



(The Yangtze River, China's largest and most important waterway, fell to record lows in places such as Chongqing, 2022; source: Noel Celis <https://phys.org/news/2022-08-china-drought-worst-heatwave.html>)

Deltares

‘Thirsty Cities’ onderzoeksvoorstel

Uitwerking NWA-programma DroBE (Drought in the Built Environment)

Ir. Nanco Dolman (Deltares) nanco.dolman@deltares.nl

NHV-webinar over Dorstige Steden, 4 april 2024

Inhoud

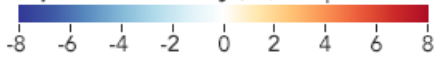
1. Transitie naar de water-circulaire stad
2. Balans tussen vraag en aanbod van water
3. Internationale koplopersteden
4. NWA-programma DroBE
5. Thirsty Cities onderzoeksvoorstel



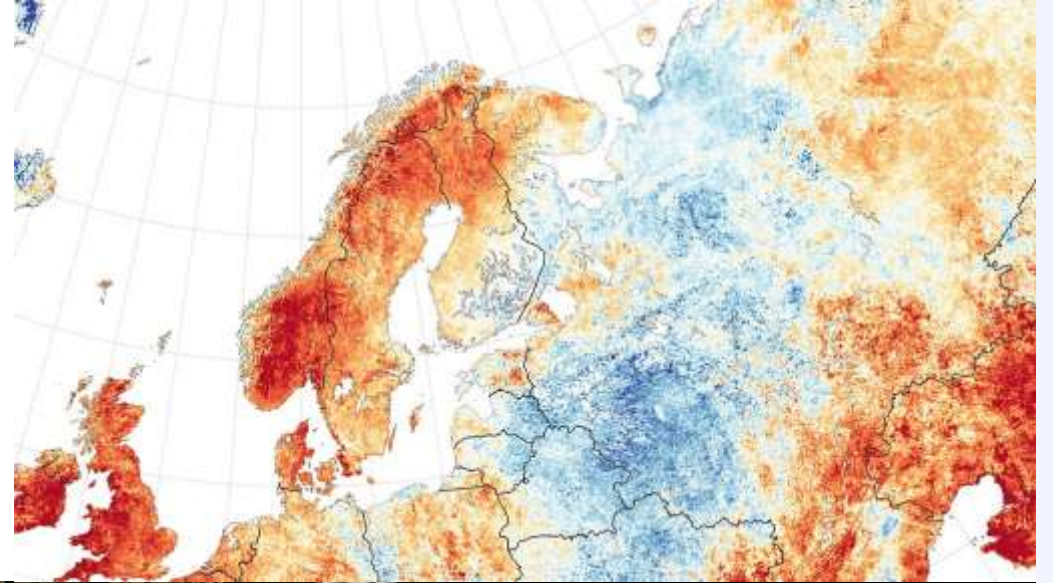
1. Transitie naar de water-circulaire stad

2018 hittegolf in Europa

Land Surface Temperature Anomaly (°C, compared to 2000-2015 mean)

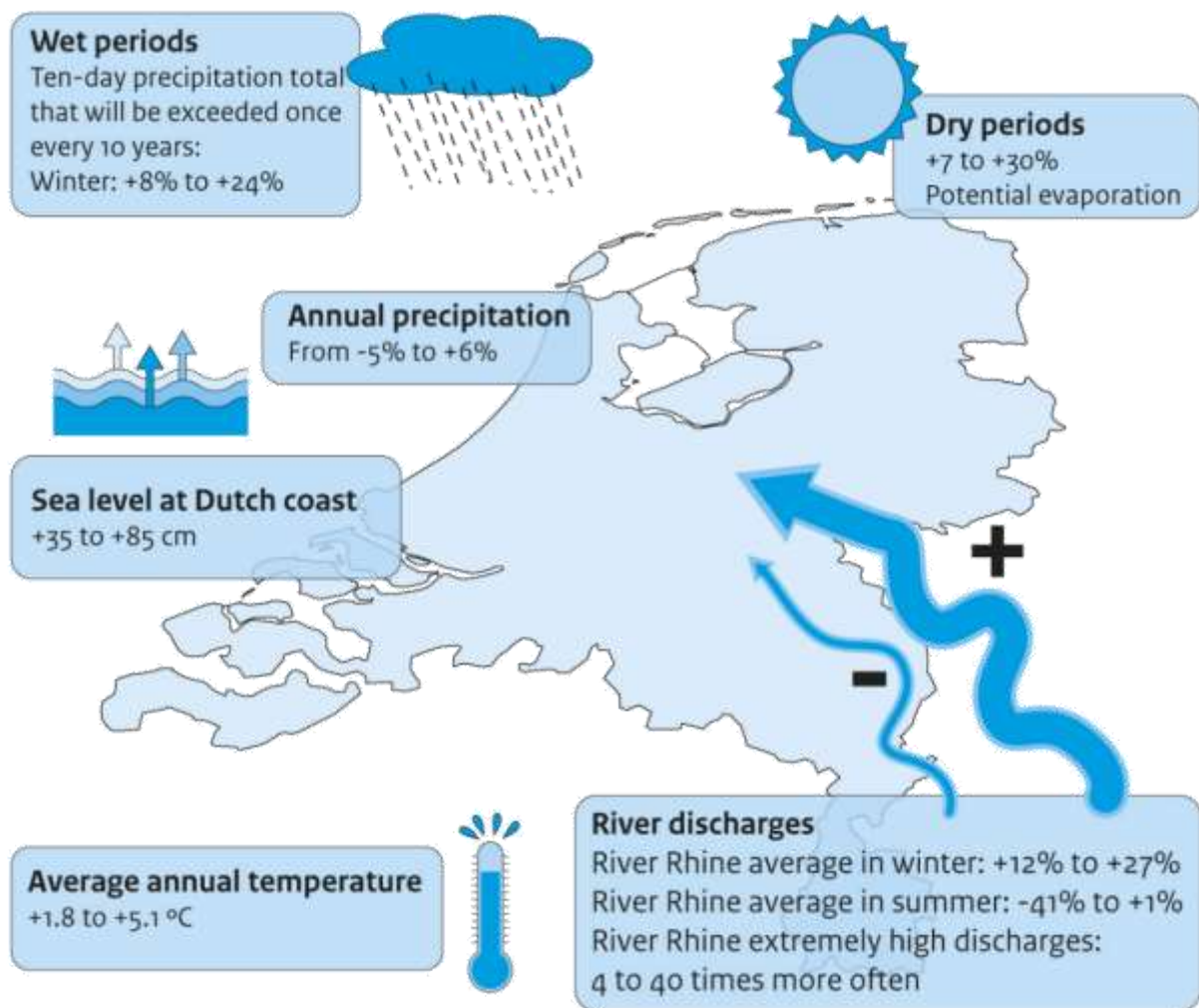


-8 -6 -4 -2 0 2 4 6 8

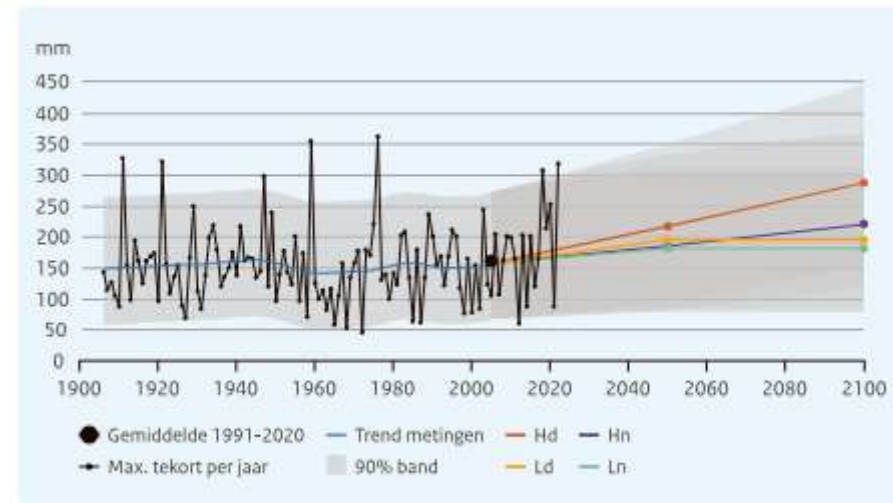


(Future Water Berlin Event, november 2018)

Klimaatverandering in Nederland



Maximaal neerslagtekort april-september
Toenemende droogte



Figuur 1. Maximaal neerslagtekort april-september (mm), landelijk gemiddeld: waarnemingen (zwart) en de vier KNMI'23-klimaatscenario's (2050 en 2100, in vier kleuren).

Het nieuwe IPCC-rapport

Gevolgen van klimaatverandering en oplossingen voor Europa

(Deltares, 2022)

Europa

Europa warmt sneller op dan het wereldgemiddelde. Effecten zijn overal merkbaar met grote regionale verschillen. Sommige gevolgen zijn onomkeerbaar, zoals verlies van gletsjers en uitsterven van soorten.

Overstromingen

Bij meer dan 3°C opwarming kan de schade door rivieroverstromingen verdubbelen. Tegen 2100 is bij 3°C de schade door kustoverstromingen minstens tien keer zo groot. Waarschuwingssystemen, ruimte voor rivieren, waterkeringen en verplaatsen en voorkomen van bebouwing in risicogebieden beperken de gevolgen.

Hitte

Hittestress zorgt voor meer slachtoffers. Dit risico wordt bij 3°C opwarming 2 tot 3 keer groter dan bij 1,5°C. Waarschuwingssystemen en vergroening in steden helpen het risico te verkleinen.

Droogte

Het risico van een tekort aan water neemt toe naarmate de opwarming groter is, met name in West-Centraal-Europa en Zuid-Europa. Efficiëntere opslag en hergebruik van water, en vasthouden van water zijn effectieve maatregelen. Adaptatie wordt beperkt door fysieke en technische omstandigheden.

Natuur

Leefgebied voor huidige land en marine ecosystemen neemt af, met onomkeerbare gevolgen. Dit versnelt boven 2°C. Herstelen, uitbreiden en verbinden van beschermde natuur gebieden vergroot het vermogen van ecosystemen om zich aan te passen.

Landbouw

Een combinatie van droogte en hitte leidt tot groter risico op opbrengstverlies. Irrigatie is op korte termijn effectief maar leidt op termijn tot waterschaarste.



Adaptatiegat, beperkte tijd

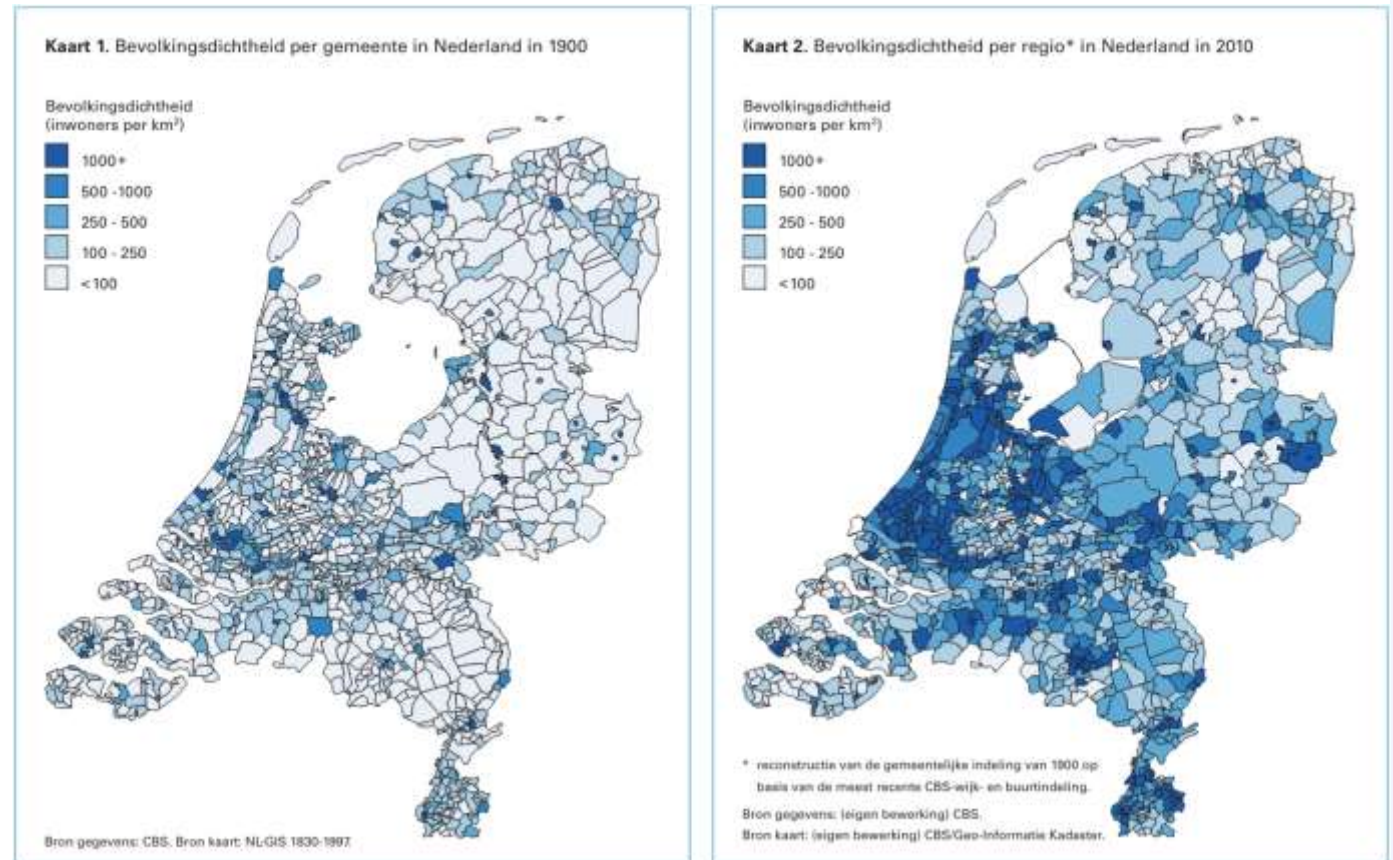
Steeds meer regio's bereiden zich voor op klimaatverandering. Implementatie blijft achter. Maatregelen zijn kleinschalig, niet transformatief en gericht op een bepaalde sector of beperkt tot een specifieke stad. Kansen om te versnellen zijn groter, maar dit window of opportunity wordt kleiner.

Huidige keuzes bepalen de toekomst

Keuzes op het gebied van economie, kennis, maatschappij, natuur en politiek werken als tandwielen voor klimaat en adaptatie. Een adaptieve planning die rekening houdt met de lange termijn adaptatie-opgave stimuleert tijdige implementatie en kan voorkomen dat we vastlopen en verkeerd investeren.

Het is niet alleen klimaatverandering

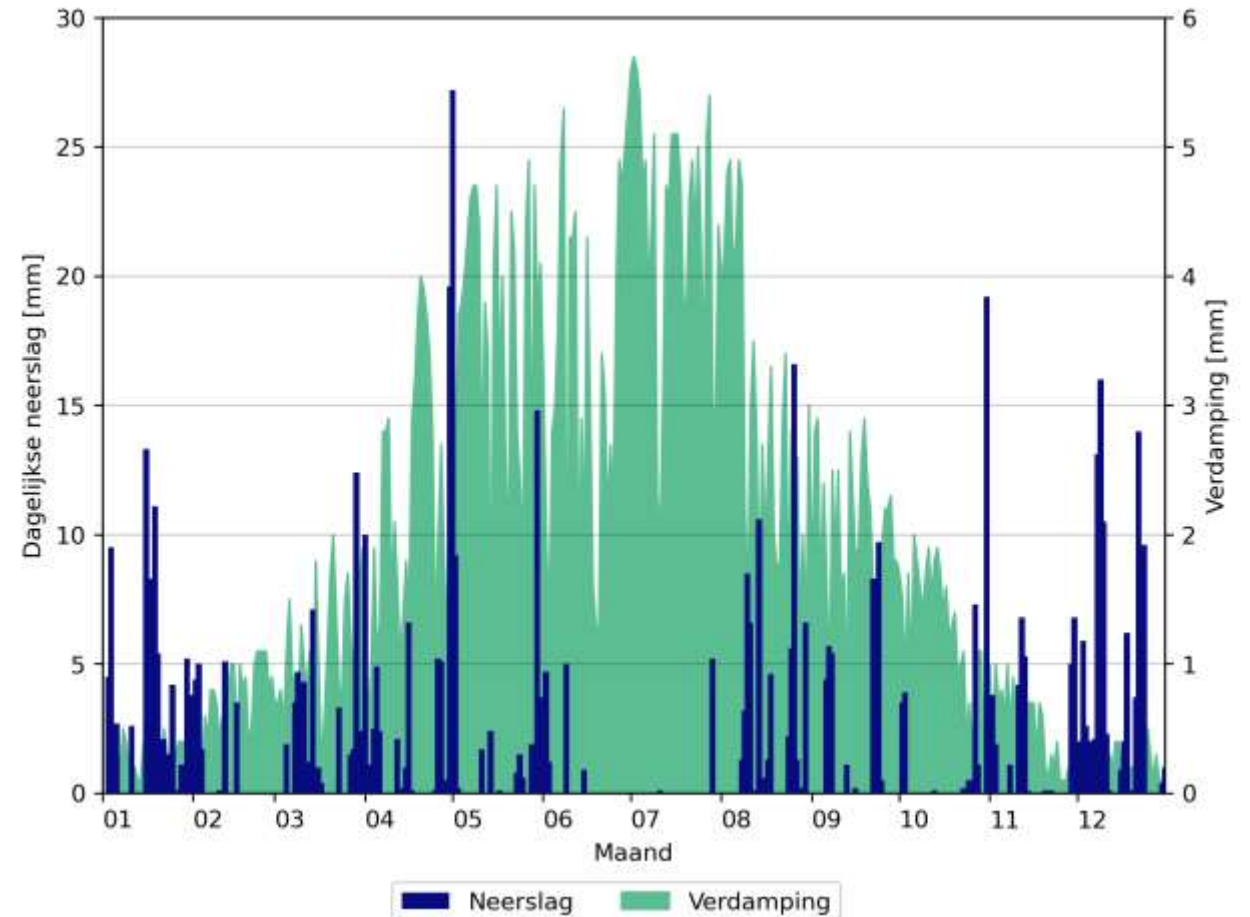
- Stedelijke verdichting;
 - Toename verharding;
 - Afsluiten van de bodem;
 - Stedelijk hitte-eiland effect (UHI).
- Verstedelijking;
 - Op dit moment woont 55% van de wereldbevolking in een stad;
 - In 2050 is dat 68% of meer.
- Beschikbaarheid van grondstoffen staat onder druk;
 - Toename watervoetafdruk.



(beeld: Ekamper, 2010)

Waterschaarste in Nederland

- Extreem droge zomers zoals in 2018 komen steeds vaker voor.
- Niet alle functies kunnen altijd en overal op voldoende water rekenen.



Deze week in de media

- Watertekort loop (snel) op
- Na 2030 waterschaarste in hele land
- Nieuwbouw kan niet worden aangesloten op waternet ?!
- NB; de overheid is terughoudend in afgeven nieuwe vergunning, vanwege de kans op droogte en gevolgen.
- Wat zijn de alternatieven?

(AD, 4 april 2024)

WATERTEKORT ONDERZOEK EN GELD NODIG OM DRINKWATER OP PEIL TE HOUDEN

Sanne Wolters
Utrecht

Waterbedrijf Virens moet steeds vaker 'nee' verkopen aan bedrijven die een aanvraag doen voor een watersluiting. Het vrees dat nieuwbouwwijken in de toekomst de dupe worden van het toenemend tekort aan drinkwater in Nederland. Voor geplande woningen in onder meer Zuidoost-Utrecht heeft het waterbedrijf eigenlijk nu al onvoldoende drinkwater beschikbaar.

„We hebben gelukkig nog geen aanvragen van minibusse projectontwikkelaars afgezet. Soms regent best wel eens in, waar we vreemd dat er in die gebieden niet altijd voldoende water beschikbaar is”, zegt Virens-woordvoerder Rik Daggel. „We hebben een leveringsplicht. Nu lukt dat nog overal, maar op piekmomenten is de situatie nijpend en het probleem dreigt nog groter te worden. In die gebieden waar al tekorten zijn, staat er in de zomer al weinig druk op de versleiding. Als we nu niet in actie komen, heeft binnen een jaar heel Nederland last van het waterkort.”

Ook in Twente, Utrecht en in West-Brabant is de situatie nijpend. Blijkt uit een overzicht van Virens, de vereniging van waterbedrijven in Nederland. Alleen in Zevenaar-Vlaanderen en een deel van Zuid-Holland is er nog geen reden tot zorg.

Verdamping

Vorig jaar deed het RIVM onderzoek naar de beschikbaarheid van drinkwater in Nederland. Daar kwam uit dat de vraag naar drinkwater in heel ons land in 2050 veel groter zal zijn dan nu. Dat komt onder meer door de klimaatverandering (warme, droge zomers), de groei van de economie en de groei van het aantal inwoners. Dat geldt vooral voor de hogere gelegen zandgebieden, waar het grondwater soms maar veertig meter onder het oppervlak ligt en eerder verdampst bij hitte.

De afgelopen tijd heeft het veel geregend in Nederland, dus je zou zeggen dat het met die watervoorraad voorlopig wel goed zit. Volgens late Abbas van de Uite van Waterschap



Het waterkort loopt snel op. Nieuwe woonwijken kunnen binnen afzienbare tijd al niet meer aangesloten worden op het waternet. Als er niets gebeurt, dreigt er in 2030 in bijna het hele land een gebrek aan drinkwater.

Komt er straks nog wel water uit de kraan?

Bij een hittegolf slinkt de voorraad regenwater snel

— Jeroen Abbas, Uite van Waterschappen

enige probleem. „Drinkwaterbedrijven kunnen niet voldoen aan de vraag, omdat er niet genoeg vergoedingen worden verstrekt door de provincies voor het winnen van water.”

Of een vergoeding wordt verstrekt, heeft onder meer met de bescherming van de waterkwaliteit te maken. Hoe dichterbij het grondwater onder het oppervlak ligt, hoe sneller moet, bestrijdingsmiddelen en PEAS de kans krijgen om het water te vervuilen. En soms krijgen natuur en landbouw voorrang op water.

(Het Financieele Dagblad, 3 april 2024)

Drinkwatertekort treft nieuwbouw

In vijf regio's is er nu al te weinig drinkwater voor de geplande woningen

Bouwplannen 2021-2029 per gemeente of regio naar aantal woningen

Als actie uitblijft, wanneer ontstaan dan problemen met drinkwatervoorziening?

- Tot 500
- 500 tot 2500
- 2500 tot 10.000
- 10.000 tot 25.000
- Meer dan 25.000

- Per direct
- Voor 2030
- Na 2030
- Nu geen actie nodig

©FD | EH | Bron: Vewin

'Thirsty Cities' onderzoeksvoorstel









9

Zijn we voldoende voorbereid op toekomstige droge zomers?

Studie Deltares (gepubliceerd: 3 april 2024):

- <https://www.deltares.nl/nieuws/studie-droogte-2022>

Tabel: samenvatting droogtesituatie voor 2018 en 2022 (maart t/m december). Er is meer monitoring en/of ontsluiting van meetgegevens nodig.

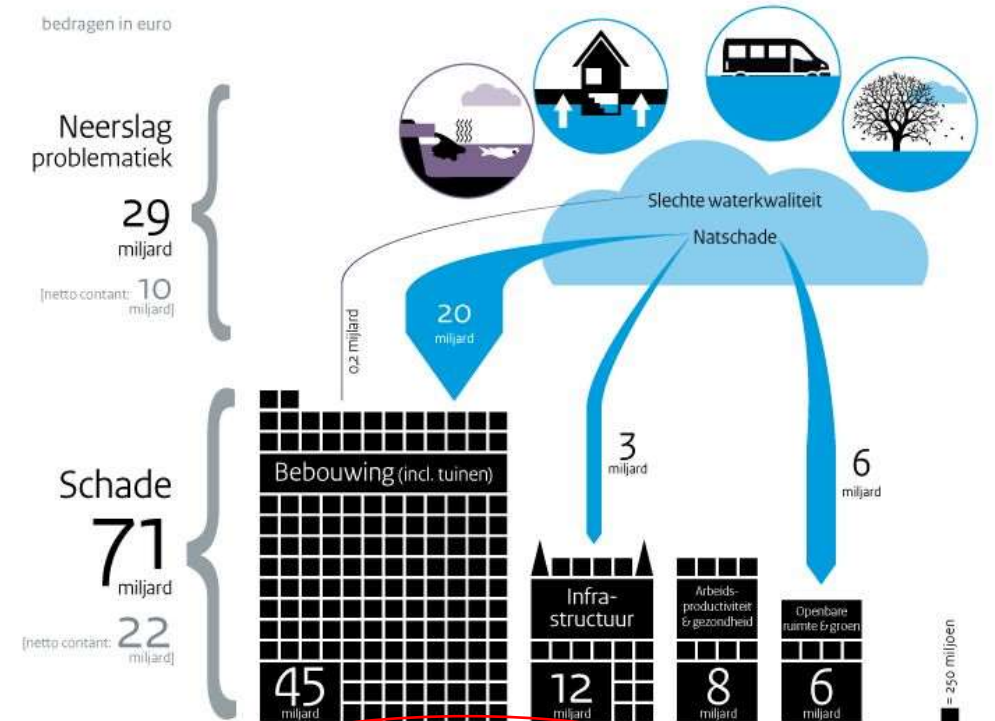
Sector	indicator	bron	jaar	effect		
				kleine verstoring	beheersbare verstoring	lange-termijn effect
 Scheepvaart	vaarbewegingen, vervoerd gewicht, mate van uitputting voorraden	registraties / metingen	2018			
			2022			
 Landbouw	fysieke opbrengst t.o.v. langjarig	registraties / metingen	2018			
			2022			
 Natuur en biodiversiteit	droogval, afname soorten	visuele inspecties*	2018			?
			2022			?
 Natuurbranden	gemelde branden	registraties*	2018			
			2022			
 Dijkveiligheid	beschadiging dijken, dijkbekleding, graverij	visuele inspecties*	2018	?		
			2022			
 Bodemdaling, CO2 veenweidegebieden	bodemdaling en CO2 emissies	metingen* / SOMERS model*	2018	?		
			2022			?
 Stedelijk gebied	schade funderingen, woningen, monumenten, bomen	registraties* / interviews	2018	?		
			2022			
 Drinkwater en industrie	inamestops, calamiteiten, piekvraag	registraties / interviews	2018			
			2022			

Gevolgen verdroging in de gebouwde omgeving

- De (regionale) zoetwatervoorziening;
- De stabiliteit van waterkeringen, in veengebieden;
- De bodemdaling door inklinking van veenhoudende bodem;
- Het aantasten (rotten) van houten funderingen.
- Te lage waterpeilen oppervlaktewater (woonboten);
- Verslechtering waterkwaliteit (zwemwater);
- Droogteschade (openbaar) historisch groen – bijv. monumentale bomen.

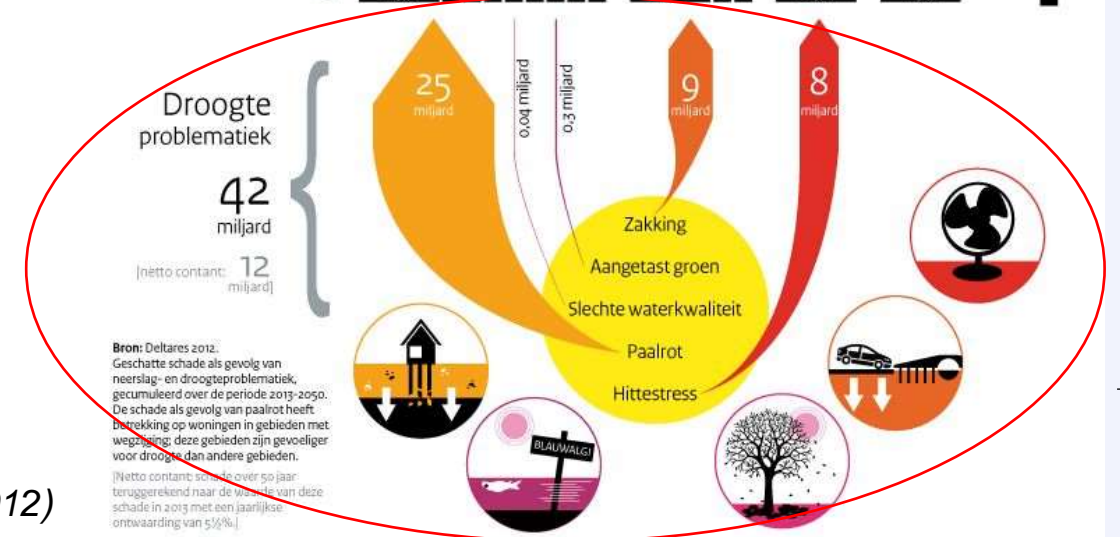
De Klimaatbestendige stad

Opgaven



(Deltares, 2022)

€ 70-84 miljard
€ 20-24 miljard (NCW)



(Deltares, 2012)

Beleidsbrief Water en Bodem Sturend



“Om gezonde grondwaterstanden en op de langere termijn voldoende drinkwater beschikbaar te houden, is het noodzakelijk dat de vraag naar drinkwater wordt beperkt.

... Voor alle drinkwatergebruikers geldt een reductie doelstelling van 20%.”

In 2026 herijking water en klimaat

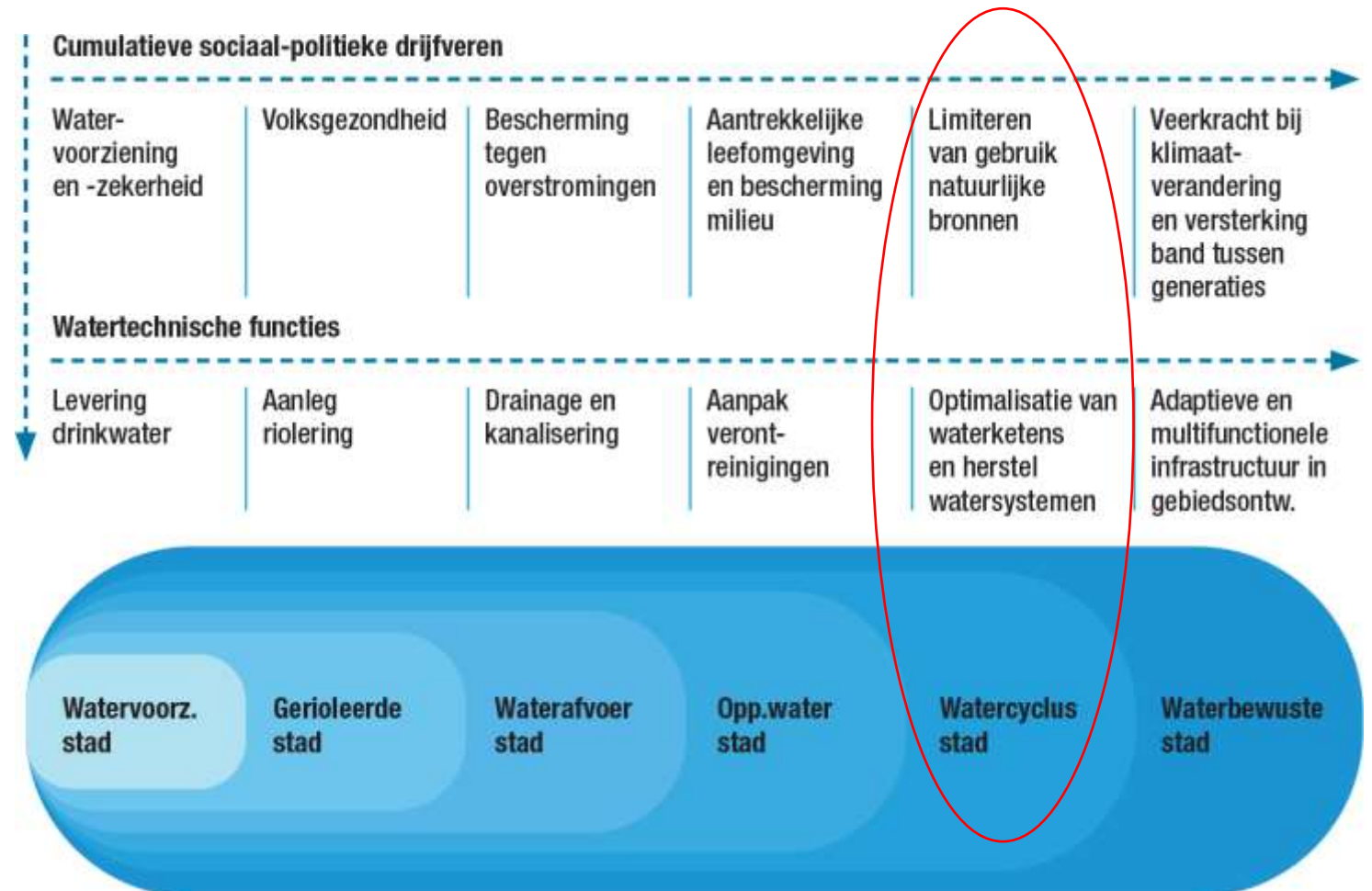
- Deltaprogramma (incl. Deltaplan Zoetwater & Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie)
- Nationale Adaptatiestrategie (NAS)
- Naast 2050 doel(en) ook 2100 doel(en)



(Uitvoeringsprogramma
NAS, 2023)

Watertransitie: de Watercyclus Stad

- Herstel het evenwicht tussen het natuurlijke en het stedelijke watersysteem door 'ecosysteemdiensten' te leveren om steden zelfvoorzienend te maken
- Regeneratieve ('waterpositieve') in plaats van adaptieve steden;
- Sluiten van de waterkringloop: transitie naar de watercyclusstad.



(Dolman et al., 2011, overgenomen van Brown et al., 2008)

2. Balans tussen vraag en aanbod van water

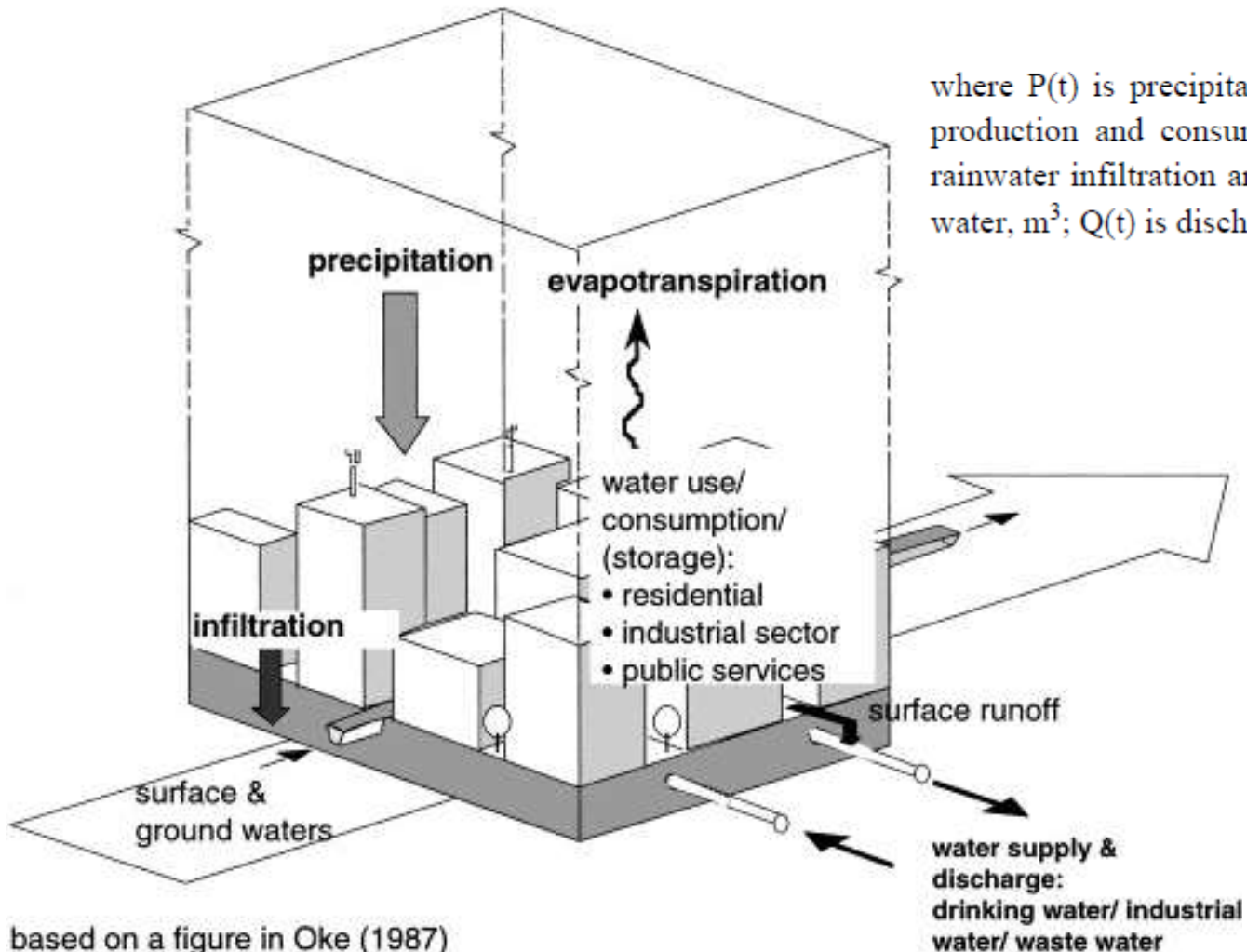
Stedelijk waterbalans

$$In = \text{Berging} + \text{Uit}$$

$$P(t) + G(t) + D(t) = R(t) + S(t) + Q(t)$$

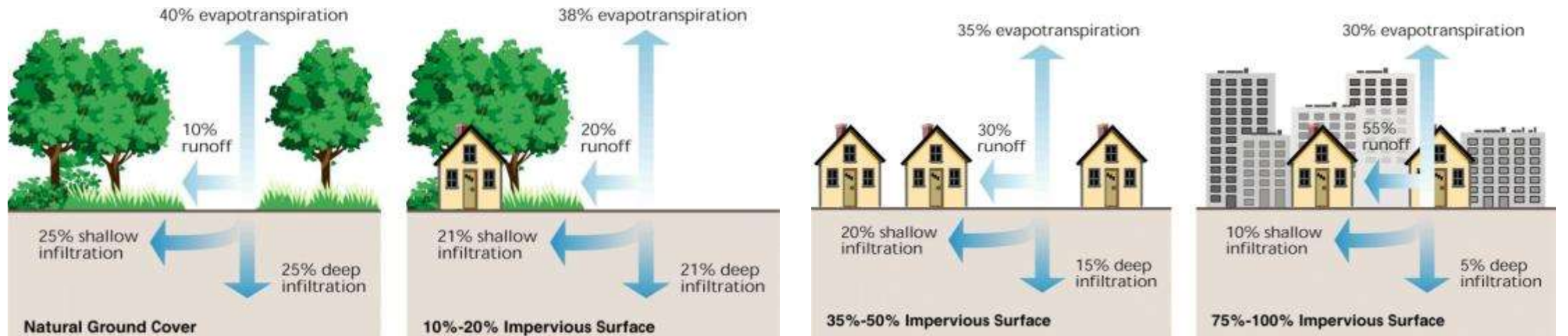
where $P(t)$ is precipitation, mm; $G(t)$ is seepage and infiltration of groundwater, mm; $D(t)$ is production and consumption of potable water, m^3 ; $R(t)$ is retention and losses [delay], e.g. rainwater infiltration and groundwater recharge, m^3 ; $S(t)$ is storage capacity [store], e.g. surface water, m^3 ; $Q(t)$ is discharge capacity [drain], incl. effluent waste water treatment plant.

(bron: Dolman [2024], *Dynamic Water Resource Management for Regenerative Cities*, in production)



(bron: Pauleit, 2000. *Assessing the environmental performance of land cover types for urban planning, Landscape and urban planning* . vol:52 iss:1 pg:1 -20)

Effect van verstedelijking op de waterbalans



(source of % data: US Environmental Protection Agency, 1993)

Balans van watervraag en wateraanbod

A balance of Water Resources Supply-Demand explores the relationship between water availability under natural conditions and demand for water in socio-economic environments. According to the characteristics of incoming water and water consumption, Wang et al.¹⁵ describes a water balance formula based on the available data:

$$P + R_{in} - R_{out} - \sum WDi = \Delta SDG$$

where P is precipitation, mm; R_{in} is the inflow from surface water, m³; R_{out} is the outflow of water volume from the area; $\sum WDi$ is the amount of water demand (required), i presents the water use by ecology, industry and municipality; ΔSDG means ‘Supply-Demand Gap’ and is the residual term of the water balance. Positive values represent surplus within a closed watershed and vice versa: the ΔSDG can be considered as the volume of groundwater change.

Waterschaarste Index (WSI)

$$WSI = Wd/Ws$$

- Wd = waterbehoefte (vraag)
- Ws = watervoorziening (aanbod)

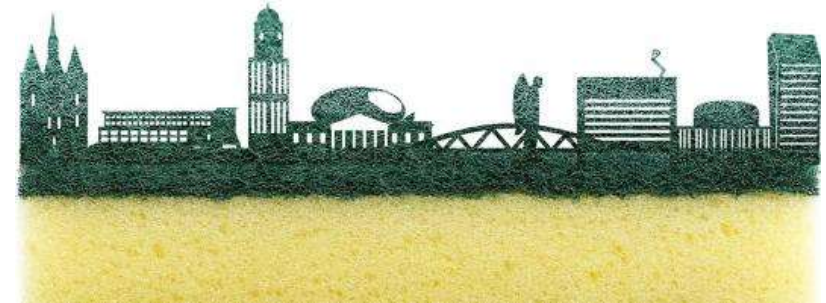
Table 6.1 Classifications of Water-Scarcity Index (source: author)

Range of WSI*	Category of Water Stress	Level of Water Shortage
$0 < WSI \leq 0.1$	-	Surplus
$0.1 < WSI \leq 0.2$	Low stress	Slight shortage
$0.2 < WSI \leq 0.4$	Moderate stress	Moderate shortage
$0.4 < WSI \leq 1$	Medium stress	Serious shortage
$1 < WSI$	High stress	Awful shortage

*) The value of WSI must be greater than zero.

Voldoende sponswerking in de stad

1. Benutten;
2. Vasthouden/ vertragen (bijv. infiltratie/ grondwateraanvulling);
3. Systeemberging;
4. Afvoeren via eigen watersysteem/ blauwe casco.

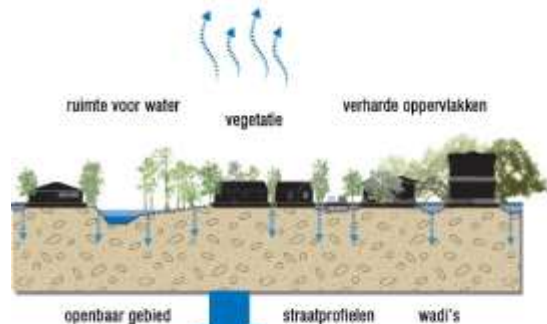


(beeld: gemeente Zwolle, 2019)

DE STAD ALS SPONS

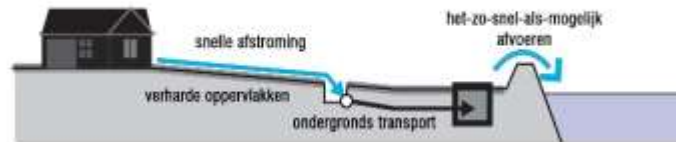
NATUURLIJKE SYSTEMEN EN GROENE INFRASTRUCTUUR IN DE STAD VOOR HET BENUTTEN & VASTHOUDEN VAN WATER OM DE AFSTROMING TE VERMINDEREN:

Meer water
verdampt en transpireert

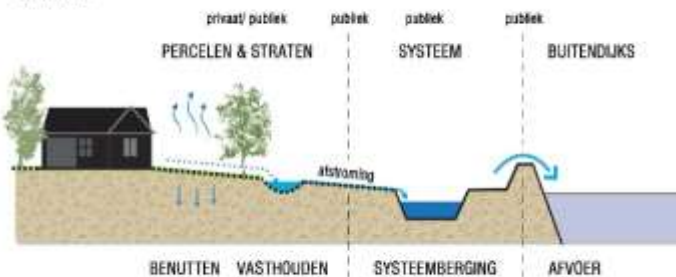


Meer water infiltreert

BESTAANDE, TECHNISCHE SYSTEEM: "VERHARD, RIOOL, POMPEN"

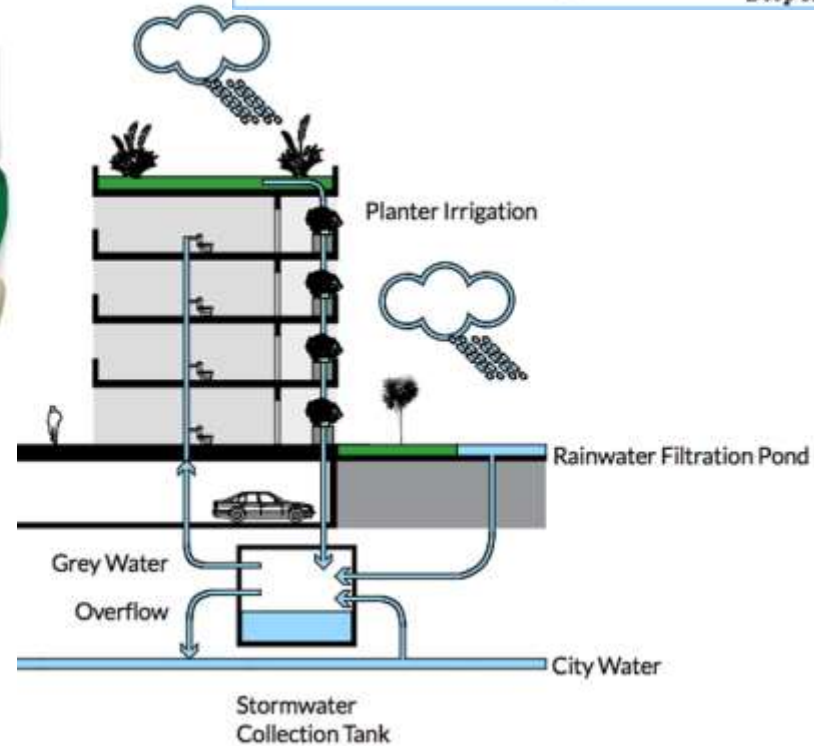
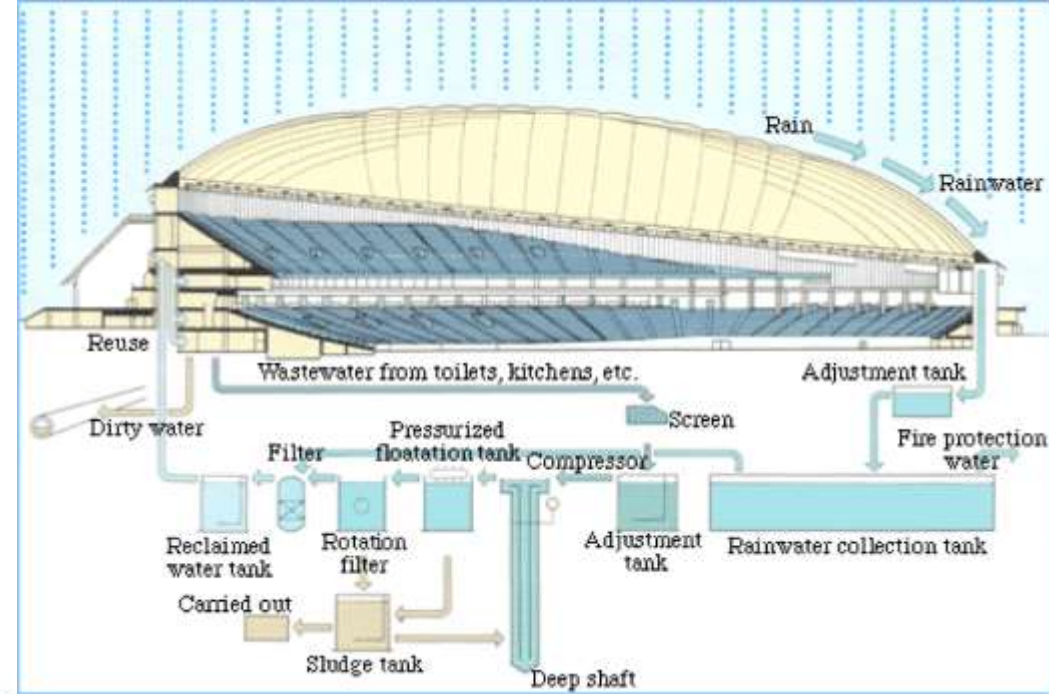


VOORGESTELDE STRATEGIE: "VERTRAGEN" "BERGEN" "AFVOEREN"



(beeld: Dolman en Van de Ven, 2014)

Gebouwen als waterleverancier

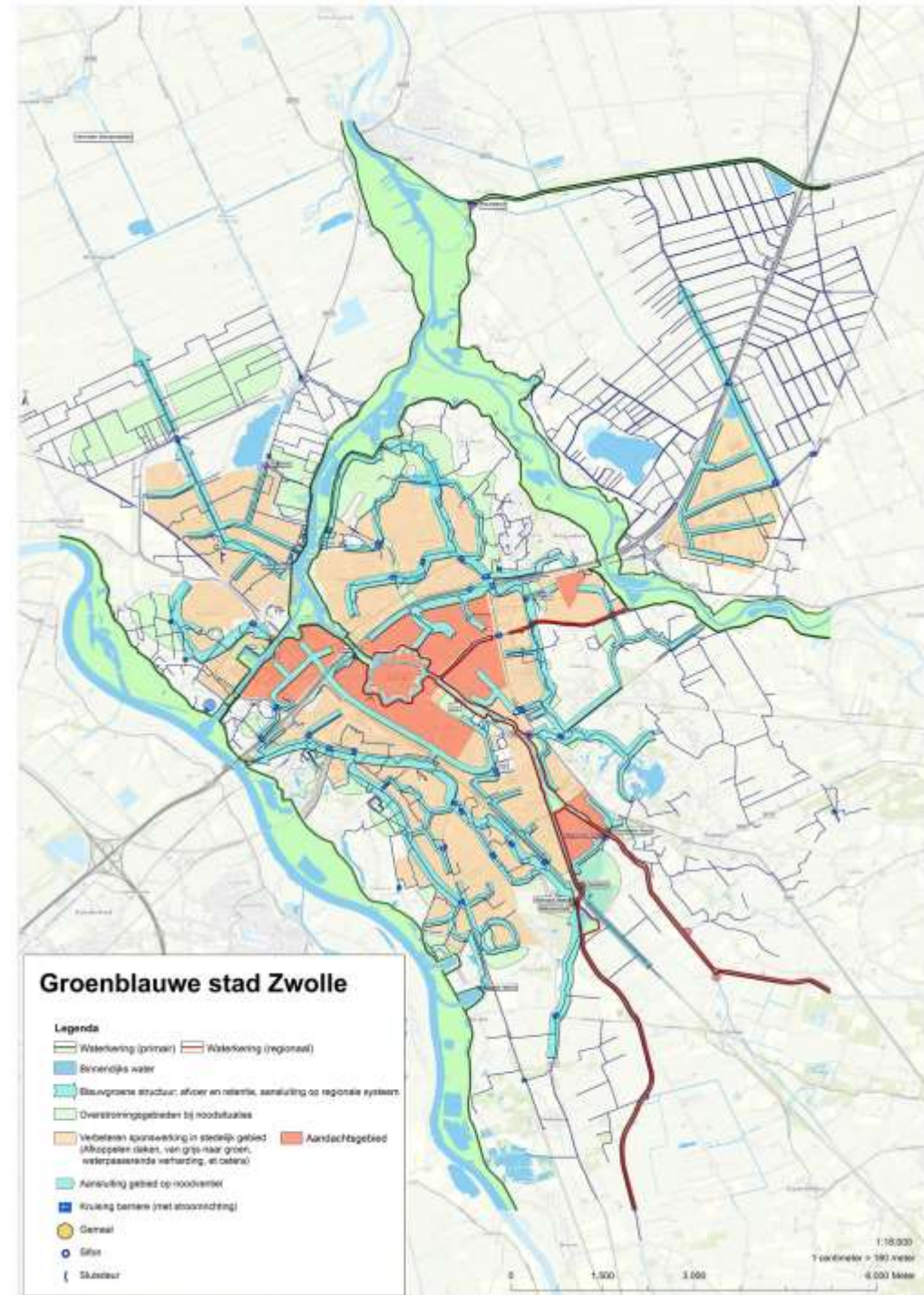


De groenblauwe stad

Groenblauwe inrichtingsprincipe	Ruimtelijke schaal	Wie aan de slag?
1. Voldoende 'sponswerking' door water te benutten, vast te houden of te vertragen.	Gebouwen, straten en buurten.	Gemeente Zwolle samen met inwoners en partijen.
2. Groenblauw netwerk waarop 'sponzen' overtollig water kunnen afvoeren en waarin afvoer en berging plaatsvindt.	Wijken en stad.	Gemeente Zwolle samen met het waterschap.
3. Noodventielen voor het groenblauwe netwerk en overloopgebieden waar water tijdelijk heen kan in extreme situaties.	Stad en buitengebied.	Gemeente Zwolle, samen met waterschap, provincie en buurgemeenten.



(Zwolle Adaptatiestrategie, 2019)

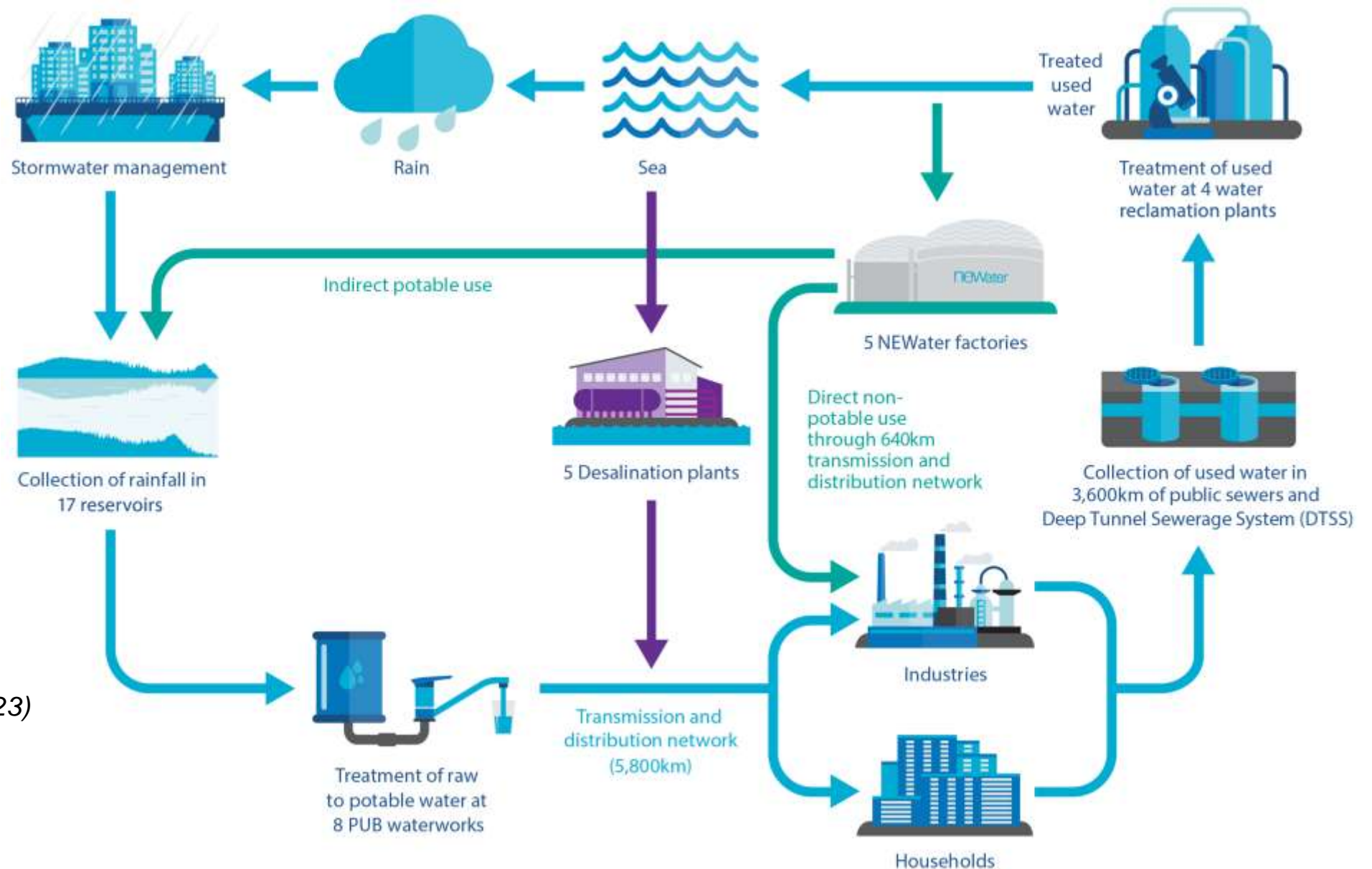


3. Internationale koplopersteden

Singapore



Sluiten van de watercyclus



(bron: PUB, 2023)

3-in-1 Marina Barrage

Flood Control Water supply Lifestyle attraction

“Creating a reservoir in the city centre of Singapore”

MARINA RESERVOIR

SEA

Construction of drainage
pumping station at Marina
South

Construction of barrage

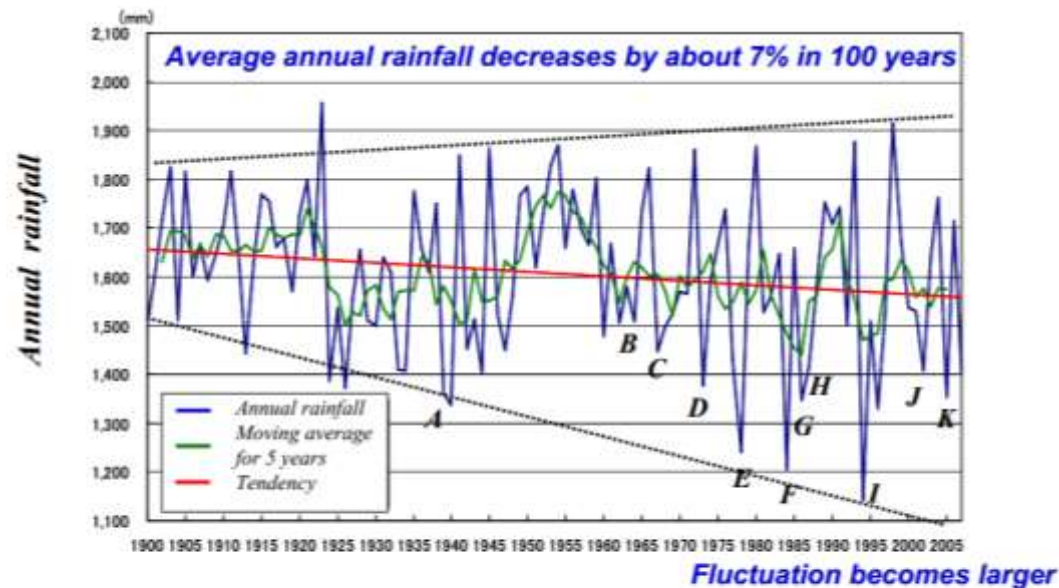


Tokyo



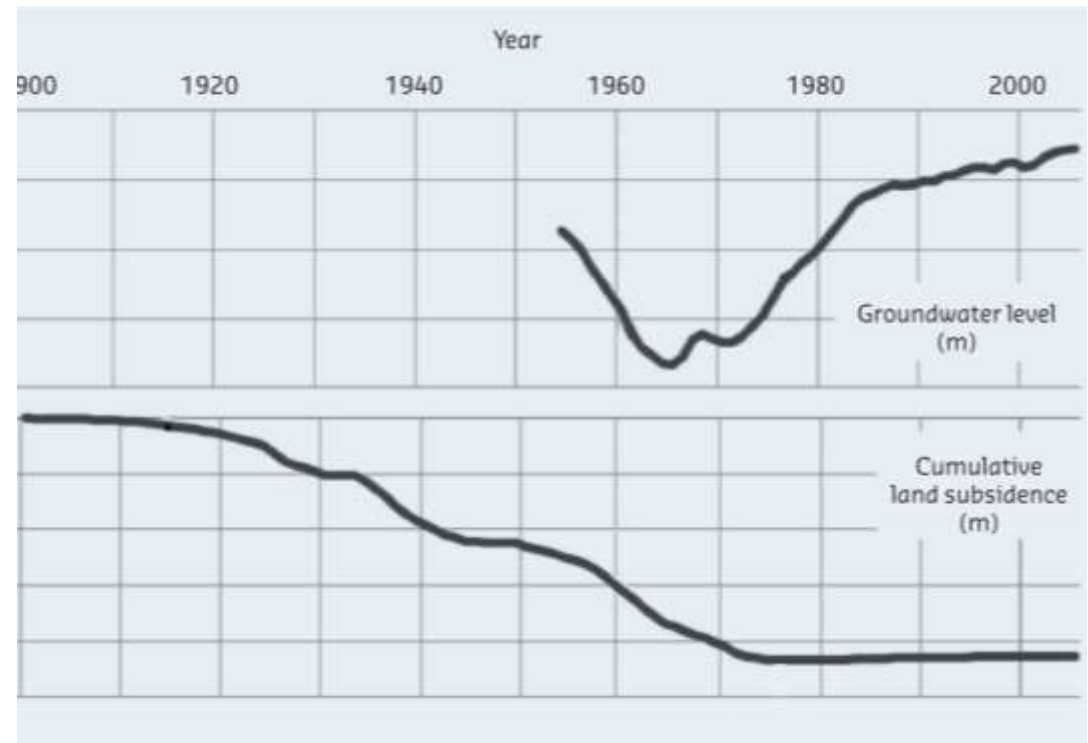
Toename neerslagtekort en afname bodemdaling

Fluctuatie van jaarlijkse neerslag en kans op droogte in Japan



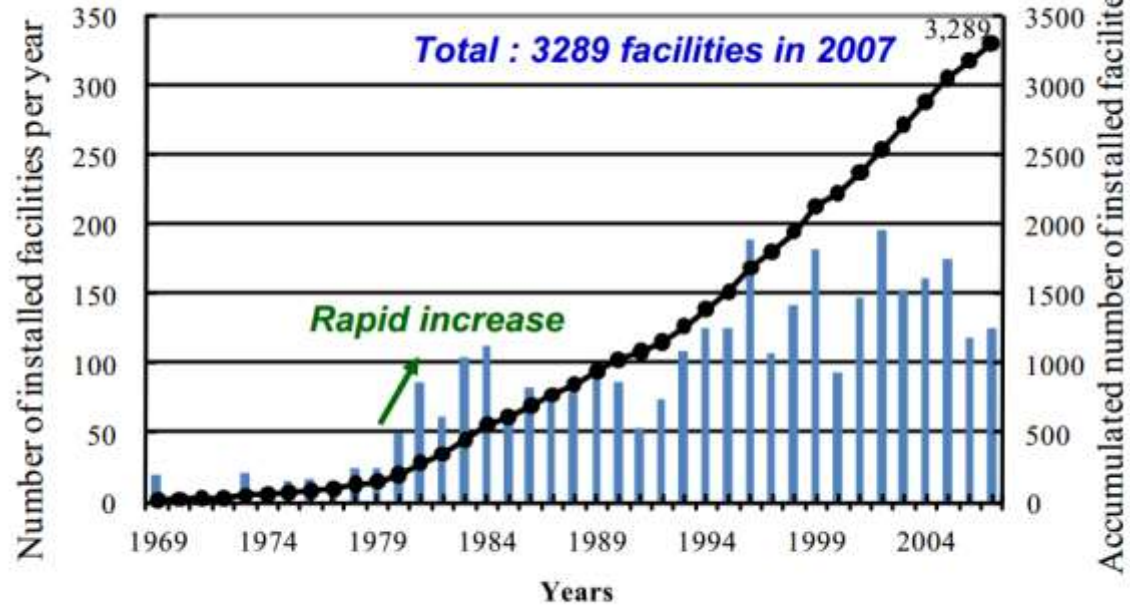
A: Lake Biwa drought(1939), B: Tokyo Olympic drought(1964), C: Nagasaki drought(1967), D: Takamatsu drought(1973), E: Fukuoka drought(1978), F: Nationwide winter drought(1984), G: West Japan winter drought(1986), H: Metropolitan area drought(1987), I: Japan Islands drought(1994), J: Matsuyama drought(2002), K: Chubu and Shikoku area drought(2005)

Bodemdaling en grondwaterstand Tokyo (Kaneko & Toyota, 2011)



De stad als regenwatercollector

Reference: White paper on water resources in Japan (2009)

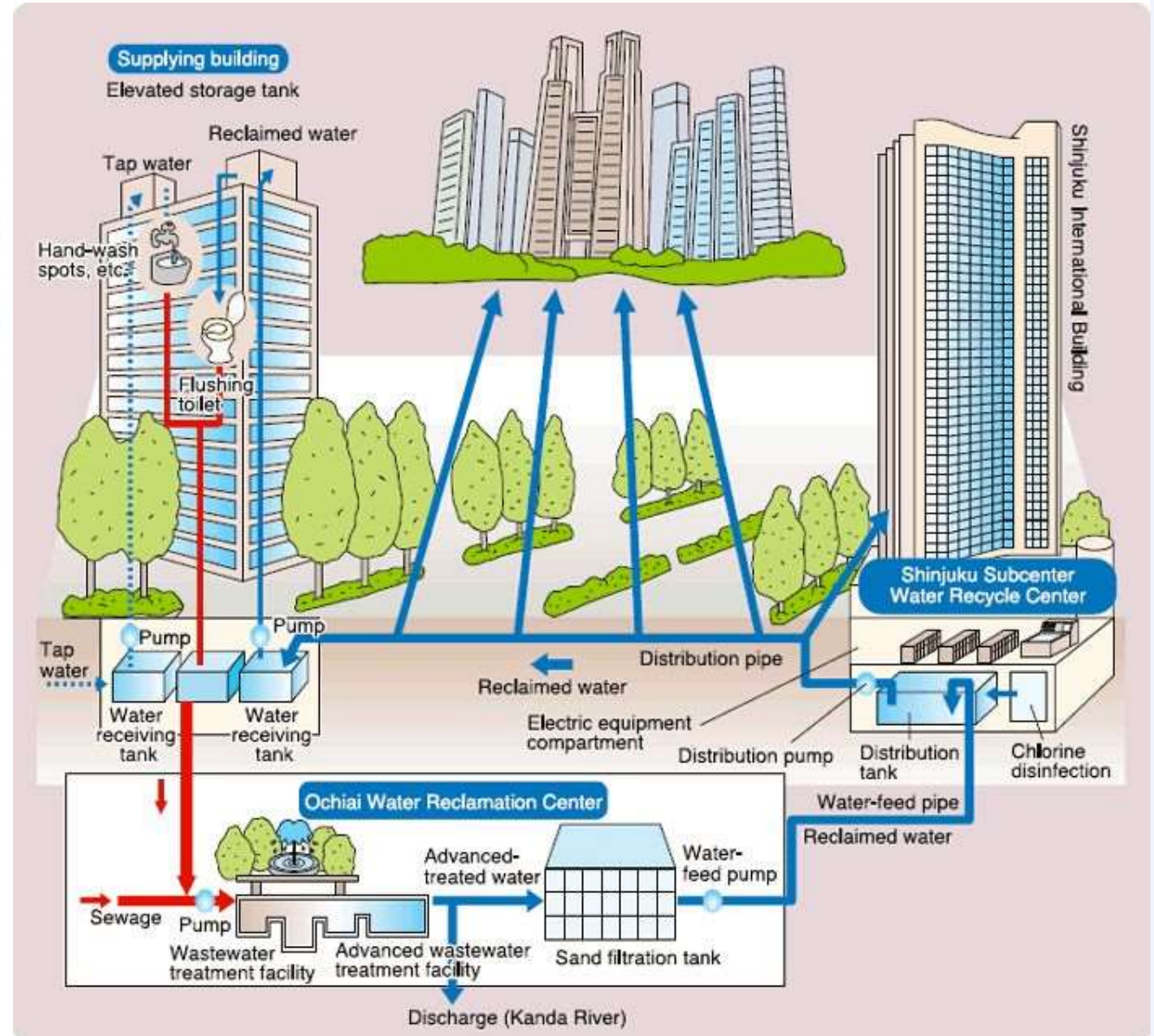


The number of facilities has been increased since 1980s, in which government financing system was introduced.



(Tokyo Dome, 1985)

Accumulated number of installed facilities

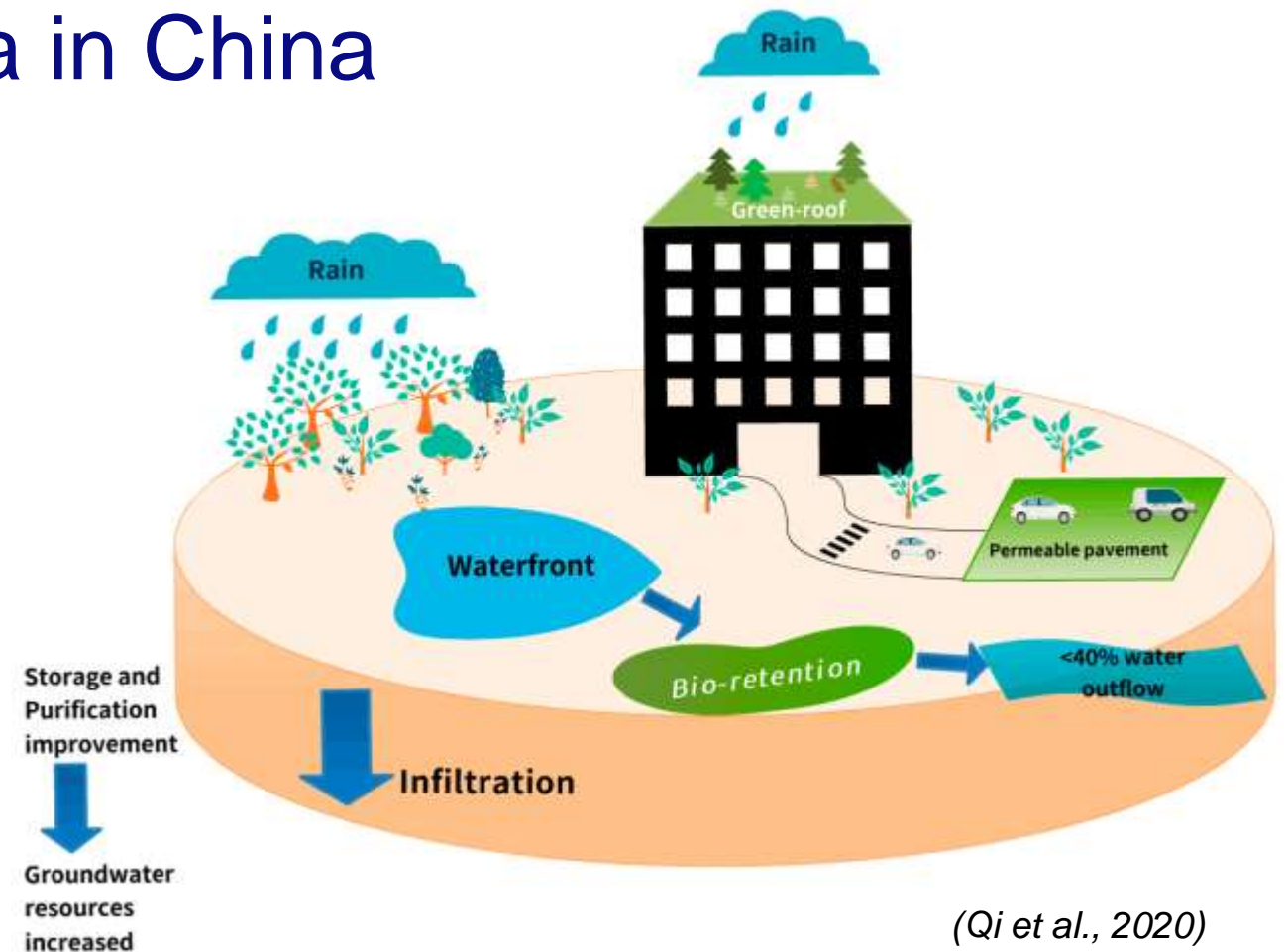
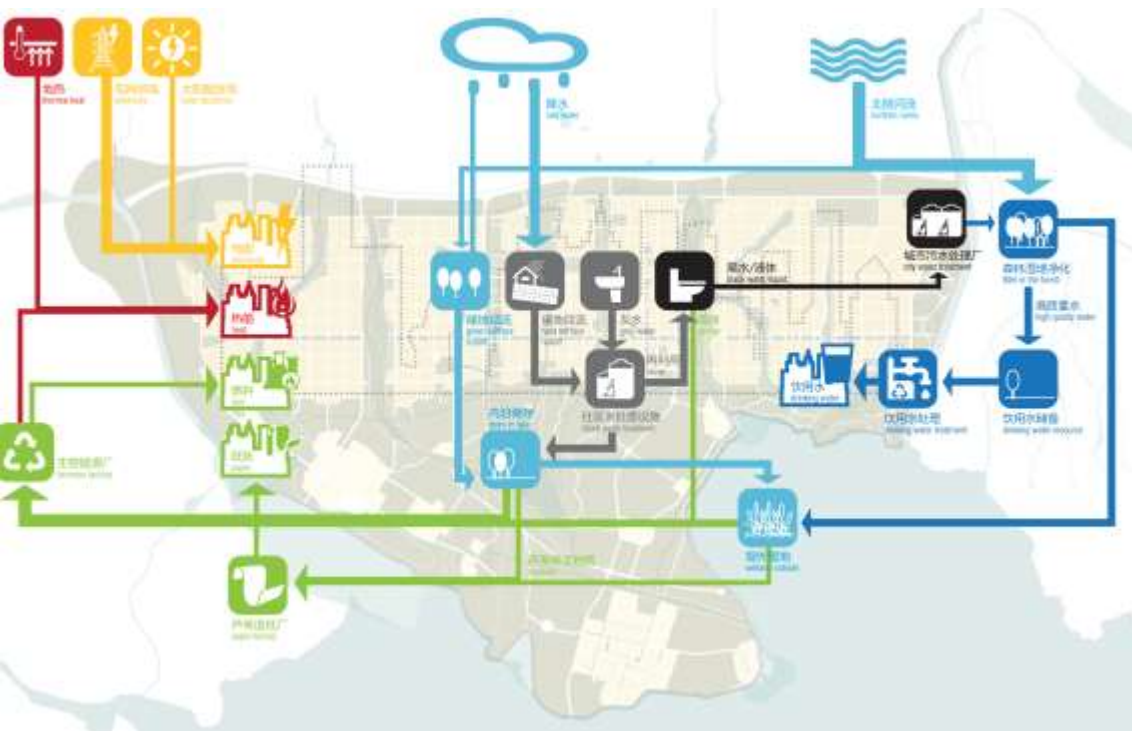


China



Sponssteden Programma in China

- (her)Gebruik;
- Vasthouden/ infiltreren;
- Systeemberging;
- Afvoeren via eigen watersysteem



Public Space of the Ecological Master Plan of Starting Area in Xiongan New District, Hebei Province (West8 | RHDHV, 2018)

Rotterdam Waterstad 2100

Een hoopvol toekomstperspectief voor de Rijn-Maasmonding

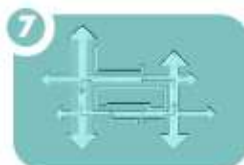


Sponssteden met circulaire zoetwatersystemen

Een nieuwe manier van omgang met water, Rotterdam als sponsstad van de 21^e eeuw: water zo lokaal mogelijk opvangen en benutten (bijvoorbeeld in de bodem), hergebruiken en enkel resterend water transporteren naar de nieuwe Binnenmaas (een enorme zoetwaterbuffer voor de stad), de Krimpenerwaard transformeren in een zuiveringsmoeras als belangrijke schakel in het circulaire watersysteem van de stad. Midden Delfland als klimaatbuffer in extreme omstandigheden.



6 Sponssteden: geen druppel (schoon) water meer verspillen



7 Verbonden functioneel watersysteem, zoetwatermachine voor de stad



8 Zuiveringsmoeras Krimpenerwaard



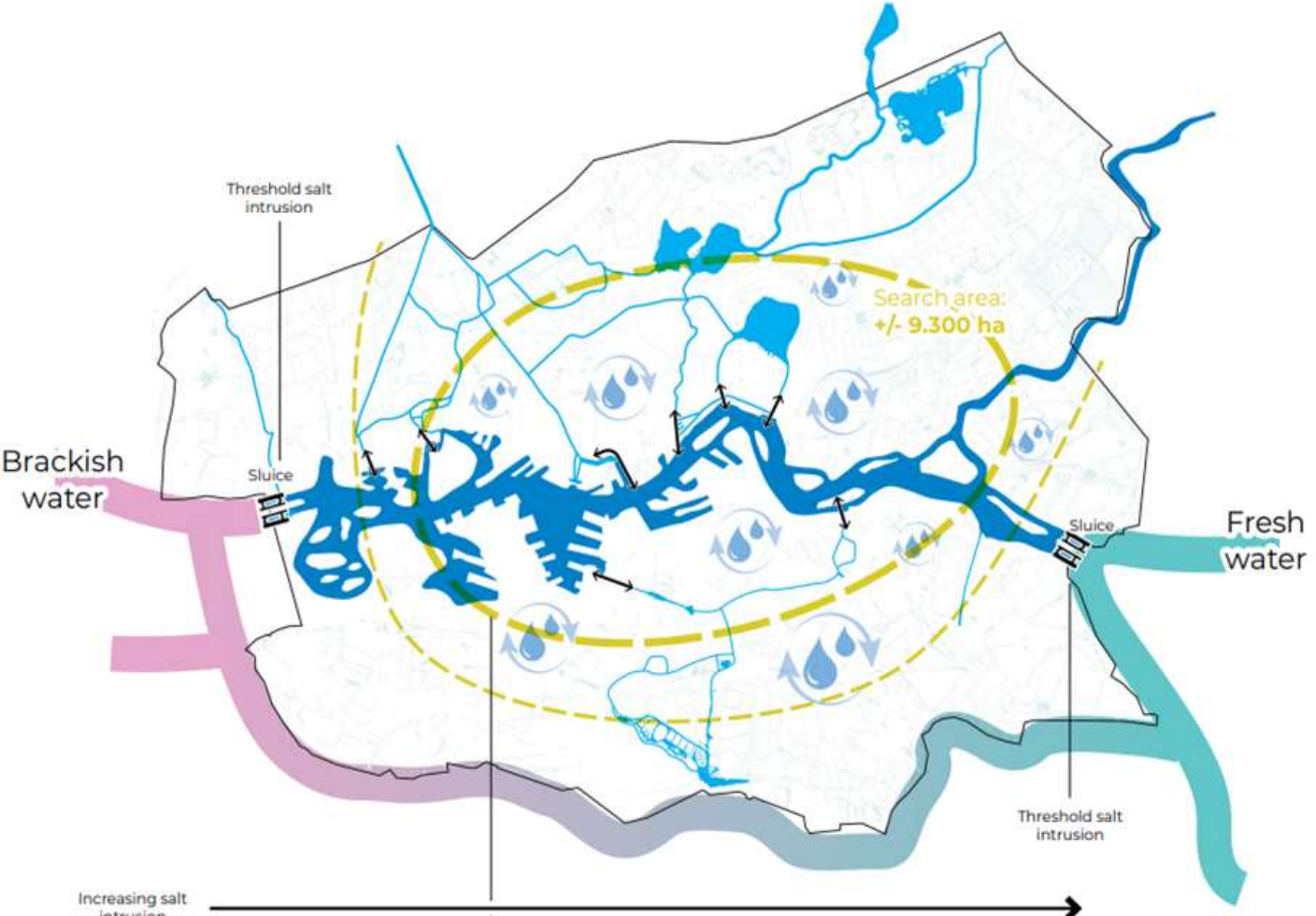
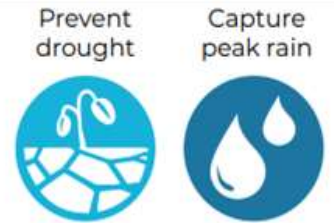
9 Klimaatbuffer Midden Delfland



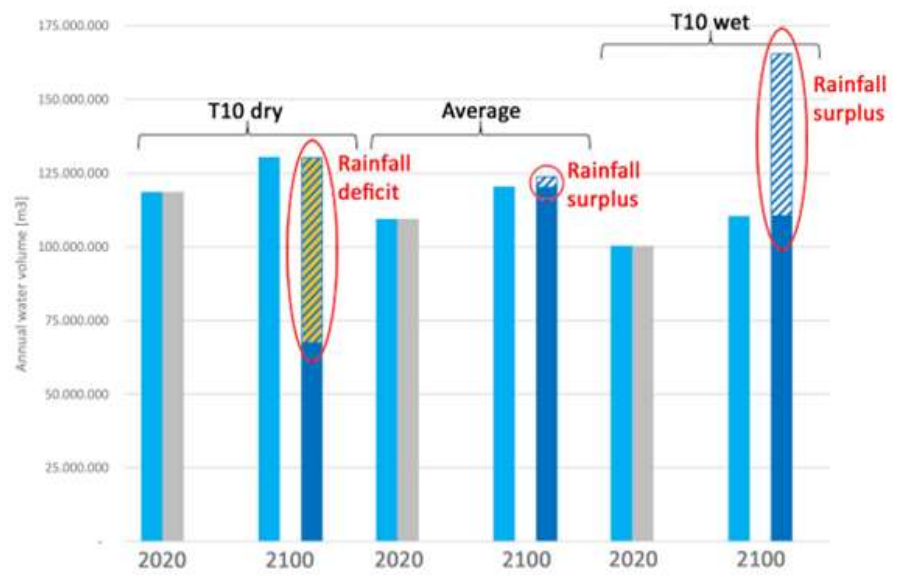
10 Brielse en Oostvoornse meer als waterbuffer voor de haven

Waterbalans Rotterdam

WATER BALANCE ROTTERDAM WATERCITY 2100 - ROUGH CALCULATION TEST



Supply = demand *



Rotterdam Watercity can supply its own water by optimal circulation. In a dry year approximately 60 million m³ of water is needed. This will need 3.000 Urban Water Buffers (UWB) under the city.

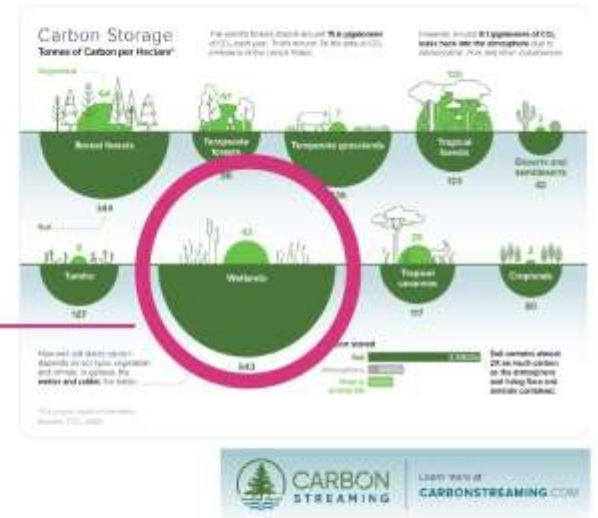
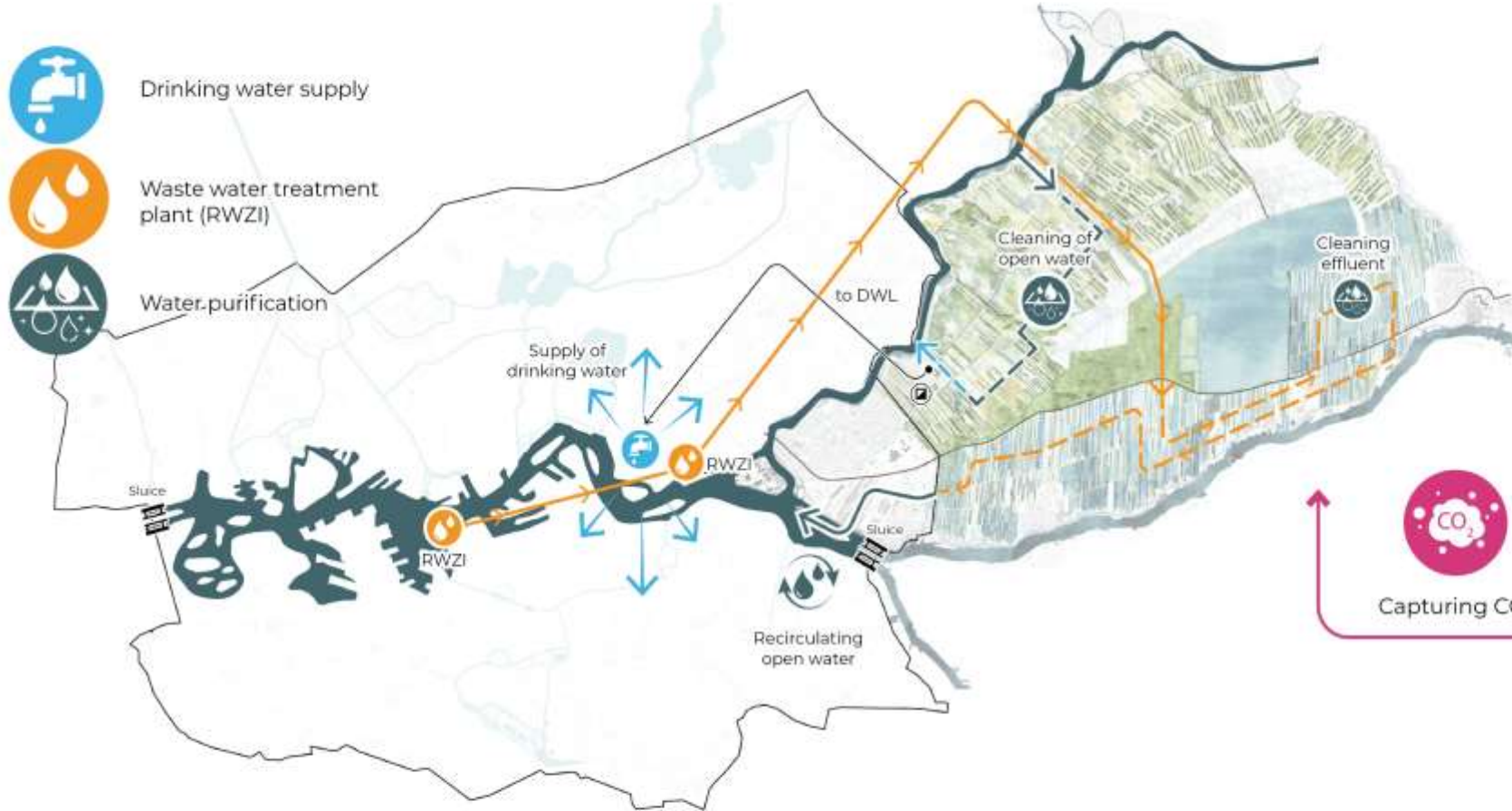
- Water demand (potable + non-potable)
- 2020 ■ Water supply 0 - imported water
- 2100 ■ Water supply 1 - rainwater harvesting - use
- 2100 ■ Water supply 2 - waste water effluent - reuse

* Water balance calculations are based on an estimated total population of 1,1 million in 2100. In 2020 this area has 880.000 inhabitants - this includes Rotterdam, Schiedam, Barendrecht, Krimpen aan den IJssel and Capelle aan den IJssel



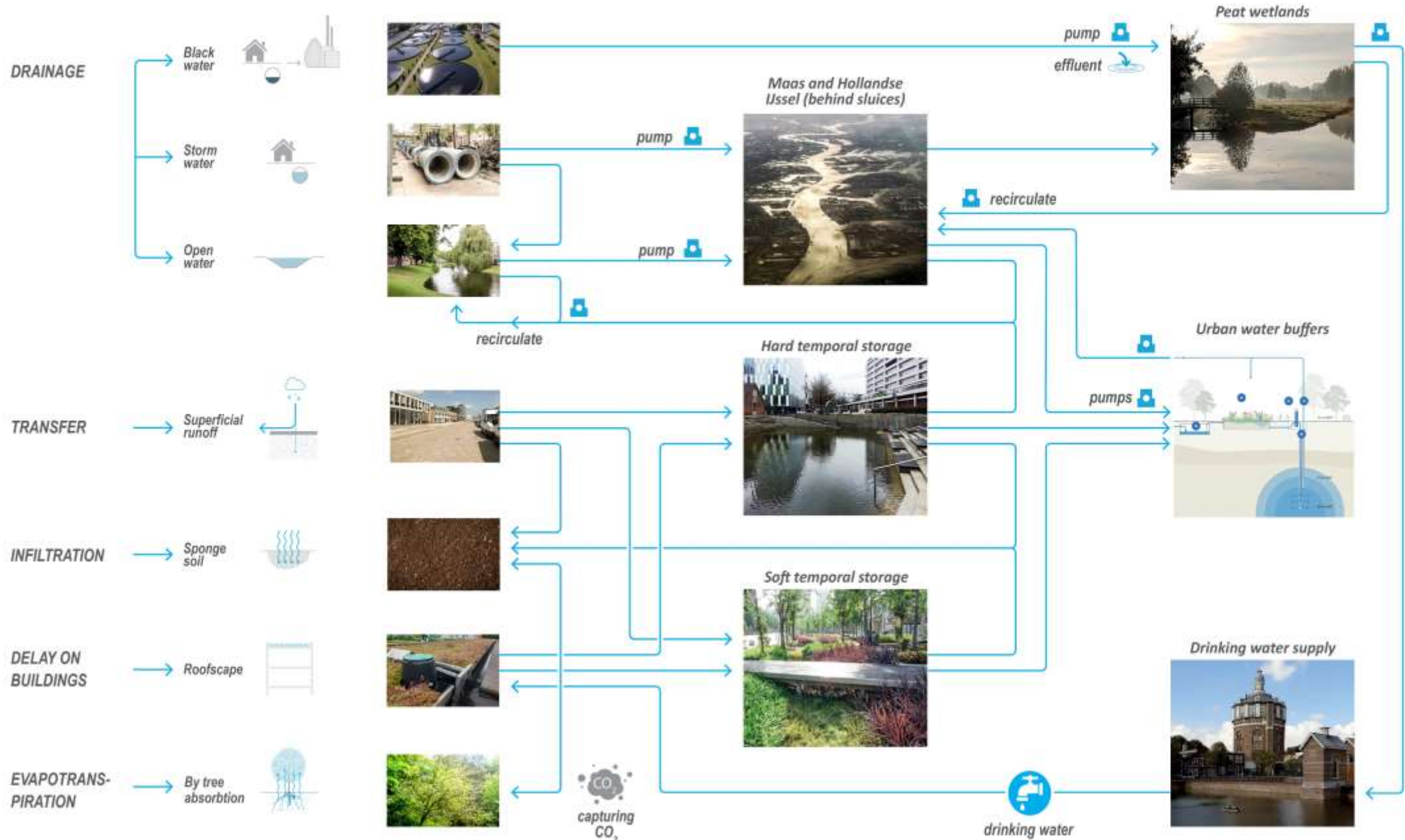
Rol van het ommeland: de Krimpenerwaard

To supply Rotterdam Watercity with its own drinking water.
 Polder Krimpenerwaard can be used as a purification device.
 If needed also the effluent of RWZI can be cleaned here, mainly for circling back into the open water system.



The wetland of Krimpenerwaard is also suitable for Carbon storage, with a potential maximum wetland surface of 12.000 Hectare it could annually capture more than 8 Megatons !
 Rotterdam currently annually produces 3 Megatons - Estimated annual wetland carbon capture is 686 ton/ha

Schematisch overzicht gesloten waterkringloop Rotterdam



4. NWA-programma DroBE

Aanleiding en doel DroBE

- Ontwikkelen van kennis- en handelingsperspectieven voor decentrale overheden en het betreffende beroepenveld, om te komen tot een **klimaatbestendige gebouwde omgeving**.
- De te ontwikkelen kennis moet meer inzicht geven in de risico's en potentiële schade veroorzaakt door droogte, evenals in maatregelen en de kosten, baten en bijkomende baten daarvan.
- Daarnaast is er behoefte aan nieuwe kennis om de beoordeling en implementatie van maatregelen door lokale overheden, uitvoerders, bedrijven en burgers mogelijk te maken.



NWA Drought in the built environment

Call for proposals

Aanpak o.b.v. vier lacunes in kennis

1. Droogte en stedelijk waterbeheer
2. Effecten van droogte
3. Beheer van droogte
4. Handelingsperspectieven voor de aanpak van droogte



Uitwerking voorstel in twee rondes en doorlooptijd

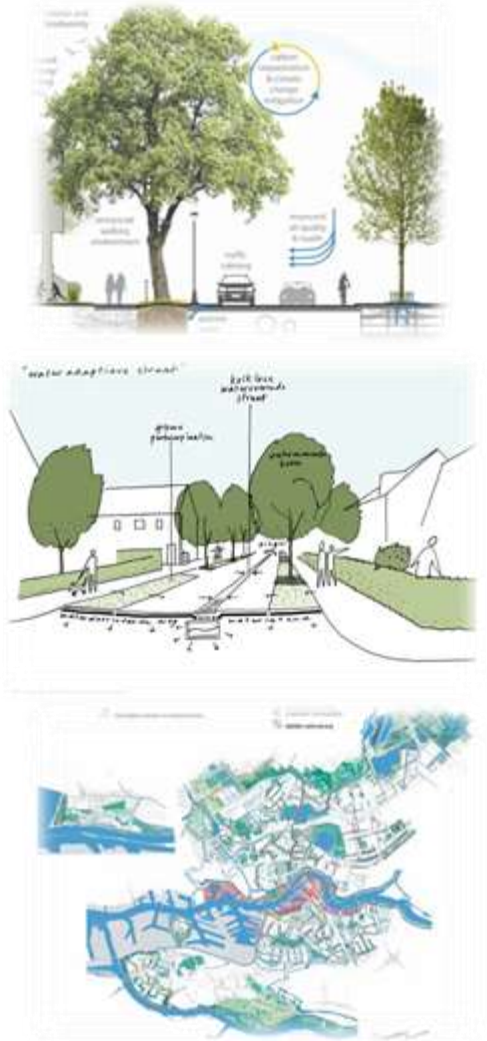
- Voorverkenning/ -onderzoek – 2021-2022
- Deelvoorstellen – deadline oktober 2023
- Selectie drie deelvoorstellen – februari 2024

Vormen van een nieuw interdisciplinair en kennisketenbreed consortium dat gezamenlijk één onderzoeksproject ontwikkelt en uitvoert gericht op het thema droogte in de bebouwde omgeving.

- Een gezamenlijk “groot” voorstel – deadline voor indiening: mei 2024
- Uitvoering onderzoek – 2025 tot 2029 (max. 5 jaar)
- In totaal 3,3 miljoen euro beschikbaar.

5. Thirsty Cities onderzoeksvoorstel

Klimaatbestendige en droogte-robuste gebouwde omgeving



Ronde 1: drie geselecteerde deelvoorstellen

Waterkwaliteit in de stedelijke waterbalans

Phase 1
Application form for sub-proposal NWA thematic programme
Theme: Drought in the Built Environment



Bomen tegen droogte en hitte

Phase 1
Application form for sub-proposal NWA thematic programme
Theme: Drought in the Built Environment

Trees-Future-Proof



Waterbehoefte droogtebestendige stad

Phase 1
Application form for sub-proposal NWA thematic programme
Theme: Drought in the Built Environment



Controlling the urban water system and associated water demands for a drought-resilient built environment in the context of continuous change
© Image: Olivia Fetter / Montage / IPS, Westdeutsche Allgemeine Zeitung, 2020

Deltares

TU Delft

Naturalis
Biodiversity Center

Universiteit Leiden
The Netherlands

HOGESCHOOL ROTTERDAM

Hogeschool van Amsterdam

UNIVERSITY OF TWENTE.

UNIVERSITY OF AMSTERDAM

van hall larenstein
university of applied sciences

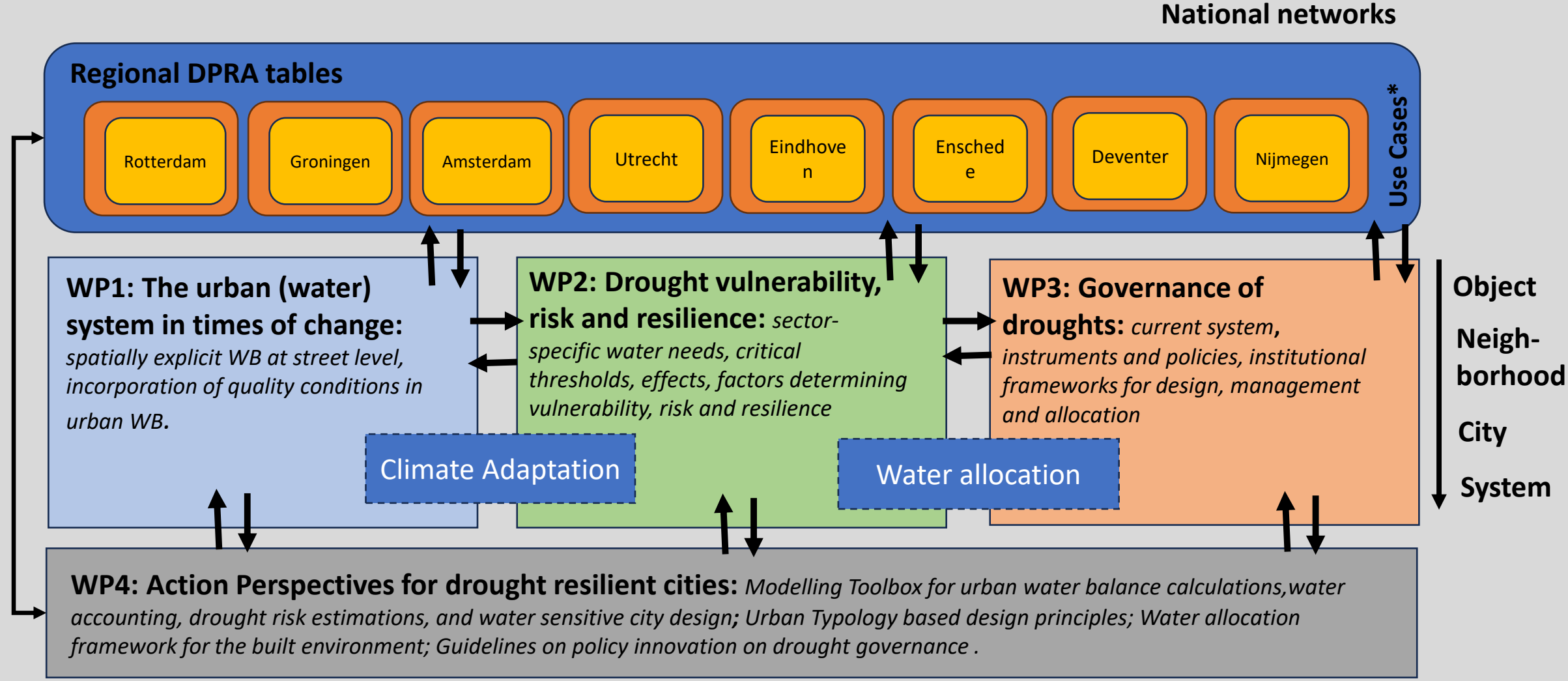
Hanzehogeschool Groningen
University of Applied Sciences

SAXION

Gezamenlijk voorstel in werkpakketen

1. WP1: Het stedelijk watersysteem in tijden van verandering;
 - Faciliteren beter begrip stedelijke watersysteem. Naast waterkwantiteit juist ook waterkwaliteitsaspecten. Van object- naar systeemschaal.
2. WP2: Kwetsbaarheid, risico en veerkracht door droogte;
 - Identificeren sectorspecifieke waterbehoeften, knikpunten voor droogte-effecten. Ontwikkelen indicatoren voor droogtekwestbaarheid en -risico, en meten effect van maatregelen.
3. WP3: Organisatie ruimtelijke planvorming, participatie en toewijzing in tijden van droogte;
 - Begrijpen “governance” in RO-proces, het beheer watersysteem en de bijdrage in klimaatadaptatie tijdens extreme droogte op systeem- tot straatniveau en de noodzakelijke interventies.
4. WP4: Handelingsperspectieven om steden te creëren die bestand zijn tegen droogte;
 - Formuleren handelingsperspectieven om droogtebestendige steden te creëren door middel van ontwerp, beheer en toewijzing watervoorraden.
5. WP5: Co-creatie en samenwerkend leren (ntb);
6. WP6: Projectmanagement;
7. WP7: Gezamenlijke proces / partnerbijeenkomsten (ntb).

WP5: Co-Creation and Collaborative Learning: Learning ecosystem with local use-cases, regional knowledge hubs and national networks for co-creation and collaborative learning of relevant knowledge and skills for the design and management of a drought-resilient BE and education of the (future) professional.



WP6: Project Management

Vragen?

