten de stad voldoende koele uitloopgebieden en zwemwaterlocaties zijn. Let hierbij ook op koele (fiets)routes die de stad met het buitengebied verbinden.

#### 12 Zet in op ontwikkeling van voldoende koele uitloopgebieden

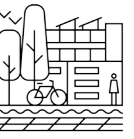
- Schaduwrijke recreatiegebieden met voldoende groen en open water. 🌿 🚲
- Zwemwaterlocaties met goede kwaliteit zwemwater. 🚲

#### 13 Goed routenetwerk tussen stad en buitengebied voor mens en dier

- Sluit uitloopgebieden bij voorkeur aan op groen-blauwe netwerk van de stad zodat deze als koele langzaamverkeersroute kunnen dienen naar het buitengebied).







## Slappe bodems

### Verduurzamen bestaande panden

Zet bij de verduurzaming van panden in op het aanpassen aan optredende bodemdaling.

#### 1 Waterdicht maken panden

- Zorg voor een waterdichte afwerking van kruipruimtes, kelders en vloeren om wateroverlast te voorkomen. 🌿
- Hanteer hierbij een systeemaanpak (met systeemzicht als basis): een gerenoveerd waterdicht pand kan het grondwaterpeil lokaal verhogen en bij panden in de buurt voor grondwateroverlast zorgen.

#### 2 Aansluiting openbare ruimte

- Hoog dorpels en trappen op, zodat er een goede aansluiting is tussen het gebouw en de openbare ruimte.

#### 3 Sloop en herstructurering

- In sommige gebieden zijn op staal gefundeerde (dit betekent dat een woning geen fundering heeft) woningen flink gezakt, terwijl de openbare weg wel met de tijd is opgehoogd. Deze woningen kennen soms zodanig grote opgave in relatie tot verzakking, grondwateroverlast en aansluiting op de openbare weg, dat sloop en nieuwbouw de enige echt duurzame oplossing is. 🌿

### Waterbestendige tuinen

Als panden onderheid zijn ontstaan er door bodemdaling vaak hoogteverschillen tussen de bebouwing en de tuinen, wat vaak gepaard gaat met (grond) wateroverlast. Richt tuinen robuust in zodat overlast beperkt blijft.

#### 4 Tuinen ophogen

- Hoog waar mogelijk op met materiaal wat de vitaliteit van de bodem verbetert; op termijn wordt hiermee een sterkere ondergrond gecreëerd waar minder zetting plaatsvindt. 🌿🌿

#### 5 Ontwerp waterrobuust

- Werk met niveauverschillen: verhoogde paden/vlonders en vijvers 🌿🌿
- Creëer (eventueel op blokniveau) moerasachtige plekken met beplanting die bestand is tegen natte condities. 🌿🌿
- Richt bij sociale huurwoningen (bij een wisseling van huurders) de tuin grondwaterbestendig in. 🌿🌿

### Bodemdalingsbestendig bouwen

Door het grote gewicht van gebouwen in hoogstedelijke knooppunten wordt de bodem in gebieden die gevoelig zijn voor bodemdaling samengedrukt (zetting). Vaak wordt er voorbelast met zand, maar de restzetting kan decenia doorgaan.

#### 6 Lichtgewicht bouwen

- Maak waar mogelijk gebruik van lichtgewicht bouwmaterialen (composieten, piepschuim, houtbouw). 🌿🌿

#### 7 Gebruik lichte ophoogmaterialen

- Gebruik lichte ophoogmaterialen (BPS, schuimbeton, lokaal granulaat) in plaats van zand. 🌿

#### 8 Bodemdalingsbestendig bouwen

- Sluit flexibel aan op omliggende gebouwen en kabels/leidingen om schade door bodemdaling te beperken 🌿
- Hou in ontwerpen proactief rekening met mogelijke bodemdaling door (autonome of geforceerde) grondwaterstands daling.
- Hou rekening met de extra beheerkosten door bodemdaling tijdens de levensloop van de ontwikkeling (en maak afspraken over de dekking).

### Aanleg infrastructuur

Verzakkingen in wegen en openbare ruimte kan overlast of schade veroorzaken (zoals schade aan kabels en leidingen) of tot hogere beheerkosten leiden.

#### 9 Ophogen wegen

- Hoog waar mogelijk op met materiaal wat de vitaliteit van de bodem verbetert; op termijn wordt hierdoor een sterkere ondergrond gecreëerd waar minder zetting plaatsvindt. 🌿🌿
- Gebruik waar dit niet mogelijk is lichte ophoogmaterialen (BPS, schuimbeton, lokaal granulaat). 🌿
- Gebruik herbruikbare verharding (die makkelijk te verwijderen is en terug kan komen na ophoging).

#### 10 Uitvoeringseisen

- Soms staan de aanbestedings- of kwaliteitseisen het toepassen van principes voor bodemdalingsbestendig bouwen in de weg. Zo zijn de risico's of de garanties voor bepaalde lichtgewicht ophoogmaterialen soms niet in lijn met de standaard uitvoeringseisen: dit vraagt om vroegtijdige afstemming en overleg in het ontwerp.

### Waterbestendige openbare ruimte

Naoorlogse woonwijken hebben te weinig dichtheid om onderheien van de openbare ruimte rendabel te maken. Zet in op adaptieve ontwerpen die vooraf rekening houden met de mogelijke (rest) zetting. Ook worden de condities natter doordat het maaiveld ten opzichte van het grondwaterpeil zakt en er minder infiltratieruimte is voor regenwater.

#### 11 Waterbestendige openbare ruimte

- Ontwerp met waterbestendige vegetatie en bomen die (tijdelijk) onder water kunnen staan. 🌿
- Werk met een micro-hoogtestrategie waarbij het (grond en regen)water gestuurd wordt richting plekken waar dit geen overlast oplevert (en bij voorkeur profijt). 🌿🌿

#### 13 Adaptief ontwerp openbare ruimte

- Ontwerp op een manier waarop (rest)zetting (zo lang mogelijk) geen invloed heeft op het gebruik en de begaanbaarheid van de openbare ruimte.
- Leg kabels en leidingen flexibel aan.

### Afwegen locatie nieuwbouw

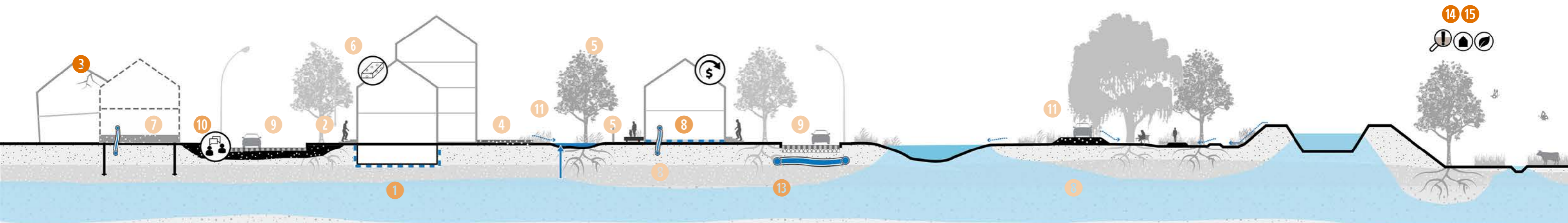
Neem bij nieuwbouw kennis over de ondergrond mee in de afweging voor de locatie en het gebiedsontwerp.

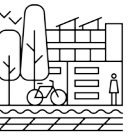
#### 14 Kosten-batenafweging bouwen op zeer slappe bodems (restzetting)

- Doe voorafgaand aan de locatiekeuze voor een ontwikkeling grondonderzoek. Zo ontstaat inzicht in de benodigde maatregelen voor het beperken van de restzetting tot de geldende norm.
- Bepaal bij welke mate van zetting het al dan niet rendabel is om te ontwikkelen. Neem in deze afweging ook het effect (mogelijke afwenteling) op het bodem en watersysteem mee.

#### 15 Gebiedsspecifieke differentiatie

- In gebieden met variërende lokale condities is het belangrijk in het ontwerp rekening te houden met de bodemcondities. Ontwikkel woningen op voormalige zandruggen en zet de slappe bodems binnen een gebied juist in voor de ontwikkeling van groenblauwe structuren in de stad (in plaats van het maken van hoge kosten voor het in stand houden van bebouwing op zeer slappe bodems). 🌿





## Neerslag

### Verduurzaming bestaande panden

Bij renovatie kunnen nieuwe eisen met betrekking tot waterberging worden meegenomen. Doordat er veel ruimte is, kan regenwater van gebouwen worden afgekoppeld van het riool.

#### 1 Nieuwe eisen bouwwerken

- Berg regenwater op eigen terrein (minimaal 40-70 mm in 1 uur). Hou rekening met (indicatief) +5% in 2050 en + 10% in 2100 extra mm voor het bergen van regenwater. Denk daarbij bijvoorbeeld aan regentonnen, watertanks voor grijs watergebruik en waterzakken in kelders/ kruipruimtes. 🚰
- Zorg voor een micro maaiveldhoogte ontwerp waar bij ongeveer 20 cm water op straat, bebouwing niet in stroomt. 🌊

#### 2 Inrichting (private) buitenruimte

- Stimuleer (waar mogelijk) infiltratie door het verwijderen van verharding. 🚰 🌿
- Zorg dat de inrichting van tuinen tegen natte situaties kan (waterrobuuste beplanting, regenvijvers, vlonders). 🌿
- Richt bij sociale huurwoningen tuinen (blokniveau) grondwaterbestendig in. 🌿
- Stimuleer groene tuin en door met vruchtbare grond (in plaats van zand) op te leveren. 🌿 🚰 🌿

### Waterberging openbare ruimte

In naoorlogse wijken is er vaak veel openbare ruimte die goed kan worden ingericht om water vast te houden en te bergen. Dit water kan vervolgens in droge periodes weer gebruikt worden.

#### 3 Wateropvang openbare ruimte

- Zet in op wateropvang binnen gebiedsontwikkelingen (wadi's en wateropvang in parken). Open water heeft daarbij de voorkeur boven technische oplossingen. 🚰
- Zet hoogteverschillen in het ontwerp van de openbare ruimte in om water te leiden (weg houden of opvangen).
- Hou rekening met hoe lang water nodig heeft om te infiltreren (in relatie tot waterkwaliteit en muggen). 🚰

#### 4 Benut sponswerking

- Zorg voor vitale bodems (goed doorworteld) die water goed doorlaten of vasthouden. 🚰 🌿
- Zorg voor onbedekte bodems, halfverharding en veel openbaar groen. Zorg wel dat hier geen vervuild water infiltreert (verbod wassen auto's op straat). 🚰 🌿

### Ontwikkel waterbestendig

#### 5 Voorkom schade extreme neerslag

- Richt buitenruimte waar het water zich kan verzamelen waterbestendig in (verhoogde elektrakasten en wandelpaden, waterrobuuste 🌿 beplanting, juiste bomen op de juiste plek in relatie tot wortelruimte).
- Plan vitale en kwetsbare functies (hoofdwegen, elektrakasten, entrees bejaardenhuis) niet of aangepast op plekken met regenwateroverlast. 🌿

#### 6 Bouw waterbestendig

- Zorg in gebieden met hoge grondwaterstanden voor waterdichte kelders, kruipruimtes en souterrains. 🚰
- Zorg voor een micro maaiveldhoogte ontwerp waar bij ongeveer 20 cm water op straat, bebouwing niet in stroomt. 🌊
- Ontwikkel in gebieden waar het water zich kan verzamelen waterbestendig (hogere stoepranden, verhoogde waterdichte plint gebouwen). 🌊

### Vergroot waterbergingscapaciteit

Zorg voor voldoende waterbergingsruimte binnen gebiedsontwikkelingen en compenseer waar mogelijk extra in gebieden met een waterbergingsopgave. In gebieden met hoge grondwaterstanden is een groter oppervlak nodig om water te bergen.

#### 7 Vergroot oppervlaktewater

- Vergroot waar mogelijk (voldoende waterbeschikbaarheid in droge periode) het oppervlaktewater, zodat er meer water kan worden geborgen. 🚰 🌿
- Zorg voor natuurlijke oevers en hellende taluds in plaats van rechte beschoeide oevers. 🚰 🌿 🌿
- Zorg voor waterzuiverende beplanting.
- Sluit aan op een robuust groen-blauw netwerk voor de stad. 🚰 🌿

#### 8 Zorg voor adaptiviteit

- 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.

### Systeemaanpak

Zorg dat het watersysteem en de relatie tussen schaalniveaus goed in beeld is.

#### 9 Raadpleeg strestesten

- Zorg dat er inzicht is in de wateropgave (volume en locatie) voor het stedelijk watersysteem (van de gemeente) en oppervlaktewatersysteem (van het waterschap). Raadpleeg strestesten en zorg dat duidelijk is wat hierin wel of niet is meegenomen (welke buien zijn gebruikt, is het riolerings-/ waterafvoersysteem meegenomen, wat laten overlastmeldingen zien?).

#### 10 Systeeminzicht

- Zorg dat er watersysteem-inzicht is op verschillende schaalniveaus. Wat is de bodemsoort en grondwaterstand? Bij hoge grondwaterstanden heb je meer oppervlakte nodig. Voor oppervlaktewater kan de wateraanvoer beperkend zijn: is er in droge periode niet voldoende aanvoer mogelijk; kies dan in plaats van voor het creëren van extra oppervlaktewater, voor een droge regenwateropvang om wateraanvoer of -kwaliteitsproblemen in droge perioden te voorkomen. 🚰 🌿

### Relatie piekwaterbergingsgebieden

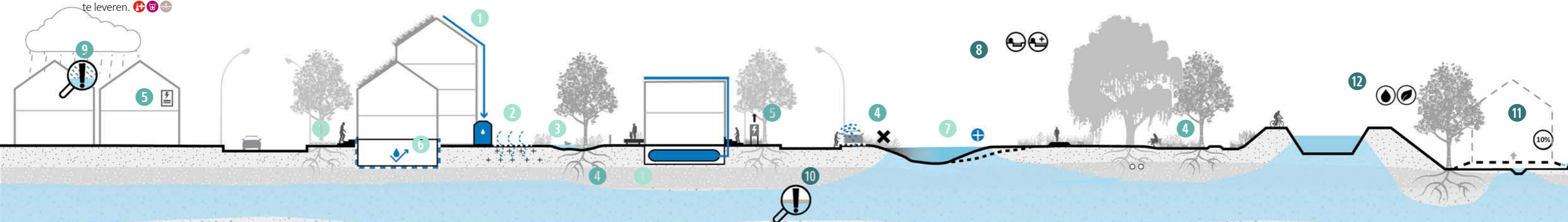
Het is mogelijk om regionale piekwaterbergingsgebieden aan te leggen die op het schaalniveau van een peilvak of poldergebied water opvangen (en daarmee het boezemsysteem ontlasten).

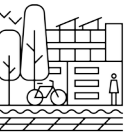
#### 11 Reserveringsgebieden

- In noodoverloopgebieden en (piek) waterbergingsgebieden moet in korte tijd veel water ingelaten kunnen worden. Gebouwde ontwikkelingen in dit soort gebieden zijn dus ongewenst of moeten adaptief (flood proof) zodat inundatie mogelijk blijft. 🌊
- Zorg dat nieuwe ontwikkelingen de schade in gebieden die kunnen inunderen bij een maalstop (wanneer geen water meer kan worden afgevoerd) niet doen toenemen. 🌊

#### 12 Benut uitloopgebieden

- Combineer wateropvanggebieden met uitloopgebieden (bijvoorbeeld in de 10% laagste gebieden van diepe polders) en sluit deze aan op het groen-blauw netwerk van het stedelijk gebied. Combineer eventueel met ecologische opgaven, koele plekken en bosopgave. 🚰 🌿





## Waterveiligheid

### Systeeminzicht

Zorg dat er goed inzicht is in het overstromingsrisico en welke maatregelen al dan niet doelmatig zijn.

#### 1 Raadpleeg overstromingskaarten

- Zorg dat er inzicht is in het overstromingsrisico: betreft het een binnen- of buitendijks gebied, is het stroomvoeren of waterbergend? Wat is de kans van optreden van een overstroming (nu en in de toekomst) in binnendijks of buitendijks gebied? Wat zijn de karakteristieken van een overstroming (snelle of diepe inundatie, overstomingsduur) en de mogelijke gevolgen? Wees je er van bewust dat het niet automatisch zo is dat de diepste polders het hoogste risico kennen (kijk maar naar Limburg).
- Verken afhankelijk van het risico en het type gebied of ontwikkeling of er doelmatige maatregelen voor waterveiligheid zijn. Welke maatregel al dan niet doelmatig is hangt af van de benodigde investering in relatie tot de kans op slachtoffers (en eventueel ook schade) die in geval van een overstroming kunnen optreden.

### Vitaal en kwetsbare functies

Kwetsbare bevolkingsgroepen (zoals ouderen of zieken) en vitale netwerken en functies (zoals ziekenhuizen, opslag gevaarlijke stoffen, elektriciteitsnetwerken) vragen extra aandacht in relatie tot waterveiligheid.

#### 2 Locatiekeuze

- Hou bij de locatiekeuze van vitale of kwetsbare functies rekening met het overstromingsrisico van het gebied.

#### 3 Gevolgbeperking

- Gaat het om herontwikkeling en ligt de locatie al vast? Zet bij vitale en kwetsbare functies (zoals ziekenhuizen, bejaardenhuizen, elektriciteitsvoorzieningen, hulpdiensten, datacenters, metrostations, musea, opslag gevaarlijke stoffen) afhankelijk van het risico in op gevolgbeperking (verhoogde vloer of entree, waterdichte deuren, noodstroomvoorzieningen op hoger gelegen verdiepingen). 🤔

### Gevolgbeperking

Slechts een deel van de bevolking die in overstroombaar gebied woont kan bij een dreigende overstroming preventief worden geëvacueerd, voor de rest van de bevolking ligt de nadruk in het geval van een overstroming op zelfredzaamheid.

#### 4 Gebiedsinrichting

- Zijn er binnen een gebiedsontwikkeling in een overstroombaar gebied hoogteverschillen (bijvoorbeeld oude zandruggen) dan hebben hoge delen de voorkeur voor ontwikkeling. 🤔

#### 5 Vergroot zelfredzaamheid

- Verken in binnendijks gebieden die kunnen overstromen en beperkte mogelijkheden voor verticale evacuatie kennen kansen voor nieuwbouw met dubbelfunctie als vluchtplek of shelter.
- Ontwerp of renoveer woningen zodanig dat de zelfredzaamheid wordt vergroot: droge verdieping kent uitgang (bijvoorbeeld dakraam of dakterras) en geen woningen zonder (directe toegang tot) droge verdiepingen (zoals in souterrains of diep overstroombare gebieden momenteel wel vaak het geval is).
- Plaats noodaggregaten op hoogte (en niet in de kelder). 🤔

### Ruimte voor keringen

De dijken, duinen en keringen moeten regelmatig worden versterkt om bij toenemende waterstanden en economische ontwikkelingen dezelfde veiligheid te blijven bieden. Hiervoor is het belangrijk dat de dijken en keringen vrijgehouden worden van bebouwing. Dit zorgt ervoor dat deze makkelijk versterkt kunnen worden wanneer dit nodig is. Hou hierbij niet alleen rekening met de huidige normering maar hou ruimte voor aangescherpte normeringen.

#### 6 Profiel van vrije ruimte

- Zorg dat ook op de lange termijn voldoende ruimte vrij blijft langs de dijken om deze in de toekomst in grond te kunnen versterken (zonder dat extra constructies nodig zijn). Wordt hier van afgeweken (bijvoorbeeld om een multifunctionele waterkering te ontwikkelen), zorg dan voor financieringsconstructies waarbij de extra kosten voor de toekomstige dijkversterking niet worden afgewenteld op het publieke domein.

#### 7 Adaptatievermogen

- Wees terughoudend met bouwconcepten waarbij de dijk wordt bebouwd op basis van geanticiperde toekomstige dijkhoogte: door klimaatverandering of beleid kunnen deze normen tijdens de levensduur van de bebouwing wijzigen.

### Buitendijkse adaptatie

In waterbergende buitendijkse gebieden en oeverlanden zullen de waterstanden (kans van optreden bepaalde waterstanden) in de toekomst toenemen, hou hier rekening mee in het ontwerp.

#### 8 Uitgiftepeil

- Verwerk een hoogstrategie (uitgiftepeil) in het ontwerp van gebouwen en de openbare ruimte om de gevolgen van een overstroming te beperken (nadruk op beperken slachtoffers, evacuatiemogelijkheden en vitale voorzieningen).

#### 9 Flood proof bouwen

- Bouw aangepast in buitendijkse gebieden die een relatief grote kans hebben op overstromingen. Denk aan bouwen op terpen en palen, drijvende of amfibische woningen, waterdichte gevels of plinten, zonering van functies en waterbestendige openbare ruimten en groenvoorzieningen.

#### 10 Adaptatievermogen

- Zorg dat er een proactief adaptatieplan is voor toekomstige, nu nog onverwachte hogere waterstanden (toevoegen kaderand, aanpassen vloerpeil) en hou hier nu al rekening mee in het ontwerp.

### Relatie ruimte voor de rivier

Zorg dat lokale ontwikkelingen de toekomstige benodigde ruimte voor de rivierwaterafvoer (of waterberging) op systeemsschaal niet belemmeren.

#### 11 Buitendijkse restricties

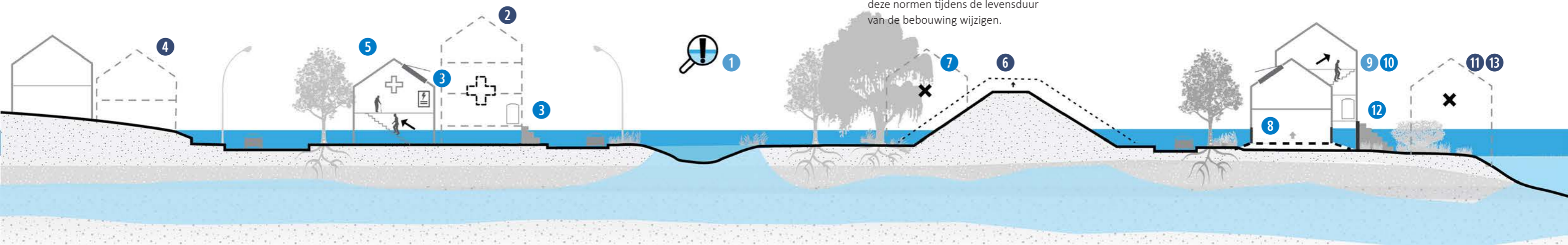
- Ontwikkel geen gebouwde functies in buitendijkse gebied langs rivieren en het IJsselmeer (ook niet op bestaande hoogwatervrije terreinen). Deze ontwikkelingen leggen een claim op de in de toekomst mogelijk benodigde ruimte voor extra rivierafvoeren of waterberging. 🚫

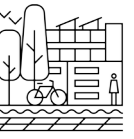
#### 12 Voorkom lock-in situaties

- Zorg dat korte termijn ontwikkelingen levensloopbestendig zijn en op de lange termijn geen lock-in creëren (wordt er buitendijks een te laag uitgiftepeil gehanteerd dan kan op termijn een wellicht ongewenste maatregel zoals een extra kering noodzakelijk worden).

#### 13 Reserveringsgebieden retentie

- Ontwikkel in zoekgebieden voor retentie langs rivieren niet of aangepast (flood proof) zodat inundatie mogelijk blijft.





## Zoetwaterbeschikbaarheid (en droogte) en kwaliteit

### Slim watergebruik gebouwen

Zorg dat bij renovatie en nieuwbouw wordt ingezet op waterbesparende maatregelen.

#### 1 Vang regenwater op

- Waterzakken in kruipruimtes/kelders. 🌱
- Groen-blauwe daken met wateropvang. 🌱+
- Grijswaterberging woningen. 🌱
- Regentonnen in tuin of balkon. 🌱

#### 2 Zet in op waterkringlopen

- Afkoppelen regenwaterafvoer (opvangen en infiltreren regenwater)
- Benut opgevangen regenwater voor het doorspoelen van toiletten en bewateren planten (tuin/balkon). 🌱
- Neem in grote woningbouwprojecten grijswaterzuivering in pandig op. 🌱

#### 3 Slim watergebruik

- Zet in op maatregelen voor slim watergebruik (woningen standaard opleveren met waterbesparende kranen, douche/toilet en regenton).

#### 4 Bescherm grondwaterkwaliteit

- Maak gebruik van duurzame stoffen in gesloten bodemenergiesystemen. Hou toezicht op de uitvoering en aanleg.
- Saneer indien nodig de bodem voordat woningen gerealiseerd worden. 🌱

### Natuurlijke grondwaterstromen

Verschillende functies kennen verschillende ideale grondwaterpeilen. Voor het tegengaan van bodemdaling wil je een hoog grondwaterpeil wat weer kan leiden tot wateroverlast bij gebouwen of bomen. Niet alleen het bepalen, maar ook het realiseren van een ideale grondwaterstand is een uitdaging.

#### 5 Beperk sterke fluctuaties

- Door uitzakken van grondwaterstanden kunnen funderingen schade oplopen (paalrot of verzakkingen door bodemdaling). Hou het grondwater op peil door infiltratie te stimuleren, natuurlijke grondwaterstromen en eventueel infiltratiesystemen. 🌱

#### 6 Zonering ondergrond

- Zonering die grondwaterstromen zo min mogelijk beïnvloedt. 🌱
- Weeg voor- en nadelen ondergronds en verdiept bouwen af en stel eventueel aanvullende eisen (bijvoorbeeld grindbaan onder verdiepte kelder). 🌱
- Stel eisen aan het doorboren van slecht doorlatende lagen. 🌱

#### 7 Voorkeur natuurlijke systemen

- Verkiez natuurlijke maatregelen boven infiltratieleidingen en wateropvangkranen. 🌱

### Benut sponspotentie en buffers

In gebieden met infiltratiepotentie in de bodem is het mogelijk water te infiltreren. Dit water kan worden vastgehouden om in droge perioden water te leveren, grondwaterreserves aan te vullen of als schoon kwelwater weer uit te treden.

#### 8 Zet in op maximale infiltratie

- Door middel van het reduceren van verhard oppervlak (waterdoorlatende verharding, open bodem en groen). Let wel op dat bijvoorbeeld het sleutelen aan of wassen van auto's hier vervolgens niet gebeurt. 🌱🌱
- Zorg op hellingen voor een cascade-effect (getrapt maaiveld) waardoor water niet direct afstroomt. 🌱🌱
- Verzamel water op plekken waar het kan infiltreren (wadi's, waterpleinen, regenwateropvang parken). 🌱🌱

#### 9 Verken opties wateropslag bodem

- Leg ondergrondse waterberging aan waarin het water tijdelijk kan worden opgeslagen (minder verdamping dan oppervlaktewater), zoals infiltratiekranen, ondiepe grondwaterberging, diepte-infiltratie. 🌱

#### 10 Goede bodemvitaliteit

- Verbeter de bodemkwaliteit zodat deze vocht beter vasthoudt en weer afgeeft (zie pagina bodemvitaliteit). 🌱🌱

### Beperk watervraag groen

Veel steden zetten (mede vanuit hitte en regenwater opgaven) sterk in op vergroenen. Stedelijk groen heeft doorgaans veel beheer en bewatering nodig. Zet in op droogtebestendige beplanting en slim waterbeheer om de watervraag voor beplanting zoveel mogelijk te beperken.

#### 11 Droogtebestendige beplanting

- Zorg voor droogteresistente beplanting (beplanting met diepe wortels, die minder verdampt) en aangepaste ontwerpen voor de openbare ruimte. 🌱
- Voorkom losse bakken met beplanting en leg groen bij voorkeur op maaiveld (in plaats van in verhoogde borders). 🌱🌱
- Zorg op daken van gebouwen of ondergrondse garages voor voldoende met elkaar in verbinding staande gezonde bodem en een goed watersysteem (voorkom bewateren met tankwagens). 🌱

#### 12 Sluit aan op groen-blauwe structuur

- Sluit openbaar groen aan op bestaande groen-blauw structuur in de stad. 🌱🌱

### Robuuste watersystemen

Voldoende waterbeschikbaarheid en kwaliteit is essentieel (voorkom in perioden van droogte blauwalg en vissterfte), creëer robuuste groenblauwe netwerken met goede waterkwaliteit.

#### 13 Robuust groen-blauw systeem

- Zorg voor voldoende waterdiepte en doorstroming, groene oevers met een talud en oevervegetatie, ontwerp het profiel zodanig dat er ook in droge periode een stroom beschikbaar is. 🌱🌱
- Plaats bomen niet te dicht langs water (bladval veroorzaakt slib).
- Zorg dat het hoofdwatersysteem op een van nature logische plek wordt behouden of teruggebracht. 🌱🌱
- Zoneer oppervlaktewater (waar mag wel of niet worden gevaren) en zet ook bij harde kades in op beplanting. 🌱+
- Beperk het inlaten van gebiedsvreemd nutriëntrijk water, en voorkom overstorten van de riolering. 🌱🌱

#### 14 Benut alle waterbronnen

- Benut schoon water uit kwel.
- Verken opties benutten van effluent van de rioolwaterzuivering (RWZI).

#### 15 Zonering ondergrond

- Zorg ervoor dat ondergrondse drinkwaterleidingen niet opwarmen (impact drinkwaterkwaliteit). 🌱+

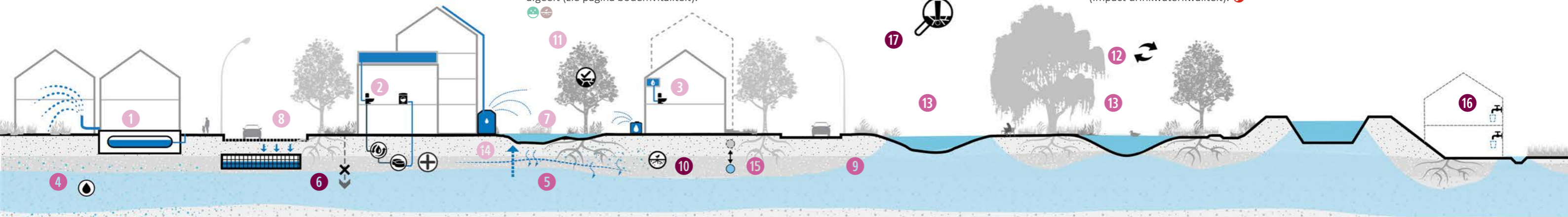
### Relatie watersysteem

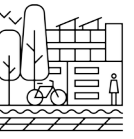
#### 16 Bewustzijn schaarste water

- 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. Wees je bij gebiedsontwikkelingen bewust van de (soms beperkte) beschikbaarheid van drinkwater.

#### 17 Steeeminzicht

- Zorg dat er inzicht is in de werking en beperkingen van het wateraanvoersysteem is en bekend is of er voldoende water beschikbaar is om eventueel nieuw aan te leggen oppervlaktewater in droge perioden door te kunnen spoelen. 🌱+





## Bodemvitaliteit

### Voorkom verstoring bodems

Een goede inrichtings- en beheerstrategie (waarbij de bodem zo min mogelijk wordt verstoord) geeft bodems de kans te rijpen. Momenteel wordt hier zeker in hoogstedelijke knooppunten nog onvoldoende rekening mee gehouden.

#### 1 Voorkom ontgravingen

- Zorg voor een integrale aanpak van de ondergrond waarbij (riolering, warmtenetten, waterleidingen en kabels) zo veel mogelijk tegelijkertijd worden aangelegd of vervangen in plaats van na elkaar.
- Neem integrale leidingstraten of mantelbuizen op in de grond.
- Moet er worden gegraven, doe dit dan zo beperkt mogelijk.

#### 2 Gesloten grondbalans

- Zorg dat grond die wordt uitgegraven ter plekke of binnen hetzelfde gebied en systeem wordt hergebruikt. 🌱🌳

#### 3 Behoud bodemkwaliteit ophoging

- Breng bij ophoging van gebieden, de bovenste bodemlaag weer terug. 🌱🌳
- Pas waar mogelijk grondtransplantatie toe met succesvolle grond uit het zelfde systeem. 🌱🌳

### Ecologisch waardevol groen

Zet in op het verbeteren van ecologie en bodemkwaliteit van openbaar groen en privétuinen, door biodiversiteit te verbeteren en infiltratie te stimuleren. In privétuinen worden bij onderhoud of schoonmaak vaak bestrijdingsmiddelen gebruikt. Ook zorgt verharding voor beperkte bodemkwaliteit en onvoldoende biodiversiteit.

#### 4 Verbeteren biodiversiteit groen

- Gebruik inheemse planten.
- Zet in op gevarieerde planten in verschillende successiefasen.
- Laat goed verteerbaar strooisel (bladeren en naalden) liggen.
- Vermijd toevoeging nutriëntrijke aarde. 🌱
- Zet in op natuurlijke erfafscheidingen, zoals hagen (vermijd schuttingen).

#### 5 Stimuleer groene tuinen

- Lever bij nieuwbouwwoningen de tuin met vruchtbare grond op (in plaats van zand). 🌱🌳
- Richt bij sociale huurwoningen bij het intrekken van een nieuwe huurder de tuin bodempositief in. 🌱🌳
- Stop gebruik pesticiden in privétuinen.

### Beperk belasting (gewicht)

Nieuwbouw en infrastructuur drukken door hun gewicht de ondergrond samen waardoor de bodem minder doorlatend wordt voor zuurstof en water, en daarmee het bodemleven. Zet in op het verminderen van bodemverdichting.

#### 5 Bouw met lichte materialen

- Maak waar mogelijk gebruik van lichte bouwmaterialen (composieten, piepschuim, houtbouw). 🌱

#### 6 Compacte bouwplaatsen

- Hou bouwplaatsen voor beheer en nieuwbouw compact (zo klein mogelijk): het plaatsen van materiaal en rijbewegingen van werkverkeer verdichten de ondergrond. 🌱🌳
- Vermijd gebruik zwaar materieel bij maai- en snoeiwerkzaamheden. 🌱🌳

#### 7 Adresseer conflicterende belangen

- Soms staan de aanbestedings- of kwaliteitseisen het toepassen van principes voor vitale bodems (voorkomen verdichting) in de weg.

### Regie op de ondergrond

De ondergrond raakt steeds voller (kabels en leidingen, riolering, warmtenetten, boomwortels, energiesystemen, wateropvang). Zorg voor een zonering van de ondergrond die de bodem zo efficiënt mogelijk inricht en zo veel mogelijk bijdraagt aan de bodemkwaliteit.

#### 8 Stem functie bovengrond af op structuur ondergrond

- Breng de chemische, fysische en organische kenmerken van de ondergrond in beeld en stem de gebruiksfuncties hier op af. 🌱🌳
- Bepaal de minimale kwaliteitseis voor bodems (afhankelijk van de gebruiksfunctie) en stuur hier op. 🌱🌳
- Concentreer ondergrondse infrastructuur onder verharde bovengrond of op voldoende diepte (hou de meest actieve bodemlaag vrij). 🌱🌳
- Voorkom opwarming van de ondergrond (bijvoorbeeld door warmteleidingen). 🌱

#### 9 Voldoende grond bomen

- Zorg dat bomen afhankelijk van de soort voldoende grond hebben (al snel 24 kubus nodig), en leg ondergronds een doorgaande bodemstrook aan die een ondergrondse ecologische verbinding kan vormen (in plaats van solitaire boomvakken). 🌱🌳

### Onbedekte bodems

Zet in op ontharding van de buitenruimte door meer bodem onbedekt te laten, halfverharding en groen toe te passen en de bodemkwaliteit te verbeteren.

#### 10 Zet in op maximale infiltratie

- Door middel van het reduceren van verhard oppervlak (waterdoorlatende verharding, open bodem en groen) 🌱🌳
- Zorg op hellingen voor een cascade-effect (getrapt maaiveld) waardoor water niet direct afstroomt. 🌱🌳
- Verzamel water op plekken waar het kan infiltreren (wadi's, waterpleinen, regenwateropvang parken). 🌱🌳

#### 11 Goede bodemvitaliteit

- Verbeter de bodemkwaliteit zodat deze water beter door laat en vocht beter vasthoudt en weer afgeeft. 🌱🌳
- Laat goed verteerbaar strooisel (bladeren en naalden) van bomen liggen zodat mineralen uit de diepere bodemlagen weer beschikbaar worden gesteld aan het bodemecosysteem.

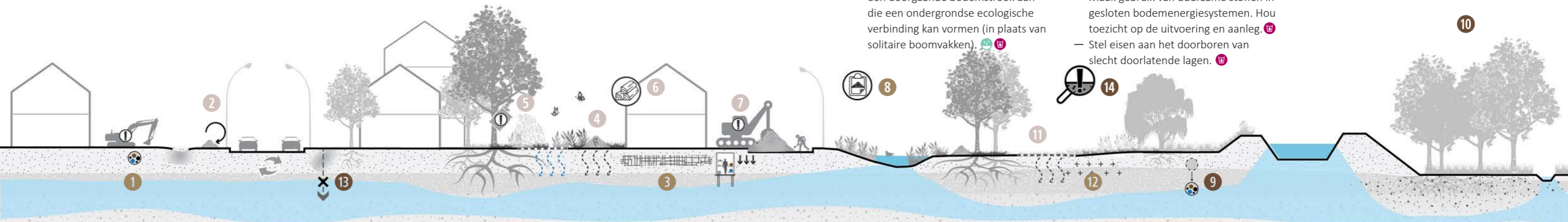
#### 12 Voorkom verontreiniging

- Zorg dat infiltratie daar gebeurt waar er geen (bovengrondse) vervuiling is. 🌱
- Maak gebruik van duurzame stoffen in gesloten bodemenergiesystemen. Hou toezicht op de uitvoering en aanleg. 🌱
- Stel eisen aan het doorboren van slecht doorlatende lagen. 🌱

### Relatie regionale bodemsysteem

#### 13 Belang systeeminzicht

- Er is bij ontwerpers vaak nog onvoldoende kennis over het bodemsysteem of de maatregelen die nodig zijn om bij te dragen aan een vitale bodem. Meer systeembekendheid maakt het makkelijker om in ontwerp de juiste keuzen te maken.

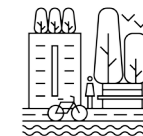




DEEL D

# Groen en gezond leven in de stad

In dit deel worden voor groen en gezond leven in de stad de belangrijkste opgaven vanuit water en bodem en klimaatverandering beschreven, en worden de bijbehorende handelingsperspectieven en aanbevelingen geschetst (voor ontwerpers die binnen deze gebieden aan de slag gaan).



## Opgave hitte

### 1 Onvoldoende koele plekken

In buurten met weinig private buitenruimte zijn koele en schaduwrijke publieke buitenruimtes essentieel om tijdens hitte te kunnen verblijven. Vooral gebruiksplekken zijn vaak nog niet beschaduwde; denk aan ov-haltes, trottoirs bij stoplichten of winkelstraten waar ook inwoners die kwetsbaar zijn voor hitte gebruik van maken.

### 2 Belang stedelijke uitloopegebieden

Voor steden zijn uitloopegebieden (groen-blauwe stadsranden) belangrijk om tijdens hete dagen verkoeling te kunnen zoeken. Ook de fiets en wandelroutes naar deze gebieden toe dienen beschaduwde te zijn.

### 3 Opwarmen ondergrond

In stedelijk gebied is het druk in de ondergrond waardoor (drinkwater) leidingen dicht op het straatoppervlak liggen en kunnen opwarmen.

### 4 Opwarmen (zwem)water

Door de hitte in het stedelijke gebied kan het oppervlaktewater flink opwarmen, waardoor de kwaliteit (zeker in ondiep water met harde kades waarin wordt gevaren) sterk kan afnemen. Gebrek aan zuurstof en blauwalg maakt zwemwater

## Opgave slappe bodems

### 1 Grondwateroverlast

In gebieden met bodemdaling worden parken vaak niet opgehoogd, waardoor het grondwater dicht bij het maaiveld komt, hierdoor krijgen bomen minder ruimte om te wortelen (en kunnen bestaande bomen omvallen). Zeker in perioden van droogte daalt de grondwaterstand waardoor bodems in korte tijd sterk kunnen zakken.

### 2 Zakken openbare ruimte

Bij het zakken van de openbare ruimte ontstaat er schade aan wegen, riolering, kabels en leidingen, en verslechtert de begaanbaarheid. Het ophogen van wegen of trottoirs resulteert in hoge kosten en kan schadelijk zijn voor bomen.

### 3 Wateroverlast gebieden met zetting

Door het zakken van openbare ruimte en hoge grondwaterstanden kan bij regenval wateroverlast in parken optreden (weinig infiltratieruimte).

## Opgave (regen)wateroverlast

### 1 Kansen waterberging

In stedelijk gebied (met veel verharding) wordt er veel water afgevoerd. De groen-blauwe netwerken kunnen een goede plek zijn voor waterberging (in de stad of in het buitengebied).

### 2 Regenwateroverlast

Zeker in laag Nederland (hoge grondwaterstanden) kan de bodem regenwater niet opnemen, waardoor wateroverlast optreedt op straat en in de openbare ruimte.

### 3 Belang systeemdenken

Er wordt vaak niet goed gekeken welke maatregelen omtrent infiltratie, sponswerking en waterberging waar (bijvoorbeeld bij welke bodemsamenstelling) het beste kunnen landen en hoe de verschillende maatregelen op verschillende schaalniveaus zich tot elkaar verhouden.

## Opgave waterveiligheid

### 1 Oevers en buitendijkse gebieden

In buitendijkse gebieden en oeverlanden zullen de overstromingskansen met de tijd toenemen. Door te zorgen voor een waterrobuuste inrichting wordt schade in geval van overstromen voorkomen.

### 2 Meerlaagsveiligheid

Doordat de binnendijkse gebieden een zeer klein overstromingsrisico kennen, worden no-regret maatregelen voor gevolgbeperking vaak over het hoofd gezien. Goede (eventueel verhoogd gelegen) evacuieroutes kunnen bijdragen aan het beperken van slachtoffers in geval van een overstroming.

## Opgave waterbeschikbaarheid

### 1 Grondwaterstanden

Verschillende functies zijn gebaat bij verschillende grondwaterstanden waardoor sturing op grondwaterstanden complex is en niet altijd voordelig voor groen-blauwe functies.

### 2 Benutten sponspotentie

In gebieden met infiltratieruimte in de bodem kan worden ingezet op sponswerking en het aanvullen van grondwaterstanden. Dit voorkomt dat regenwater wordt afgevoerd en in droge perioden water moet worden aangevoerd. Op de hoge zandgronden is dit extra belangrijk.

### 3 Verdroging stedelijk groen

Door het vele openbare groen en de beperkte waterbeschikbaarheid heeft het groen het in droge zomers moeilijk. Door het toevoegen van stedelijk groen neemt de watervraag toe.

### 4 Onvoldoende waterkwaliteit

De kwaliteit van het oppervlaktewater staat onder druk door onvoldoende doorstroming, gebrek aan waterplanten, onvoldoende diepte, riooloverstorten en de inlaat van gebiedsvreemd water.

## Opgave bodemvitaliteit

### 1 Verstoring bodem

Door de drukte in de ondergrond raken ondergrondse ecologische netwerken versnipperd. Hierdoor heeft de bodem onvoldoende ruimte om te rijpen. Werkzaamheden (ontgravingen, ophoging met zand, renovatie wegen, riolering en openbare ruimte) verstoren de bodem wat de rijping en de vitaliteit van de bodem beperkt.

### 2 Weinig ecologisch beheer

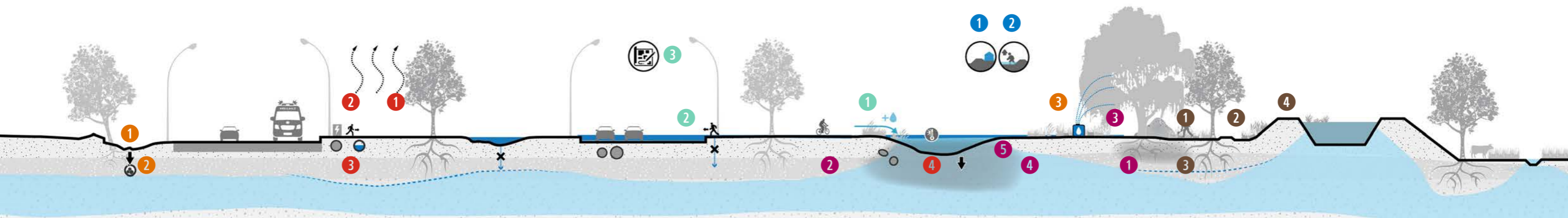
Stedelijk groen wordt 'te netjes' beheerd. Daarnaast is het vegetatiepalet te eentonig en ontbreken bosschages. Dit is ongunstig voor biodiversiteit.

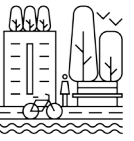
### 3 Bodemverontreiniging

Door werkzaamheden, aangebrachte grond, WKO-systemen en uitheemse beplanting verontreinigt de bodem.

### 4 Bodemverstoring

Bouwplaatsen en werkzaamheden (ontgravingen, ophoging met zand, renovatie wegen, riolering en openbare ruimte) verstoren de bodem wat de rijping en de vitaliteit van de bodem beperkt.





## Hitte

### Zet in op schaduwrijke, koele routes

Zet in op koele langzaamverkeersroutes (wandelen en fietsen), vooral op hoofdverbindingen. Let hierbij ook op de wachtplekken, zoals bijvoorbeeld stoplichten en OV-haltes.

#### 1 Koele voetgangersverbindingen

— Zorg dat aan een zijde van de straat altijd een koele, beschaduwde wandelroute beschikbaar is.

#### 2 Koele fietsverbindingen

— Zorg dat de hoofdfietsroutes 40% schaduw kennen en de wachtplaatsen voor stoplichten op drukke kruispunten in de schaduw zijn.

#### 3 Koele wachtplekken OV

— Zorg dat er bij OV-haltes (zeker op warme pleinen) koele beschaduwde wachtplekken (en eventueel vernevelaars) beschikbaar zijn.

### Volwassen bomen

Bomen in de stad hebben niet altijd de juiste groeiomstandigheden om groot en volwassen te worden. Zet in op goede groeiomstandigheden van de bomen om zo te profiteren van schaduw en verdamping.

#### 4 Verbeteren groeiomstandigheden

- Plant bomen op voldoende afstand van bebouwing.
- Vergroot boomspiegels. 🌳 🚶 🚲
- Zet in op een gevarieerd bomenpalet (tegen verspreiding van ziektes).
- Zet in op onderbeplanting (goed gewortelde bodem). 🌳 🚶 🚲
- Zet in op groeiplaatsverbetering.
- Voorkom bodemverstoring (bijvoorbeeld door ontgraving of verdichting) zoveel mogelijk. 🚶 🚲

#### 5 Koester bestaande volwassen bomen

— Een boom heeft veel tijd nodig om volledig te groeien, koester bestaande volwassen bomen (en hagen).

### Hittebestendige openbare ruimte

Zorg dat ook infrastructuur, vitale objecten, beplanting en materialen bestand zijn tegen hitte. Zet integraal in op het klimaatadaptief maken van bestaande groenstructuren en -gebieden (hitte, neerslag, droogte, grondwateroverlast en bodemdaling).

#### 6 Hittebestendige groenstructuren

- Sluit koele plekken (met stedelijk groen of water) aan op bestaande groen-blauw structuur in de stad om deze robuuster te maken. 🌳 🚶
- Kies voor hittebestendige vegetatie.

#### 7 Zorg dat vitale functies blijven functioneren tijdens hitte

- Voorkomen opwarming drinkwaterleidingen (vraagt afstemming bij aanleg warmtenet).
- Voorkom opwarming van vitale infrastructuur zoals bruggen en elektra in buitenruimte en ontwikkel deze hittebestendig.

### Creëer koele plekken

#### 8 Zorg voor koele openbare plekken op een afstand van maximaal 300 meter

— Creëer koele schaduwrijke openbare buitenruimte.

#### 9 Maak bestaande koele plekken tot verblijfsplek

- Voeg verblijfsvoorzieningen toe.
- Sluit aan op omgeving en gebruik gebiedseigen inheemse en klimaatadaptieve beplanting. 🌳 🚶 🚲
- Zet in op beplanting die robuust is voor wisselende klimaatomstandigheden. 🌳 🚶
- Kies hittebestendige materialen.
- Minder stenige en meer lichtere/ reflecterende materialen. 🌳 🚶 🚲

### Creëer groen-blauwe corridors

Creëer robuuste groen-blauwe netwerken met voldoende schaduwrijke koele plekken en routes.

#### 10 Zet in op goede waterkwaliteit

— Zorg voor een robuust oppervlaktewatersysteem met voldoende doorstroming en ecologische oevers (verken daarbij of er op systeemniveau voldoende water beschikbaar is). 🌳 🚶

#### 11 Creëer koele wandel en fietsroutes

— Slagschaduw (bomen of gebouwen), let ook op groeiomstandigheden voor bomen.

#### 12 Creëer koele zitplekken

— Let bij inrichting op de positionering van straatmeubilair (bijvoorbeeld bankjes en speeltoestellen) in de schaduw.

### Uitloopgebieden

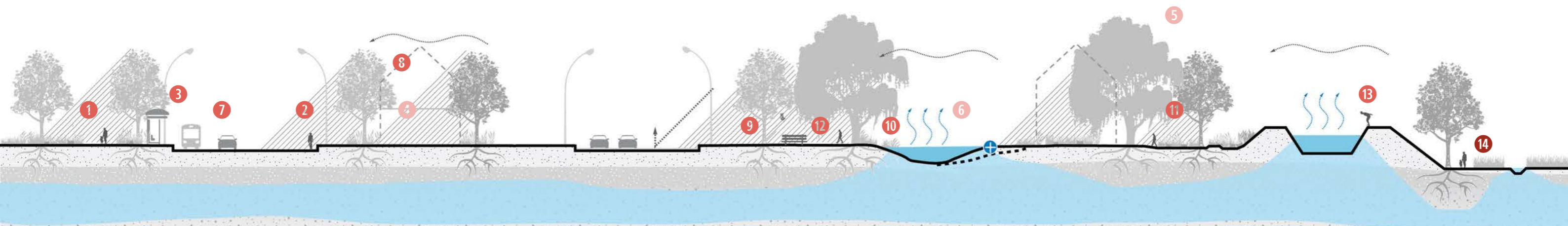
Zet in op koele routes naar het buitengebied om tijdens hete dagen verkoeling te vinden.

#### 13 Zet in op ontwikkeling van voldoende koele uitloopgebieden

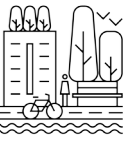
- Schaduwrijke recreatiegebieden met voldoende groen en open water. 🌳 🚶
- Zwemwaterlocaties met goede kwaliteit zwemwater. 🚶

#### 14 Goed routenetwerk tussen stad en buitengebied voor mens en dier

— Sluit uitloopgebieden bij voorkeur aan op groen-blauwe netwerk van de stad zodat deze als koele langzaamverkeersroute kunnen dienen naar het buitengebied.







## Slappe bodems

### Aanleg infrastructuur

Verzakkingen in wegen en openbare ruimte kan overlast of schade veroorzaken (zoals schade aan kabels en leidingen) of tot hogere beheerkosten leiden.

#### 1 Ophogen wegen

- Hoog waar mogelijk op met materiaal wat de vitaliteit van de bodem verbetert; op termijn wordt hierdoor een sterkere ondergrond gecreëerd waar minder zetting plaatsvindt. 🏠 🚗
- Gebruik waar dit niet mogelijk is lichte ophoogmaterialen (BPS, schuimbeton, lokaal granulaat). 🚗
- Gebruik herbruikbare verharding (die makkelijk te verwijderen is en terug kan komen na ophoging).

### Waterbestendige openbare ruimte

Naoorlogse woonwijken hebben te weinig dichtheid om onderheien van de openbare ruimte rendabel te maken. Zet in op adaptieve ontwerpen die vooraf rekening houden met de mogelijke (rest) zetting. Ook worden de condities natter doordat het maaiveld ten opzichte van het grondwaterpeil zakt en er minder infiltratieruimte is voor regenwater.

#### 2 Waterbestendige openbare ruimte

- Ontwerp met waterbestendige vegetatie en bomen die (tijdelijk) onder water kunnen staan. 🌳
- Werk met een micro-hoogtestrategie waarbij het (grond en regen)water gestuurd wordt richting plekken waar dit geen overlast oplevert (en bij voorkeur profijt). 🌳 🏠

### Juiste uitvoeringseisen.

Soms staan de aanbestedings- of kwaliteitseisen het toepassen van principes voor bodemdalingsbestendig bouwen in de weg. Zo zijn de risico's of de garanties voor bepaalde lichtgewicht ophoogmaterialen soms niet in lijn met de standaard uitvoeringseisen.

#### 3 Uitvoeringseisen

- Zorg voor vroegtijdige afstemming en overleg in het ontwerp.

### Aanleg openbare ruimte

Bij bodemdaling in de openbare ruimte is (zeker in parken) ophogen niet altijd nodig. Zet in op bodemdalingsbestendige openbare ruimte zodat er niet wordt afgewenteld op de toekomst.

#### 4 Adaptief ontwerp groen-blauwe netwerken

- Ontwerp op een manier waarop (rest) zetting (zo lang mogelijk) geen invloed heeft op het gebruik van de openbare ruimte.
- Leg kabels en leidingen flexibel aan.

### Locatie groen-blauw netwerk

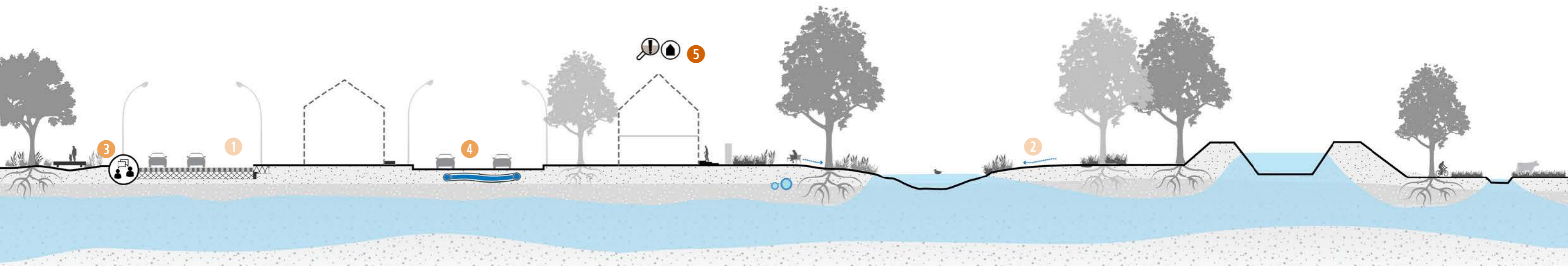
In gebieden met verschillende lokale condities is het belangrijk in het ontwerp rekening te houden met de bodemcondities. Zet de slappe bodems binnen een gebied juist in voor ontwikkeling groen-blauwe structuren in de stad.

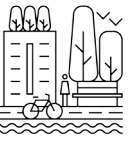
#### 5 Gebiedsanalyse draagkracht bodem

- Identificeer de bodemcondities en zettingsverschillen per gebied.
- Bepaal bij welke mate van zetting woningbouw niet rendabel is en er kansen ontstaan voor groen-blauwe uitloopgebieden. 🌳 🏠

### Uitloopgebieden

Benut gebieden met slappe bodems aan de randen van de stad voor uitloop- en recreatiegebieden, in plaats van het maken van hoge kosten voor het in stand houden van bebouwing op zeer slappe bodems.





## Neerslag

### Slimme straatprofielen

Zet in op straatprofielen die het regenwater bergen en infiltreren.

#### 1 Bergen regenwater

- Plaats verlaagde groenvakken langs (bolle) wegen om regenwater op te vangen en berg hier het water (tijdelijk) om infiltratie te stimuleren. 🌿
- Maak holle wegen met waterinfiltratiekratten er onder. Voor waterberging wil je de berging zo snel mogelijk legen en weer beschikbaar hebben, vanuit een goede waterbalans wil je water vertraagd loslaten. Kratten beperken de wortelruimte voor bomen (ondergrondse drukte). 🌿
- Zorg voor vitale bodems (goed doorworteld) die water goed doorlaat of vasthoud. 🌿

#### 2 Stimuleer infiltratie op routes

- Inzetten op halfverharding en waterpasserende verharding voor parkeervakken en op wegen. Hieronder dient de bodem verbeterd te worden om daadwerkelijk goede infiltratie te realiseren. 🌿

### Waterberging openbare ruimte

In naoorlogse wijken is er vaak veel openbare ruimte die goed kan worden ingericht om water vast te houden en te bergen. Dit water kan vervolgens in droge periodes weer gebruikt worden.

#### 3 Wateropvang openbare ruimte

- Zet in op wateropvang binnen gebiedsontwikkelingen (wadi's en wateropvang in parken). Open water heeft daarbij de voorkeur boven technische oplossingen. 🌿
- Zet hoogteverschillen in het ontwerp van de openbare ruimte in om water te leiden (weg houden of opvangen).
- Hou rekening met hoe lang water nodig heeft om te infiltreren (in relatie tot waterkwaliteit en muggen). 🌿

#### 4 Benut sponswerking

- Zorg voor vitale bodems (goed doorworteld) die water goed doorlaat (infiltratie) of vasthoud (vochtleverend vermogen bodems). 🌿
- Zorg voor onbedekte bodems, halfverharding en veel openbaar groen. Zorg wel dat hier geen vervuild water infiltreert (verbod wassen auto's op straat). 🌿

### Ontwikkel waterbestendig

#### 5 Voorkom schade extreme neerslag

- Richt buitenruimte waar het water zich kan verzamelen waterbestendig in (verhoogde elektrakasten en wandelpaden, waterrobuuste beplanting). 🌿
- Zorg voor lokale beplanting die goed tegen extremen kan en goed bestand is tegen regenwateroverlast en hoge grondwaterstanden, plaats de juiste bomen op de juiste plek in relatie tot de grondwaterstand en wortelruimte. 🌿
- Plan vitale en kwetsbare functies (hoofdwegen, elektrakasten, entrees bejaardenhuis) niet of aangepast op plekken met regenwateroverlast. 🌿

### Vergroot waterbergingscapaciteit

Creëer robuuste groen-blauwe netwerken die met elkaar in verbinding staan en met ruimte voor grootschalige oppervlaktewaterberging.

#### 6 Vergroot oppervlaktewater

- Breid singelstructuren uit als robuuste toevoeging aan het oppervlaktewater. 🌿
- Vergroot waar mogelijk (voldoende waterbeschikbaarheid in droge periode) het oppervlaktewater, zodat er meer water kan worden geborgen. 🌿
- Zorg voor natuurlijke oevers en hellende taluds in plaats van rechte beschoeide oevers. 🌿
- Zorg voor waterzuiverende beplanting en zet in op goede waterkwaliteit en beweging van het water. 🌿
- Sluit aan op een robuust groen-blauw netwerk voor de stad. 🌿
- Leg pleinen of parken rondom singelstructuren verdiept aan en creëer trappen of oeverparken die kunnen onderlopen.

#### 7 Zorg voor adaptiviteit

- 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.

### Systeemaanpak

Zorg dat het watersysteem en de relatie tussen schaalniveaus goed in beeld is.

#### 8 Raadpleeg stretesten

- Zorg dat er inzicht is in de wateropgave (volume en locatie) voor het stedelijk watersysteem (van de gemeente) en oppervlaktewatersysteem (van het waterschap). Raadpleeg stretesten en zorg dat duidelijk is wat hierin wel of niet is meegenomen (welke buien zijn gebruikt, is het riolerings-/waterafvoersysteem meegenomen, wat laten overlastmeldingen zien?).

#### 9 Systeeminzicht

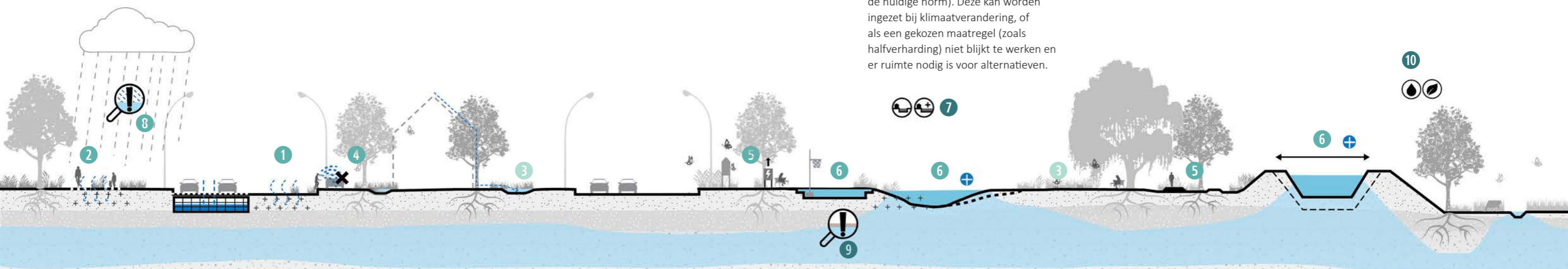
- Zorg dat er watersysteem-inzicht is op verschillende schaalniveaus. En zorg voor een robuust waternetwerk wat verschillende gebieden (van hoogstedelijk tot uitloopgebieden) verbindt. Voor oppervlaktewater kan de wateraanvoer beperkend zijn: is er in droge periode niet voldoende aanvoer mogelijk; kies dan in plaats van voor het creëren van extra oppervlaktewater, voor een droge regenwateropvang om wateraanvoer of -kwaliteitsproblemen in droge perioden te voorkomen). 🌿

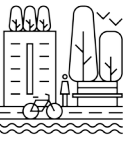
### Piekwaterbergingsgebieden

Het is mogelijk om regionale piekwaterbergingsgebieden aan te leggen die op het schaalniveau van een peilvak of poldergebied water opvangen (en daarmee het boezemsysteem ontlasten).

#### 10 Benut uitloopgebieden

- Combineer wateropvanggebieden met uitloopgebieden (bv in de 10% laagste gebieden van diepe polders) en sluit deze aan op het groen-blauw netwerk van het stedelijk gebied. 🌿
- Zet bij de ontwikkeling van piekbergingsgebieden in op multifunctioneel gebruik (bijvoorbeeld natuur, recreatie, bossenstrategie, koele plekken) en sluit daarmee zoveel mogelijk aan op het groen-blauwe netwerk van de stad.





## Waterveiligheid

### Systeeminzicht

Zorg dat er goed inzicht is in het overstromingsrisico en eventuele nood- of evacuateroutes in geval van een overstroming.

#### 1 Raadpleeg noodplannen

— Is de route onderdeel van een nood- of evacuateroute?

#### 2 Raadpleeg overstromingskaarten

— Zorg dat er inzicht is in het overstromingsrisico: betreft het een binnen- of buitendijks gebied. Wat is de kans van optreden van een overstroming (nu en in de toekomst) in binnendijks of buitendijks gebied? Wat zijn de karakteristieken van een overstroming (snelle of diepe inundatie, overstomingsduur) en de mogelijke gevolgen? Het is niet zo dat de diepste polders automatisch het hoogste risico kennen (kijk maar naar Limburg).

### Noodroutes

Hoofdwegen zijn belangrijk voor de evacuatie in het geval van een dreigende dijkdoorbraak of voor de bereikbaarheid van een overstroomd gebied voor hulptroepen.

#### 3 Noodplannen

— Zorg voor robuuste horizontale noodroutes (leg bijvoorbeeld hoofdwegen waar nodig (en doelmatig) verhoogd aan. 🚶)  
— Zorg dat de entree van vitale functies via verhoogde routes bereikbaar blijft. 🚶

### Vertikale evacuatie

Slechts een deel van de bevolking die in overstroombaar gebied woont kan bij een dreigende overstroming preventief worden geëvacueerd, voor de rest van de bevolking ligt de nadruk in het geval van een overstroming op zelfredzaamheid.

#### 4 Hoge plekken

— In uitloopgebieden met weinig bebouwing kunnen hogere vluchtplekken (voor mens en dier) gecreëerd worden. Denk aan hoogte elementen in parken of landschappen of aan uitkijktorens of-heuvels)

### Multifunctionele dijken

De dijken, duinen en keringen zijn lijnelementen die in stedelijk gebied vaak al dienst doen als verkeersroute. Ze moeten regelmatig worden versterkt om bij toenemende waterstanden en economische ontwikkelingen dezelfde veiligheid te kunnen blijven bieden.

#### 5 Beheer vanuit ecologisch perspectief

— Combineer dijkverzwaringen en de aanleg van vooroevers met herstel van kwalitatieve vegetaties. Dit door bijvoorbeeld de toplaag terug te brengen of vooraf een zadenbank te creëren. Het beheren van dijken op een ecologische manier maakt dijken ook sterker. 🌿

#### 6 Dijk als groene corridor

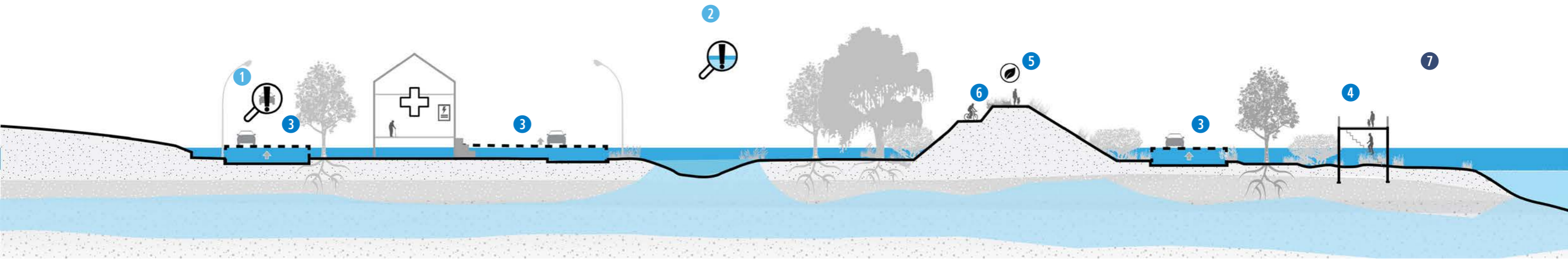
— Doordat dijken lange, soms nog onbebouwde, lijnelementen zijn, kunnen ze in sommige stedelijke gebieden goed worden ingezet als openbare route of lineair park.

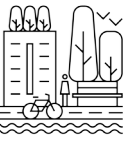
### Systemeschaal

Zorg dat lokale ontwikkelingen de toekomstige benodigde ruimte voor de rivierwaterafvoer (of waterberging) op systeemniveau niet belemmeren.

#### 7 Reserveringsgebieden retentie

Ontwikkel in zoekgebieden voor retentie langs rivieren niet of aangepast (flood proof) zodat inundatie mogelijk blijft.





## Zoetwaterbeschikbaarheid (en droogte) en kwaliteit

### Beperk watervraag groen

Veel steden zetten (mede vanuit hitte en regenwater opgaven) sterk in op vergroening. Stedelijk groen heeft doorgaans veel beheer en bewatering nodig. Zet in op droogtebestendige beplanting en slim waterbeheer om de watervraag voor beplanting zoveel mogelijk te beperken.

#### 1 Droogtebestendige beplanting

- Zorg voor droogteresistente beplanting (beplanting met diepe wortels, die minder verdampt) en aangepaste ontwerpen voor de openbare ruimte.
- Voorkom losse bakken met beplanting en leg groen bij voorkeur op maaiveld (in plaats van in verhoogde borders). 🌱🚫
- Zorg op daken van gebouwen of ondergrondse garages voor voldoende met elkaar in verbinding staande gezonde bodem en een goed watersysteem (voorkom bewateren met tankwagens). 🚫

#### 2 Sluit aan op groen-blauwe structuur

- Sluit openbaar groen aan op bestaande groen-blauw structuur in de stad. 🌱🔗

### Natuurlijke grondwaterstromen

Verschillende functies kennen verschillende ideale grondwaterpeilen. Voor het tegengaan van bodemdaling wil je een hoog grondwaterpeil wat weer kan leiden tot wateroverlast bij gebouwen of bomen. Niet alleen het bepalen, maar ook het realiseren van een ideale grondwaterstand is een uitdaging.

#### 3 Beperk sterke fluctuaties

- Door uitzakken van grondwaterstanden kunnen funderingen schade oplopen (paal rot of verzakkingen door bodemdaling). Hou het grondwater op peil door infiltratie te stimuleren, natuurlijke grondwaterstromen en eventueel infiltratiesystemen. 🌊🚫

#### 4 Voorkeur natuurlijke systemen

- Verkies natuurlijke maatregelen boven infiltratieleidingen en wateropvangkratten. 🌱

### Benut sponspotentie en buffers

In gebieden met infiltratiepotentie in de bodem is het mogelijk water te infiltreren. Dit water kan worden vastgehouden om in droge perioden water te leveren, grondwaterreserves aan te vullen of als schoon kwelwater weer uit te treden.

#### 5 Zet in op maximale infiltratie

- Door middel van het reduceren van verhard oppervlak (waterdoorlatende verharding, open bodem en groen). 🌱🚫
- Verzamel water op plekken waar het kan infiltreren (wadi's, waterpleinen, regenwateropvang parken). 🌱🚫
- Zorg op hellingen voor een cascade-effect (getrapt maaiveld) waardoor water niet direct afstroomt. 🌱🚫
- Zorg dat beken meanderen zodat ze minder snel afstromen. 🌱🚫

#### 6 Goede bodemvitaliteit

- Verbeter de bodemkwaliteit zodat deze vocht beter vasthoudt en weer afgeeft (zie pagina bodemvitaliteit). 🌱🚫

### Grondwaterkwaliteit

#### 7 Bescherm grondwaterkwaliteit

- Maak gebruik van duurzame stoffen in gesloten bodemenergiesystemen. Hou toezicht op de uitvoering en aanleg.
- Saneer indien nodig de bodem voordat woningen gerealiseerd worden.
- Let er bij halfverharding op dat bijvoorbeeld het sleutelen aan of wassen van auto's hier vervolgens niet gebeurt. 🚫

### Robuuste watersystemen

Voldoende waterbeschikbaarheid en kwaliteit is essentieel (voorkom in perioden van droogte blauwalg en vissterfte), creëer robuuste groenblauwe netwerken met goede waterkwaliteit.

#### 8 Robuust groen-blauw systeem

- Zorg voor voldoende waterdiepte en doorstroming, groene oevers met een talud en oevervegetatie, ontwerp het profiel zodanig dat er ook in droge periode een stroom beschikbaar is. 🌱🚫
- Voeg oppervlaktewater toe aan het systeem (uitbreiden singels). 🌱🚫
- Oriënteer op de windrichting en creëer eilanden (voor ecologie). 🌱
- Plaats bomen niet te dicht langs water (bladval veroorzaakt slib).
- Zorg dat het hoofdwatersysteem op een van nature logische plek wordt behouden of teruggebracht. 🌱🚫
- Zoneer oppervlaktewater (waar mag wel of niet worden gevaren) en zet ook bij harde kades in op beplanting. 🌱
- Beperk het inlaten van gebiedsvreemd nutriëntrijk water. en voorkom overstorten van de riolering. 🌱🚫

#### 9 Benut alle waterbronnen

- Benut schoon water uit kwel.
- Verken opties benutten van effluent van de rioolwaterzuivering (RWZI).

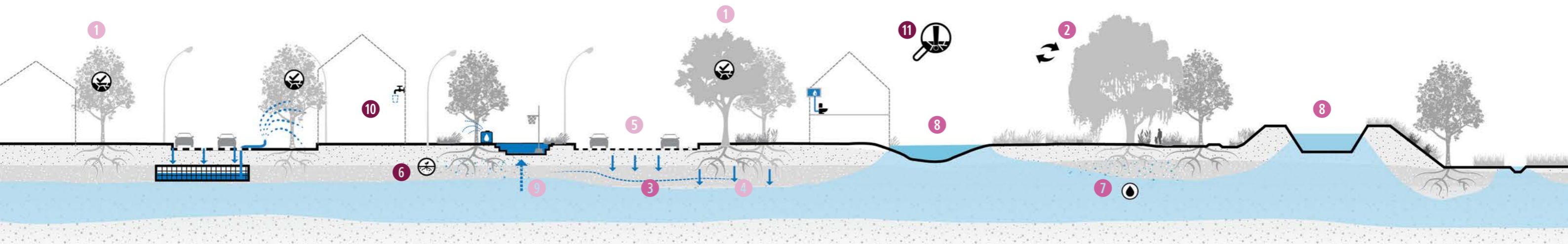
### Relatie watersysteem

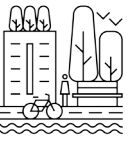
#### 10 Bewustzijn schaarste water

- 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. Wees je bij gebiedsontwikkelingen bewust van de (soms beperkte) beschikbaarheid van drinkwater.

#### 11 Systeeminzicht

- Zorg dat er inzicht in de werking en beperkingen van het wateraanvoersysteem is en bekend is of er voldoende water beschikbaar is om eventueel nieuw aan te leggen oppervlaktewater in droge perioden door te kunnen spoelen. 🌱





## Bodemvitaliteit

### Aaneengesloten open bodems

Fragmentatie van open bodems door verstening en bestrating hebben impact op de bodemkwaliteit. Concentreer verharding en zet in op minimale berm- en groendimensies.

#### 1 Zet in op stedelijk groen wat biodiversiteit bevordert

- Leg grotere (boven en ondergronds doorlopende) groenstroken aan in plaats van versnipperd groen (2m als minimale berm- en groenbreedte). 🌱🌳🌿
- Creëer variëteit in hoogte (grondbedekkers, struiken en bomen) en soortenkeuze.
- Onthard speelplekken die onderdeel uitmaken van groenstructuren. 🌱🌳🌿

#### 2 Goede bodemvitaliteit

- Verbeter de bodemkwaliteit zodat deze water beter doorlaat en vocht beter vasthoudt en weer afgeeft. 🌱🌳🌿
- Laat goed verteerbaar strooisel (bladeren en naalden) van bomen liggen zodat mineralen uit de diepere bodemlagen weer beschikbaar worden gesteld aan het bodemecosysteem.

#### 3 Compacte bouwplaatsen

- Hou bouwplaatsen compact (zo klein mogelijk): het plaatsen van materiaal en rijbewegingen van werkverkeer verdichten de ondergrond. 🚧🌱🌳🌿
- Vermijd gebruik zwaar materieel bij maai- en snoeiwerkzaamheden. 🚧🌱🌳🌿

### Voorkom verstoring bodems

Een goede inrichtings- en beheerstrategie (waarbij de bodem zo min mogelijk wordt verstoord) geeft bodems de kans te rijpen. Momenteel wordt hier zeker in hoogstedelijke knooppunten nog onvoldoende rekening mee gebouwd.

#### 4 Voorkom ontgravingen

- Zorg voor een integrale aanpak van de ondergrond waarbij (riolering, warmtenetten, waterleidingen en kabels) zo veel mogelijk tegelijkertijd worden aangelegd of vervangen in plaats van na elkaar.
- Neem integrale leidingstraten of mantelbuizen op in de grond.
- Moet er worden gegraven, doe dit dan zo beperkt mogelijk.

#### 5 Gesloten grondbalans

- Zorg dat grond die wordt uitgegraven ter plekke of binnen hetzelfde gebied en systeem wordt hergebruikt. 🌱🌳🌿

#### 6 Behoud bodemkwaliteit ophoging

- Breng bij ophoging van gebieden, de bovenste bodemlaag weer terug. 🚧🌱🌳🌿
- Pas waar mogelijk grondtransplantatie toe met succesvolle grond uit het zelfde systeem. 🌱🌳🌿

### Stadsecologie versterken

Het groen dat wordt aangelegd bestaat vaak uit een gazon en met solitaire bomen (die voor biodiversiteit niet volledig bijdragen). Zet in op gevarieerde vegetatietypen en natuurinclusief beheer.

#### 7 Zet in op hoogwaardig stedelijk groen wat biodiversiteit bevordert.

- Zet in op inheemse vegetatie.
- Werk met beplanting in verschillende successiefasen.
- Creëer variëteit in hoogte (grondbedekkers, struiken en bomen) en soortenkeuze.

#### 8 Ecologische oevers en kademuren

- Benut oevers voor beplante onbesnoeide taluds en zet (ook bij kademuren) in op vegetatiesoorten die waterkwaliteit bevorderen. 🌱🌳🌿
- Zorg dat het beheer van sloten wordt afgestemd op de ecologische functie van de oevers. 🌱🌳🌿

#### 9 Stad als leefgebied diersoorten

- Zet in op aantrekken insecten (bijen, vlinders) door juiste beplanting en insectenkasten.
- Faunapassages voor bodemdieren.
- Vogelhuisjes, vleermuiskasten.

### Regie op de ondergrond

De ondergrond raakt steeds voller (kabels en leidingen, riolering, warmtenetten, boomwortels, energiesystemen, wateropvang). Zorg voor een zonering van de ondergrond die de bodem zo efficiënt mogelijk inricht. zo veel mogelijk bij draagt aan de bodemkwaliteit.

#### 10 Stem functie bovengrond af op structuur ondergrond

- Breng de chemische, fysische en organische kenmerken van de ondergrond in beeld en stem de gebruiksfuncties hier op af. 🚧🌱🌳🌿
- Bepaal de minimale kwaliteitseis voor bodems (afhankelijk van de gebruiksfunctie) en stuur hier op. 🚧🌱🌳🌿
- Concentreer ondergrondse infrastructuur onder verharde bovengrond of op voldoende diepte (hou de meest actieve bodemlaag vrij). 🌱🌳🌿
- Voorkom opwarming van de ondergrond (bijvoorbeeld door warmteleidingen). 🌱🌳🌿

#### 11 Voldoende grond bomen

- Zorg dat bomen afhankelijk van de soort voldoende grond hebben (al snel 24 kuub nodig), en leg ondergronds een doorgaande bodemstrook aan die een ondergrondse ecologische verbinding kan vormen (in plaats van solitaire boomvakken). 🌱🌳🌿

### Groen-blauwe corridors

Creëer robuuste groen-blauwe netwerken met goede bodemkwaliteit en voldoende verbindingen voor flora en fauna.

#### 12 Robuust groen-blauw systeem

- Uitbreiden singelstructuur en toevoegen oppervlaktewater. 🌱🌳🌿
- Goede, gevarieerde groenverbindingen met faunapassages.
- Zorg voor voldoende waterdiepte en doorstroming, groene oevers met een talud en oevervegetatie, ontwerp het profiel zodanig dat er ook in droge periode een stroom beschikbaar is. 🌱🌳🌿
- Voeg oppervlaktewater toe aan het systeem (uitbreiden singels). 🌱🌳🌿
- Oriënteer op de windrichting en creëer eilanden (voor ecologie). 🌱🌳🌿
- Plaats bomen niet te dicht langs water (bladval veroorzaakt slib).
- Zorg dat het hoofdwatersysteem op een van nature logische plek wordt behouden of teruggebracht. 🚧🌱🌳🌿
- Zoneer oppervlaktewater (waar mag wel of niet worden gevaren) en zet ook bij harde kades in op beplanting. 🌱🌳🌿
- Beperk het inlaten van gebiedsvreemd nutriëntrijk water. en voorkom overstorten van de riolering. 🌱🌳🌿

### Relatie regionale bodemsysteem

#### 13 Belang systeeminzicht

- Er is bij ontwerpers vaak nog onvoldoende kennis over het bodemsysteem of de maatregelen die nodig zijn om bij te dragen aan een vitale bodem. Meer systeemkennis maakt het makkelijker om in ontwerp de juiste keuzen te maken.

