

## CASE STUDY

# DNA VAN DE STAD ALS STEVIGE BASIS VOOR AANPAK KLIMAATADAPTATIE GROEN WAT KAN, GRIJS WAT MOET.

*Wim Timmermans, Hasse Goosen, Gemma van Eijsden, Berry Gersonius, Onno Roosenschoon, Kees Broks, Shannon Dill, Gilbert Maas\**

■ Van oudsher zoeken we in Nederland onze oplossingen voor water- en klimaatvraagstukken in de techniek. Maar deze aanpak loopt tegen grenzen aan. De oplossingen liggen in een betere aansluiting bij het natuurlijk systeem. Deze transformatieve benadering vraagt om meer samenwerking.

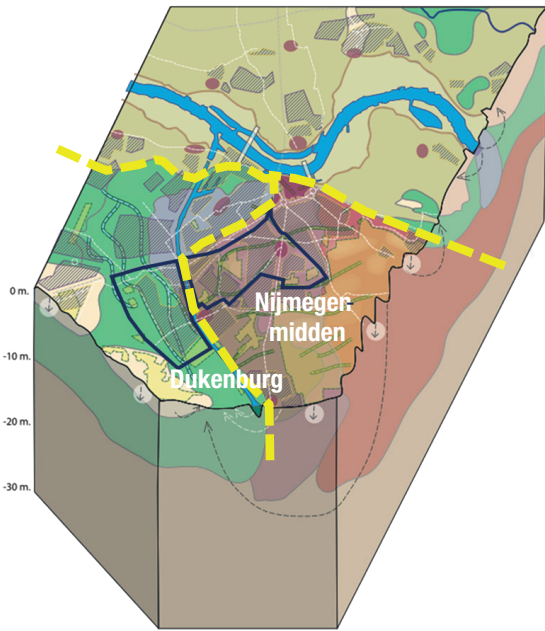
De ligging in het landschap maakt elke stad anders. Vergelijk Amsterdam maar met Madrid, of binnen Nederland bijvoorbeeld Gouda met Nijmegen. Steden hebben afhankelijk van hun ligging bepaald andere karakteristieken en daarmee eigen problemen op het gebied van wateroverlast en hitte. Hebben de steden dan niets gemeenschappelijks? Zeker wel. Tot het begin van de jaren vijftig volgde de ontwikkeling van steden in Nederland het onderliggende landschap. Concreet: er werd gebouwd op relatief hoge, droge plekken, de natste moerassen en beekdalen werden gemeden. Nadien veranderde dat. De bevolkingsgroei vroeg om grootschalige woningbouw en de stand der techniek maakte de snelle uitrol over grote gebieden mogelijk, ongeacht het onderliggend landschappelijk systeem (Timmermans, e.a., 2015). Klimaatverandering zorgt er nu voor dat die aanpak tegen zijn grenzen aanloopt. Als gevolg van klimaatverandering krijgen steden te maken met steeds extremere weersomstandigheden, die elkaar ook nog eens snel opvolgen. Plotselinge hoosbuien leiden bijvoorbeeld regelmatig tot forse wateroverlast. Dat water wordt met veel ingenieurskunst snel afgevoerd. Vlak daarna breekt niet zelden een periode van langdurige droogte aan en is er eigenlijk enorme behoefte aan dat net afgevoerde water. Er kan toch meer van dat water in de stad worden opgeslagen; in de bodem, groengebieden of op daken? Daarop richt zich het project 'DNA van stad en ommeland'.

## DNA van de stad

Het project 'DNA van de stad' onderzoekt de vraag wat bodem en ondergrond kunnen bijdragen aan het klimaat adaptief maken van de stad? In zes pilots werkt een netwerk van kennis partners (Wageningen Environmental Research; Climate Adaptation Solutions; STOWA; en Deltares) nauw samen met gemeenten (Rotterdam, Leiden, Nijmegen, Amersfoort/Rhemen en Middelburg) en hun betrokken waterschappen en provincies. De gemeenten brachten vanuit hun eigen praktijk en context vraagstellingen in. Het leidde tot een

co-creatie van kennisinstellingen en lagere overheden binnen het project; tot uiteenlopende voorbeelden; en een aanpak om bodem en ondergrond beter te betrekken bij het klimaat adaptief maken van steden. Gedurende het project is het werk aan de pilots verder verrijkt in een drietal werkbijeenkomsten, waarin naast de kennisinstellingen en de pilots het gehele werkveld participeerde. Het leverde een aantal conclusies op. In Box 1 zijn de pilots kort beschreven. Box 2 en 3 beschrijven meer in detail de pilot Nijmegen en Middelburg.

\* **Wim Timmermans**, Wageningen Environmental Research, WUR, Wageningen; **Hasse Goosen**, Climate Adaptation Solutions, Bussum; **Gemma van Eijsden**, Rijkswaterstaat, WVL, Den Haag; **Berry Gersonius**, Resilienservices, Delft; **Onno Roosenschoon**, Wageningen Environmental Research, WUR, Wageningen; **Kees Broks**, STOWA, Amersfoort; **Shannon Dill**, Wageningen Environmental Research, WUR, Wageningen; **Gilbert Maas**, Wageningen Environmental Research, WUR, Wageningen.



**Rivierterrasgebied**

**Dynamiek**

- verdwenen dynamiek, afgekoppeld van rivier
- wel plaatselijk dynamiek, zoals verstuiving
- gradiënten klein Kansen natuurlijk systeem
- focus op bescherming
- herstelvermogen klein, tenzij grote interventie; denk aan Maasgeulen activeren met afvoer van Maas naar Waal

**Rivierengebied**

**Dynamiek**

- veel dynamiek
- aanvoer water extern, vanuit Duitsland,
- waterstand rivier hoog en laag
- water aan- en -afvoer via zandbanen
- geen overstroming komgronden/ oeverwallen
- uitslijting rivierbedding, 2 cm/jaar ( in 2050 dus -60 cm!), Betuwe droger

**Kansen natuurlijk systeem**

- relatief groot, door dynamiek minder kwetsbaar; denk aan terugleggen dijken, aanleg groene rivieren (af en toe overstromende zones), nieuwe patronen, zandbanen

**Stuwwalgebied**

**Dynamiek**

- vrijwel geen dynamiek
- aanvoer water door neerslag
- grondwaterstand lager door riolering (verharding) en grondwaterwinning
- stuwwal steeds droger

**Kansen natuurlijk systeem**

- relatief klein, dynamiek is lager, kwetsbaarheid veel groter
- bestaande patronen herstellen

Afbeelding 1. Analyse van het Nijmeegse natuurlijk systeem

kenmerken en aantal redeneerlijnen voor klimaatadaptatie opgesteld, zoals bijvoorbeeld ‘regenwater maximaal infiltreren’ en ‘droogte bestendige bomen’ (afbeelding 2). Op hun beurt zijn de redeneerlijnen voor elke lokale situatie uitgewerkt in ontwerpprincipes voor een robuuste, klimaatbestendige ontwikkeling (afbeelding 3). Zo ontstaan handelingsperspectieven op verschillende schaalniveaus:

van Omgevingsvisie tot inrichtingsplannen op wijk- en buurtniveau. De aanpak werkt ook in andere gebieden: heel Nederland kun je indelen in tien landschappen en enkele tientallen sublandschappen. Elk met eigen generieke redeneerlijnen. Met lokale data en kennis kan elke gemeente de redeneerlijnen vervolgens met haar eigen experts of adviseurs verder uitwerken. ontwerpprincipes.

Land-schappelijke bodemeenheid	Bodem eigenschappen	Relevante klimaatdreigingen bebouwd gebied	Redeneerlijn klimaatadaptatie
<b>Sandr/spoelzand-waaiër en leem (Sw2)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ hoge infiltratie en doorlatendheid</li> <li>■ hoge bodembërging</li> <li>■ lage voorraad bodemvocht</li> <li>■ (zeer) diepe grondwaterstand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Regenwateroverlast *</li> <li>■ verdroging</li> <li>■ hittestress</li> <li>■ oppervlaktewater-kwaliteit</li> <li>■ erosie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ maximaal infiltreren en vasthouden neerslag in bodem</li> <li>■ verbeteren watervasthoudend vermogen bodem</li> <li>■ vergroten bodemleven</li> <li>■ beperken verdamping neerslag en bodemvocht</li> <li>■ inzet op schaduw tegen hitte</li> <li>■ droogtebestendige bomen</li> </ul> <p style="text-align: right;">* mede door snelle toestroming over maaiveld uit omgeving</p>
<b>Droogdal (Sw4)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ hoge infiltratie en doorlatendheid</li> <li>■ hoge bodembërging</li> <li>■ lage tot matige voorraad bodemvocht</li> <li>■ diepe tot zeer diepe grondwaterstand (afh. van plaats langs helling stuwwal)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ regenwateroverlast *</li> <li>■ verdroging</li> <li>■ hittestress</li> <li>■ oppervlaktewater-kwaliteit</li> <li>■ erosie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ maximaal infiltreren en vasthouden neerslag in bodem</li> <li>■ toestromend regenwater uit omgeving (tijdelijk) bergen, maximaal vasthouden en infiltreren, rest vertraagd afvoeren</li> <li>■ voorkomen blokkade afstromende neerslag door droogdalen, waarborgen</li> <li>■ verbeteren watervasthoudend vermogen bodem</li> <li>■ vergroten bodemleven</li> <li>■ droogtebestendige bomen</li> <li>■ benutten en accentueren natuurlijke (lijn)structuur van droogdal voor groene, koele vervoer-, sport- en recreatieve route</li> <li>■ inzet op schaduw en verdamping tegen hitte</li> </ul>
<b>Daluitspoelings-waaiër / Es (Sw3/Sw5)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ hoge infiltratie en doorlatendheid</li> <li>■ hoge bodembërging</li> <li>■ matige voorraad bodemvocht</li> <li>■ diepe grondwaterstand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ regenwateroverlast *</li> <li>■ grondwateroverlast</li> <li>■ verdroging</li> <li>■ hittestress</li> <li>■ oppervlaktewater-kwaliteit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ maximaal infiltreren en vasthouden neerslag in bodem</li> <li>■ tijdelijk bergen afstromende neerslag</li> <li>■ verbeteren watervasthoudend vermogen bodem</li> <li>■ vergroten bodemleven</li> <li>■ inzet op schaduw en verdamping tegen hitte</li> </ul>
<b>Rivierterras met dekzand (Rt4)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ matige infiltratie en goede doorlatendheid</li> <li>■ ruime bodembërging</li> <li>■ matige voorraad bodemvocht</li> <li>■ matig diepe grondwaterstand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ overstroming</li> <li>■ regenwateroverlast</li> <li>■ grondwateroverlast</li> <li>■ verdroging/verziltting</li> <li>■ (houten) funderingen</li> <li>■ hittestress</li> <li>■ oppervlaktewater-kwaliteit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ maximaal infiltreren en vasthouden neerslag in bodem</li> <li>■ tijdelijk bergen van afstromende neerslag aan oppervlak</li> <li>■ verbeteren watervasthoudend vermogen bodem</li> <li>■ vergroten bodemleven</li> <li>■ inzet op schaduw en verdamping tegen hitte</li> </ul>
<b>Rivierterras (Rt3) met opgevlude restgeulen doorsneden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ matige tot lage infiltratie en lage doorlatendheid</li> <li>■ lage bodembërging</li> <li>■ hoge voorraad bodemvocht</li> <li>■ relatief hoge grondwaterstand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ overstroming</li> <li>■ regenwateroverlast</li> <li>■ grondwateroverlast</li> <li>■ verdroging/verziltting</li> <li>■ (houten) funderingen</li> <li>■ hittestress</li> <li>■ oppervlaktewater-kwaliteit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ benutten oude geulen (waar mogelijk) voor opvang en infiltratie van neerslag</li> <li>■ boven- en ondergrondse berging van regenwater</li> <li>■ bij hevige neerslag, opvangen en bergen van afstromend regenwater in oppervlaktewater</li> <li>■ tegengaan verdichting bodem (o.a. goede doorworteling)</li> <li>■ inzet op schaduw en verdamping tegen hitte</li> <li>■ versterken blauwe structuren</li> </ul>

Afbeelding 2. Van sublandschap (landschappelijke bodemeenheid) naar redeneerlijnen

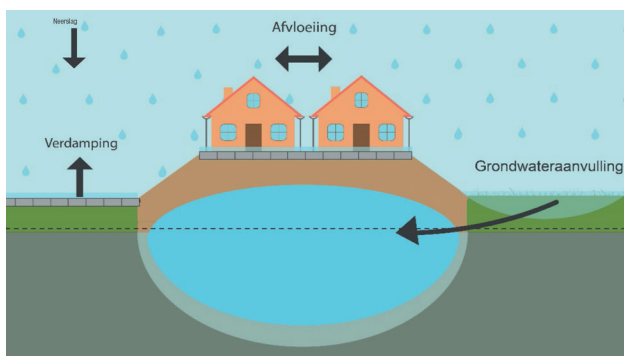
Spoelzandwaaier/spoelzand met droogdalen, stadsdeel Nijmegen-midden	
Redeneerlijnen	Lokale integrale ontwerpprincipes
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Maximaal infiltreren en Vasthouden neerslag in bodem</li> <li>■ Verbeteren watervasthoudend vermogen bodem</li> <li>■ Vergroten bodemleven</li> <li>■ Beperken verdamping neerslag en bodemvocht</li> <li>■ Inzet op schaduw tegen hitte</li> <li>■ Droogtebestendige bomen</li> <li>■ Specifiek in droogdalen:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>■ toestromend regenwater uit omgeving (tijdelijk) bergen, maximaal vasthouden en infiltreren, rest vertraagd afvoeren</li> <li>■ voorkomen blokkade afstromende neerslag door droogdalen, waarborgen</li> <li>■ Benutten en accentueren natuurlijke (lijn) structuur van droogdal voor groene, koele vervoer-, sport- en recreatieve routes.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Maximaal infiltreren én vasthouden van neerslag Bij grondwaterverontreiniging (diep) met risico op verspreiding neerslag infiltreren waar het valt (diffuus, over groot oppervlak verspreid) of neerslag eerst afvoeren en direct buiten verontreinigingsgebied infiltreren. Voorkomen van oppervlakkige toestroom vanuit hoger gelegen delen (stuwwal), door daar maximaal te infiltreren. Water vasthouden door infiltratie in bodem om afstroming bij hevige regenval te voorkomen en grondwater op peil te houden.</li> <li>■ Groene inrichting met vitale, humusrijke, bodem voor ontvangst van toestromende extreme neerslag uit omgeving. Logische ligging parken in relatie tot de afstroming. Vochtige bodem is drager van schaduwwijk en droogtebestendig groen, waarmee hittestress aangepakt kan worden.</li> <li>■ Droogdal in samenhang met spoelzandwaaier bekijken. In droogdal streven naar groen en zo min mogelijk bebouwd. Voorkomen van bebouwing en objecten die kwetsbaar zijn voor regenwateroverlast, bestaande bebouwing wet- of dryproof maken, herbestemmen (geen kwetsbare functie) of op termijn afbreken.</li> <li>■ In droogdal tijdelijk bergen van afstromende neerslag uit de omgeving, maximaal infiltreren vanuit berging, zo nodig vertraagd afvoeren naar watersysteem</li> <li>■ Vergroten herkenbaarheid droogdalen in landschap (identiteit) door o.a. groenstructuur</li> <li>■ Benutten lijnvormige groenstructuren voor koele wandel-fietsroutes</li> <li>■ Op sandr droogtebestendige, 'waterzuinige' boomsoorten die verkoeling geven door schaduwwerking</li> <li>■ In droogdal (meer bodemvocht beschikbaar door andere bodemsamenstelling) droogtebestendige boomsoorten die verkoeling geven door zowel schaduw als verdamping</li> <li>■ Vasthouden van hangwater (onverzadigde zone) door verhogen van organisch stofgehalte bodem in wortelzone</li> <li>■ Combinatie van diep- en ondiep wortelend groen voor bodemleven.</li> <li>■ In grondwaterbeschermingsgebied (in wijken Heijendaal en St. Anna) alleen bovengrondse infiltratie</li> <li>■ Indien grootschalige mobiele bodemverontreinigingen: overweeg ter plaatse diep te infiltreren (onder vervuiling) of neerslag eerst afvoeren en direct buiten verontreinigingsgebied infiltreren.</li> </ul>

Afbeelding 3. Van redeneerlijn naar lokale ontwerpprincipes

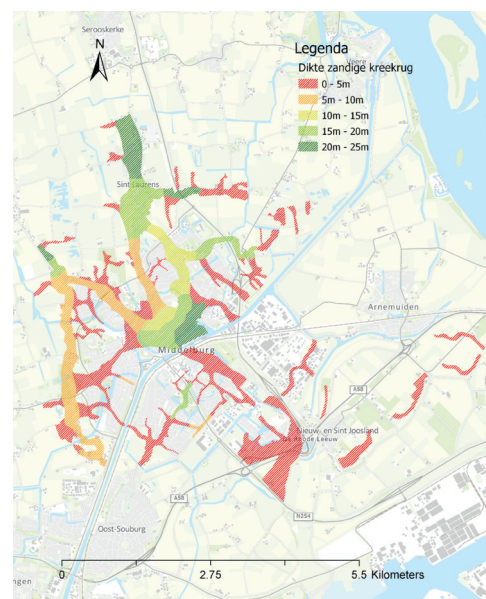
**Middelburg: de kansen voor regenwaterinfiltratie in kreekrudden.**

De oudere wijken van Middelburg liggen op kreekrudden. Ooit lag op de plek van het huidige Middelburg een slikkenlandschap aan de rand van de zee: een kleilig moeras met daarin een aantal krekken, soms droog, soms onder water. Toen het gebied werd ingepolderd veranderde het reliëf. De modderige klei klonk in, de zandige krekken niet. Na verloop van tijd staken de kreekrudden boven de kleigebieden uit. Het werden ruggen in het landschap, ze boden veiligheid tegen hoog water, zoet water om te drinken en vruchtbare grond in de omgeving: een prima plek om te wonen. Maar Middelburg groeide snel en vergat het landschap, de kreekrudden werden ontwaterd, het zoete water afgevoerd. Nieuwe woonwijken moesten droog zijn; daar waren dijken en riolen voor. Het grondwater werd brak.

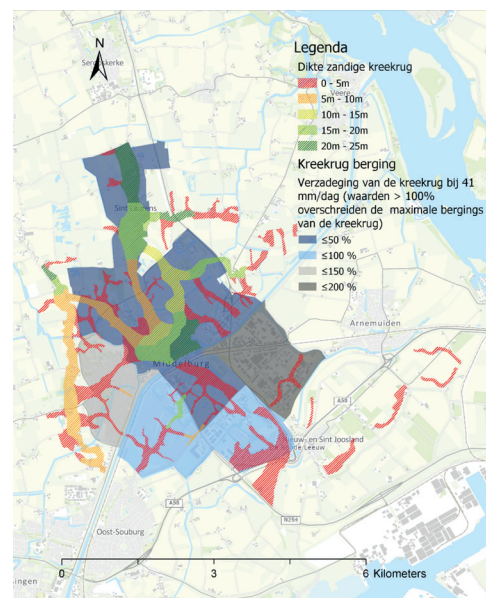
Vraag is of het zoete grondwater in de kreekrudden weer kan worden aangevuld (afbeelding 4); zeker nu het door de verandering van het klimaat soms extreem regent. Om die vragen te beantwoorden werden op basis van oude bodemkaarten en informatie over de diepe geologische ondergrond de kreekrudden opgespoord binnen de huidige stadsgrenzen. Er werd een inschatting gemaakt van de hoeveelheid regenwater die kon worden opgeslagen in die ondergrond (afbeelding 5). Dit resulteerde in een kansenkaart voor regenwaterinfiltratie (afbeelding 6).



Afbeelding 4. Grondwateraanvulling van de kreekrug



Afbeelding 5. Kreekrudden in Middelburg en hun diepte



Afbeelding 6. Kansenkaart regenwaterinfiltratie in kreekrudden Middelburg

De gemeente is nu bezig met vervolgonderzoek naar de technische haalbaarheid van regenwaterinfiltratie. Ook deze benadering kan in vergelijkbare omstandigheden op maat worden uitgewerkt.

### DNA-aanpak

Op basis van de pilots en de kennis van het werkveld is de DNA-aanpak geformuleerd. Die benut de kennis van bodem, ondergrond en landschap bij het klimaatbestendig maken van de stad en omgeving. De aanpak bestaat uit drie onderdelen: systeemanalyse, redeneerlijnen, en kansenkaarten/ontwerpprincipes. Deze onderdelen variëren in schaal (van stad en omgeving tot wijk of straat), in toepassing en in doelgroepen; en je kan ze los of na elkaar toepassen:

#### Systeemanalyse

De systeemanalyse geeft inzicht in het DNA van de stad en omgeving: de eigenheid, werking en dynamiek van het natuurlijke systeem van bodem, ondergrond, landschap, water en cultuurhistorie.

#### Redeneerlijnen

Redenerend vanuit het DNA van de omgeving en de klimaatopgaven kun je met verhalende redeneerlijnen een vertaalslag maken naar de kansen en beperkingen van bodem en ondergrond voor klimaatadaptatie.

#### Kansenkaarten of ontwerpprincipes

Voor klimaatadaptatie op wijk- en straatniveau kun je gebruik maken van ontwerpprincipes of kansenkaarten. Ontwerpprincipes geven integrale oplossingsrichtingen voor klimaatadaptatie door een gebiedsgerichte uitwerking van de redeneerlijnen. Kansenkaarten geven de geschiktheid van bepaalde maatregelen aan op basis van de kenmerken van bodem en ondergrond.

maken. Er zijn andere gegevens nodig; er moet anders worden samen gewerkt.

	Schaal	Toepassing	Doelgroepen
Systeemanalyse	Stad en omgeving	Omgevingsvisie, klimaatstrategie	Bestuurders, strategen
Redeneerlijnen	Landschappelijke bodemeenheden	Beleid en programma	Professionals binnen en buiten klimaatadaptatie
Kansenkaarten en ontwerpprincipes	Wijk, straat, perceel	Geschiktheid maatregelen	Bewoners en bedrijven

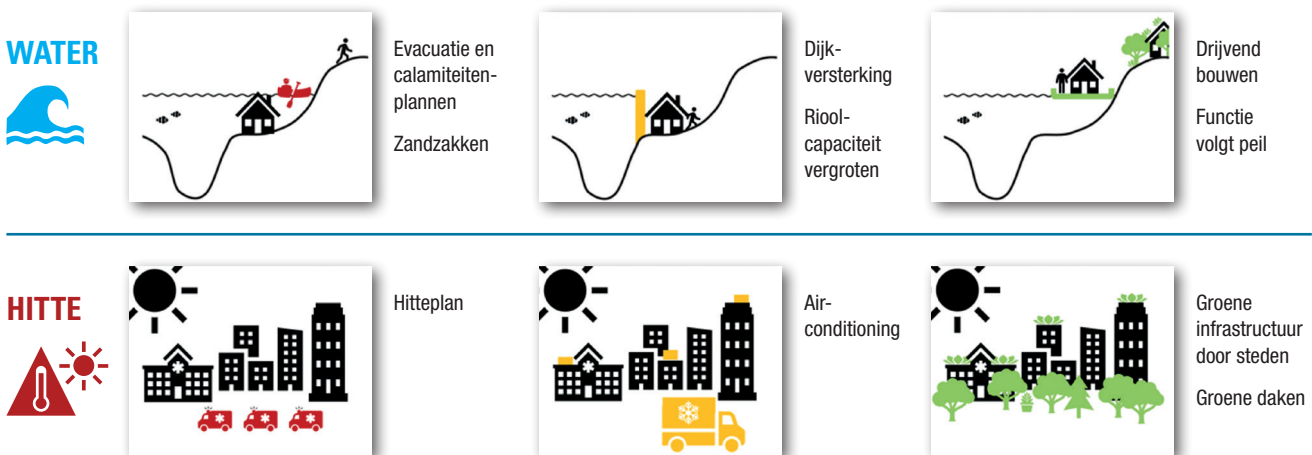
1. Systeemanalyse: inzicht in het 'DNA van de stad en omgeving'
2. Redeneerlijnen: verhalende principes voor klimaatadaptatie
3. Ontwerpprincipes of kansenkaarten: integrale oplossings-richtingen of geschiktheid voor bepaalde maatregelen op basis van kenmerken B&O

Afbeelding 7. DNA-aanpak

Tijdens het project bleek dat bodemdata eigenlijk in overvloed aanwezig zijn. Deels landsdekkend, zoals de geomorfologische kaart, de bodemkaart en andere bestanden via de BasisRegistratie Ondergrond (BRO); deels specifiek per gemeente, zoals gegevens verzameld in het kader van bodemsanering en funderingsonderzoek. Niet altijd zijn alle relevante data aanwezig, zo hebben veel gemeenten geen grondwatermeetnet. Ook zijn de data vaak voor andere doeleinden verzameld, ze moeten dus verwerkt worden om bruikbaar te zijn voor klimaatadaptatievraagstukken. Er kan door een slimme combinatie van landelijke kaarten en andere databestanden op het gebied van geologie, geomorfologie, bodem en water een goed inzicht kan worden verkregen in het fysische systeem van een stad. Daarmee kunnen kansenkaarten voor bijvoorbeeld regenwaterinfiltratie, groenvoorziening en meer worden gemaakt. Wel zijn vaak delen van het stedelijk gebied niet ingevuld, ze zijn letterlijk grijs gekleurd. Maar met een extrapolatieslag op basis van hoogtekaarten, cultuurhistorische, en oude bodemkaarten kan dat grijze gebied worden ingevuld.

Afbeelding 7 vat de DNA-aanpak samen. De aanpak vraagt om een aanpassing in de huidige systematiek van plannen

Tijdens het project kwam naar voren dat groene, blauwe en daarbij horende grijze (riolering, verharding) structuren van



Afbeelding 8. Conceptuele illustratie van de aanpak van de drie typen adaptatie (CAS, in opdracht van het C40 cities network)

groot belang zijn voor klimaatadaptatie. Daarmee ontstaat het risico dat klimaatadaptatie terecht komt in het domein van specialistische, technische disciplines. De neiging bestaat om een probleem of oplossing binnen zo'n domein te formuleren en op te lossen. Er is een tussenstap nodig. Een benadering waarbij het stedelijk systeem centraal staat, vraagt om een betere verbinding met andere beleidsdomeinen.

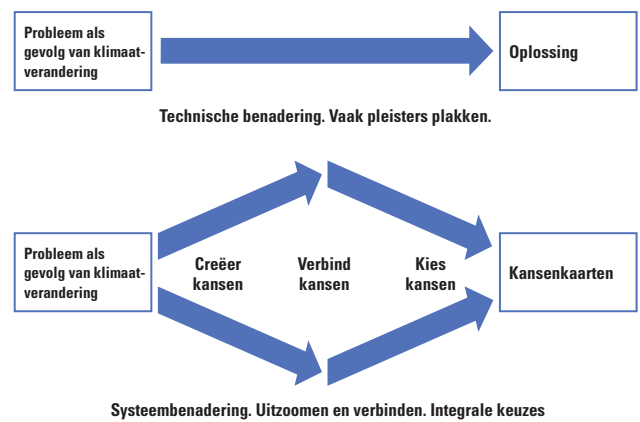
### Transformatieve klimaatadaptatie

Klimaatverandering met steeds extremere weersomstandigheden vraagt om aanpassing (adaptatie) van onze steden. In de praktijk zien we tot nu toe grofweg drie manieren van klimaatadaptatie (Georgi et al. 2016), uiteraard met tal van hybride vormen. Afbeelding 8 laat ze zien.

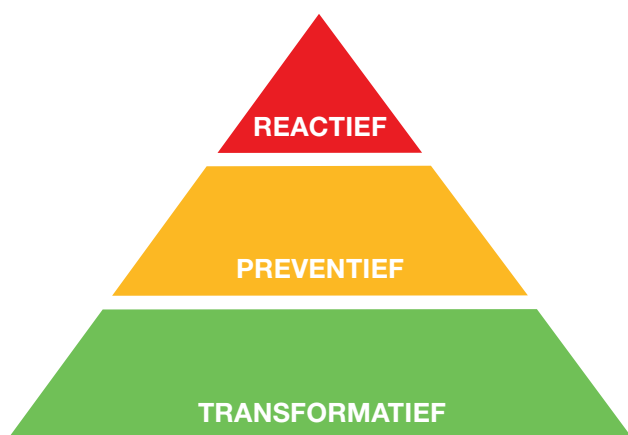
- 1 Reactief.** We reageren op directe gevolgen van extreem weer. De reactieve benadering richt zich op de korte termijn, 0 tot 4 jaar. Directe knelpunten worden opgelost, de hulpdiensten staan paraat, er zijn calamiteitenplannen en hitteplannen voor het geval er iets mis gaat. De verzekering dekt de schade.
- 2 Preventief.** De preventieve benadering richt zich op een wat langere termijn, tot 10 jaar. De veelal sectorale beheerplannen richten zich op toekomstige knelpunten om ze op te lossen: de rioolcapaciteit wordt vergroot, de dijken worden versterkt tegen stijgend water.
- 3 Transformatief.** De transformatieve benadering richt zich op de langere termijn, tot 100 jaar. Gebruiksfuncties worden afgestemd op het natuurlijk systeem. Daarmee wordt de natuurlijke veerkracht versterkt.

Maatregelen zoals de aanleg van riolen en de bouw van dijken zijn wereldwijd een belangrijke voorwaarde geweest

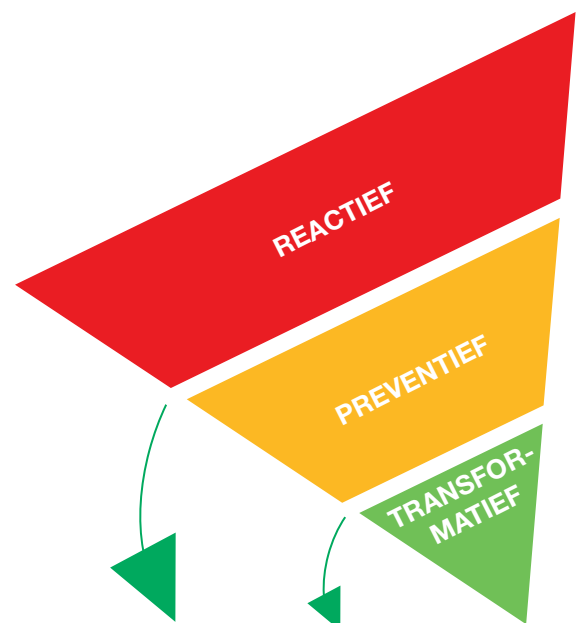
voor succesvolle verstedelijking. Nederland dankt er zelfs zijn faam aan; het is grotendeels door ingenieurs vorm gegeven. Maar op deze manier is tegelijk een lange traditie ontstaan waarin het water in de steden primair met techniek in bedwang wordt gehouden. Daaruit komt onze natuurlijke reactie voort, we zetten het gevecht tegen het water voort met steeds slimmere techniek. De reactieve en preventieve benadering staan in deze technische traditie; de derde, transformatieve kiest voor de systeembenadering en staat centraal in de DNA-aanpak. Die benadering kijkt naar het functioneren van het stedelijk systeem, inclusief de processen in bodem en ondergrond en doet daarmee recht aan het verschil tussen steden in sterk van elkaar verschillende landschappen. Afbeelding 9 laat dat schematisch zien.



Afbeelding 9. De huidige technische benadering neigt er naar elk opkomend probleem direct binnen een specialistisch domein op te lossen met beschikbare technieken. De systeembenadering (DNA) bekijkt eerst het systeem; zoomt uit; kijkt hoe met het natuurlijk systeem kan worden meebewogen en of er een koppeling mogelijk is met andere stedelijke problemen of ambities



Afbeelding 10. Schematische voorstelling van de reactieve, preventieve en transformatieve benadering. De transformatieve benadering richt zich op versterking van het natuurlijk basissysteem van de stad, op haar fundament. De reactieve benadering veronachtzaamt het natuurlijk systeem en is minder stabiel



Steden die in het kader van klimaatadaptatie de nadruk leggen op de reactieve en preventieve benadering hebben een hoog risicoprofiel. Het fundament van het systeem krijgt minder aandacht en is dan wankel. Dan zijn er relatief veel technische maatregelen nodig om de stad goed te laten functioneren. En uiteindelijk krijgt de stad relatief vaker te maken met calamiteiten. We moeten de aandacht verleggen van de reactieve en preventieve naar de transformatieve aanpak. Die richt zich op de versterking van het natuurlijk basissysteem van een stad, het fundament. Als dat fundament goed in elkaar zit, is de natuurlijke veerkracht groter. Dan kan de stad makkelijker de gevolgen van klimaatverandering opvangen. Afbeelding 10 illustreert dat aan de hand van een piramide.

DNA pleit voor een transformatieve benadering van klimaatadaptatie, een systeembenadering. Daarin staat het versterken en inspelen op het natuurlijk systeem van een stad centraal. In eenvoudige bewoordingen: het water wordt meer sturend. Of in waterschap termen, we moeten van 'peil volgt functie' naar 'functie volgt peil'.

## Doorwerking, hoe nu verder?

De pleisters van de technische en preventieve aanpak zullen zeker nog moeten worden geplakt, maar veel minder. Wij denken dat de route van het natuurlijk systeem bij stedelijke klimaat adaptatie standaard verkend moet worden. In het project 'DNA van de stad' is deze natuurlijke route verkend. Daarbij is vooral naar voren gekomen dat bodem en ondergrond van een stad een belangrijke rol kunnen spelen bij plannen voor klimaatadaptatie. De transitie naar een systeembenadering is een forse transitie met consequenties voor de betrokken organisaties en hun onderlinge verhoudingen; en van kennis tot en met het beleid. In plaats van reactieve of preventieve oplossingen zijn systeemoplossingen nodig. Wat is er concreet nodig?

Er is nieuwe kennis nodig over de werking van het natuurlijke systeem van een stad naast de kennis van de technische infrastructuur die de waterhuishouding nu regelt. Tot nu toe is de kennis vooral in pilots verzameld en er is nog steeds een complexe wetenschappelijke exercitie nodig om het systeem in beeld te brengen. In de

Klimaateffectatlas, die vanaf 2021 wordt herzien, zou een eenvoudig uitvoerbare aanpak om het systeem in beeld te krijgen, moeten worden opgenomen.

Gemeenten, waterschappen en provincies, staan samen met tal van gebiedspartijen en hun adviseurs aan de lat om de systeembenadering (eenheid bodem, water en groen) toe te passen bij gebiedsprocessen. Een belangrijke vraag is hoe we de DNA-praktijkvoorbeelden kunnen laten doorwerken naar het nieuwe normaal in ons handelen. Het begint met een uitvraag voor ontwikkel en beheer projecten waarin het natuurlijk systeem centraal staat.

Intern samenwerken (binnen eigen organisatie). De opgave van klimaatadaptatie moet ergens in de organisatie landen en speelt zich af in een bestaande context. Het duiden van de opgave en de urgentie en het betrekken van bestuur en directie zijn dan van belang. Hiervoor is overzicht en inzicht nodig. Voor klimaatadaptatie hebben we landelijke kaarten en lokale stresstesten ontwikkeld rond 4 opgaven: wateroverlast, droogte, hitte en overstromingen (klimaateffectatlas). Op het niveau van de omgevingsvisie (beleidsontwikkeling) kunnen we ook duiden dat systemen soms tegen de grenzen aanlopen. Op het niveau van de risicodialoog kunnen we het gesprek aan om dit perspectief en de ambities te verbinden met het perspectief van bewoners, bedrijven en maatschappelijke organisaties. Bij het opstellen van stedelijke ontwikkelings- en beheerplannen is daarbij op strategisch niveau een grotere inbreng nodig van landschapsarchitecten en geohydrologen. Bestuurlijk moet de relatie tussen ontwikkelaars, gemeenten, waterschappen en provincies veranderen van onderling toetsend naar een strategisch ontwikkelend.

Maar de transitie naar een systeembenadering moet uiteindelijk ook in de uitvoering landen: in de haarvaten van de organisatie. Centrale vraag daarbij is: Hoe organiseer je met collega's dat je kennis over de bodem en ondergrond kunt inzetten voor klimaatadaptatie en dat je dit kunt koppelen aan de opgaven in de straat en in de leefomgeving? Ook hier spelen bewustwording, ander gedrag en nieuwe waarden een rol. Belangrijk is om te erkennen dat deze transitie meerdere jaren duurt. Het is als het ware een reis met perioden waarin collega's ook even pas op de plaats kunnen maken om het even niet meer

weten. In het NKWK-kennisprogramma klimaatadaptatie gaan we met deze transitie vraagstukken concreet aan de slag met een leeromgeving en een nieuwe samenwerking voor deze professionals.

Samenwerking tussen organisaties op hetzelfde schaalniveau is aan verandering toe. Er is groeiende erkenning van de rol voor netwerken, ambassadeurs en het leren van en door elkaars ervaringen. Deze mechanismen zijn effectief voor horizontale opschaling. Daarom zetten we ambassadeurs en onze netwerken in. We maken het zogenaamde peer-to-peer leren nog makkelijker en we gebruiken enthousiasmerende taal. We zijn een kennis community die het verhaal stap voor stap voor het voetlicht brengt. Als kennis community werken we samen met netwerk KANS (voluit: KlimaatAdaptatie Nederlandse Steden). Dit netwerk bestaat uit steden van gelijke omvang door het hele land, met gelijkvormige opgaven. Zij werken samen op het gebied van klimaatadaptatie, water, bodem en ondergrond. Zij spelen bovendien een belangrijke (vaak trekkende) rol in de DPRA-werkregio's, en brengen daar (vaak als eerste) nieuwe kennis in. De KANS-steden hebben reeds een onderlinge relatie en werkmodus. Zodoende biedt het netwerk een goed vertrekpunt voor kennisdoorwerking richting de gemeentelijke praktijk.

We sluiten hiermee aan bij het Interbestuurlijk Programma (IBP) van gemeenten, provincies, waterschappen en rijk. Dit programma gaat niet alleen over de inhoud van de gezamenlijke maatschappelijke opgaven, maar ook over een andere manier van denken en (samen)werken. Om dat concreet te maken, stelde het programmateam van het IBP 7 zekerheden op. Die zijn een soort leidraad voor ons handelen en geven invulling aan het interbestuurlijk werken. Ook de omgevingswet het afwegingsprincipe uit de NOVI dat meervoudig boven enkelvoudig gaat opent de weg naar een gestaag rijker wordende omgeving.

Het onderzoeksprogramma “Bodem en ondergrond, DNA van de stad en omgeving” is gefinancierd door het Uitvoeringsprogramma van het Bodemconvenant. <https://www.bodemplus.nl/onderwerpen/bodem-ondergrond/bodemconvenant/thema/kennis/uitvragen/uitvraag-2017/concurrentiegericht/bodem-ondergrond-dna/>

#### Verder lezen

- Georgi et al., 2016: Urban adaptation to climate change in Europe. EEA Report. No 12/2016.
- Timmermans, W. et al., 2015: De gewortelde stad/ The rooted city. Blauwdruk, Wageningen.
- IBP. Interbestuurlijk programma : <https://vng.nl/rubrieken/onderwerpen/interbestuurlijk-programma>
- Kennisportaal Ruimtelijke Adaptatie, map bodem en ondergrond: <https://ruimtelijkeadaptatie.nl/informatie/bodem-ondergrond/>
- Landelijke klimaateffectatlas: [www.klimaateffectatlas.nl](http://www.klimaateffectatlas.nl)
- NOVI : <https://www.denationaleomgevingsvisie.nl> ■