

Kees van Leeuwen, KWR Watercycle Research Institute
 Jos Frijs, KWR Watercycle Research Institute
 Annemarie van Wezel, KWR Watercycle Research Institute
 Frans van de Ven, Deltares/TU Delft

Duurzaamheid stedelijke waterketen af te leiden uit 24 indicatoren

De duurzaamheid van de stedelijke waterketen verbindt diverse belangen. Een eenduidige beschrijving van een duurzame waterketen, wat we ermee willen en hoe we de consequenties van onze keuzes zichtbaar maken, dragen bij aan de realisatie ervan. Daarom wordt hier een voorstel gepresenteerd voor een quick scan die de waterketen in stedelijke gebieden in beeld brengt aan de hand van 24 indicatoren voor waterzekerheid, waterkwaliteit, drinkwatervoorziening, zuivering, infrastructuur, klimaatrobustheid van de bebouwde omgeving, biodiversiteit en aantrekkelijkheid van de woonomgeving en bestuurlijke aspecten. Op basis daarvan kunnen gerichte vervolgacties worden genomen. Rotterdam is als praktisch voorbeeld doorgerekend.

Volgens de Verenigde Naties¹⁾ behoren waterschaarste en watervervuiling tot de belangrijkste mondiale uitdagingen. Volgens de VN zullen in 2025 circa twee miljard mensen absoluut watergebrek hebben en krijgt tweederde van de wereldbevolking te maken met waterschaarste.

De volksgezondheid is vooral gerelateerd aan de kwaliteit van water. Nog steeds sterven jaarlijks drie miljoen kinderen aan watergerelateerde ziekten^{1),2)}.

Er zijn momenteel meer dan 300 steden met meer dan één miljoen inwoners en 21 megasteden (met meer dan tien miljoen inwoners), vooral in China³⁾. Volgens de VN⁴⁾ leeft nu de helft van de wereldbevolking in steden; in 2030 zal dit ongeveer 60 procent zijn. In de ontwikkelde landen is dit percentage nog hoger: daar zal in 2030 ruim 80 procent van de mensen in steden leven. Ook Nederland is steeds verder aan het verstedelijken en volgt deze mondiale trend. De duurzaamheid van de waterketen in stedelijke gebieden is dan ook van cruciale betekenis.

Zoeken naar duurzaamheid

Naar aanleiding van een vraag van Waternet naar technologische opties voor verduurzaming van de stedelijke waterketen begon KWR Watercycle Research Institute aan een verkenning. De vraag zelf leidt tot een

kettingreactie aan vragen: Wat is duurzaam waterbeheer in stedelijke gebieden? Hoe kun je duurzaamheid in steden meten? Met welke aspecten moet je rekening houden? Wie bepaalt eigenlijk de duurzaamheid van de waterketen in steden?

Over deze primair bestuurlijke en politieke kwestie blijken bijna evenveel opvattingen te bestaan als er deskundigen zijn. Hoewel goede overzichten over de complexiteit van water in de stad zijn gegeven door onder andere Deltares⁵⁾, Fleming⁶⁾ en Wong en Brown⁷⁾, bestaat nog geen eenvoudig systeem om een groot aantal relevante aspecten van 'water in de stad' transparant in beeld te brengen. Daarom is gezocht naar een bruikbaar systeem, resulterend in het voorstel dat we in dit artikel beschrijven. Het is niet bedoeld als blauwdruk, maar als uitnodiging voor een verdere discussie waarmee alle partijen samen vorm kunnen geven aan een eenduidig begrip van duurzaamheid in de waterketen.

Vergelijking methodieken

Tijdens de zoektocht is een aantal methoden vergeleken waarmee 'water in de stad' kan worden beschouwd, zoals de watervoetafdrukbenadering^{8),9)}, stedelijk metabolisme¹⁰⁾, ecosysteemdiensten¹¹⁾ en indicatoren^{12),13)}.

Watervoetafdruk

De watervoetafdruk van Nederland is

het totale volume in kubieke meters per jaar dat nodig is voor de totstandkoming van diensten en producten die geconsumeerd worden in Nederland. Bedrijven en overheden kunnen aan de hand van de watervoetafdruk zien hoeveel water zij daadwerkelijk verbruiken in relatie tot de productie van goederen en diensten.

De watervoetafdruk kan in verschillende eenheden worden berekend: per product, per land, per inwoner of per bedrijf^{8),14)}. De watervoetafdruk van Nederland wordt gevormd door het directe, huishoudelijke gebruik van water en het binnenlandse en buitenlandse waterverbruik bij de productie van goederen en diensten. De watervoetafdruk van een Nederlander bedraagt 2.300 kubieke meter per jaar. Voor een Noord-Amerikaan is dit 2.483 kubieke meter, terwijl de gemiddelde wereldburger 1.243 kubieke meter water gebruikt.

Nederland staat dus in de top van de ranglijst van waterverbruik. Slechts twee procent van dit water stroomt thuis uit de kraan. De rest is indirect waterverbruik, waarvan 67 procent gerelateerd is aan de consumptie van agrarische producten en 31 procent aan industriële producten. De waterschaarste in Nederland is gering, maar we zijn wel sterk afhankelijk van indirecte waterimport uit andere Europese landen en Latijns-Amerika¹⁴⁾.

Stedelijk metabolisme

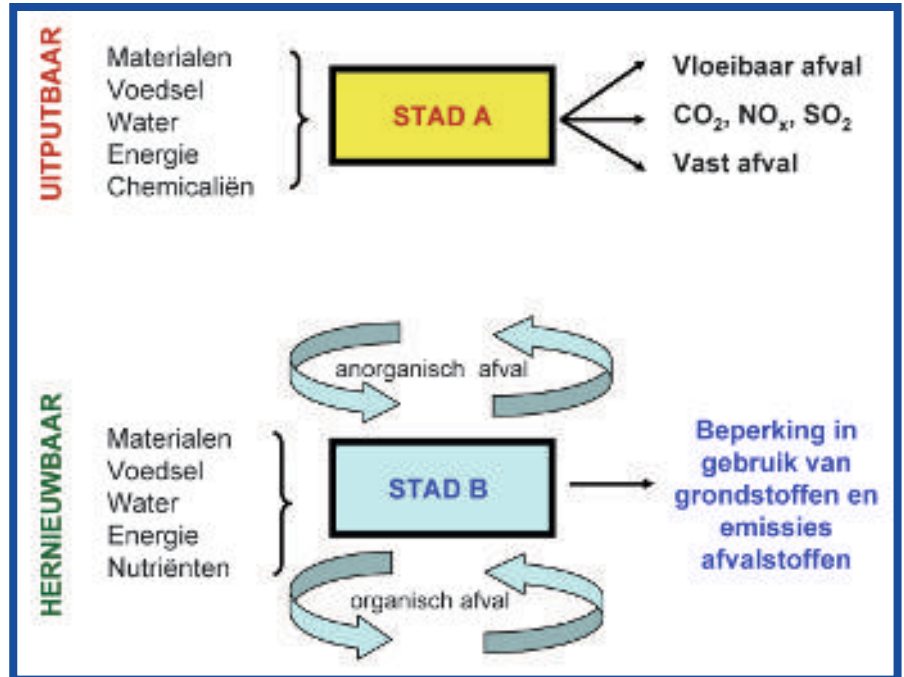
Steden consumeren water, voedsel, energie, land en grondstoffen. Deze consumptie voedt de activiteiten in het stedelijk systeem. Maar steden leveren ook diensten en producten. Omdat niet alles wat het stedelijk systeem ingaat, ook volledig wordt benut, ontstaan vaste, vloeibare en gasvormige afvalstoffen (zie afbeelding 1). De uitdaging bestaat uit het beperken van het grondstofgebruik en benutten van afvalstoffen voor de productie van water, energie en grondstoffen, bijvoorbeeld als nutriënten⁹⁾.

Ecosysteemdiensten

Een ecosysteemdienst^{11,11)} is een dienst die een ecosysteem aan mensen levert. Het kan gaan om het verstrekken van een product (bijvoorbeeld drinkwater), een regulerende dienst (bijvoorbeeld bestuiving van gewassen), een culturele dienst (bijvoorbeeld recreatie) of een dienst die de voorgaande diensten ondersteunt (bijvoorbeeld de nutriëntenkringloop van een ecosysteem). Water speelt een centrale rol in veel van deze ecosysteemdiensten (zie afbeelding 2). De keuze voor welke ecosysteemdiensten water wordt ingezet, heeft consequenties voor andere ecosysteemdiensten. Deze benadering kan afwegingen en gevolgen expliciet zichtbaar maken.

Indicatoren

De indicatorenbenadering¹⁵⁾ leent zich voor vele invalshoeken en is het breedst. Watervoetafdrukken vormen immers een onderdeel van het stedelijk metabolisme. Dat kan op zijn beurt worden beschouwd als een benadering die onderdeel is van ecosysteemdiensten. Deze diensten kunnen worden geïmplementeerd in een bredere set indicatoren voor het beschrijven van de duurzaamheid van de waterketen. Zo is ook rekening gehouden met de ambitie van de bestuurlijke plannen en activiteiten, onder andere op het gebied van de klimaatbesten-



Afb. 1: Lineair (stad a) en circulair (stad b) stedelijk metabolisme⁹⁾.

digheid van steden¹⁵⁾ in hun sociaal-economische en bestuurlijke context^{5),13)}. Bovendien bieden indicatoren in principe het voordeel dat ze relatief eenvoudig kunnen worden benoemd, berekend, gepresenteerd en geïnterpreteerd. Dit vergemakkelijkt de communicatie met burgers, bedrijven en bestuurders. De sociale geëngageerdheid van mensen, uitgedrukt in de vrijwillige participatie-index, blijkt van cruciaal belang om veranderingen in steden te bewerkstelligen, zo bleek uit een studie van Siemens¹³⁾.

Naar schatting driekwart van de technologische veranderingen die in Londen nodig zijn om de CO₂-doelstellingen te bereiken, komt tot stand door beslissingen van de inwoners en bedrijven, niet door beslissingen van overheden.

Duurzaamheid van de waterketen

Uiteindelijk is gekozen voor de indicatorenbenadering. Een literatuurstudie liet zien dat geen van de bestaande indicatorenkaders de waterketen in al haar aspecten en met voldoende diepgang representeert. Veel indicatorenkaders zijn bedoeld voor het toekennen van scores aan landen, zoals de 'Sustainable Society Index' die nu al voor 151 landen is berekend¹⁶⁾. Indicatoren voor duurzame steden gaven ook veelal geen breed omvattend beeld voor de waterketen. Soms waren de simplificaties erg groot, waarschijnlijk omdat door de beperkte beschikbaarheid van gegevens meer adequate parameters niet konden worden gescoord. Op basis van de literatuur en gesprekken met betrokkenen in het veld is een voorstel gemaakt¹⁵⁾ voor een set van indicatoren voor de duurzaamheid van de waterketen, weergegeven in tabel 1.

Praktijktest: Rotterdam

Om een dergelijk indicatorenraamwerk in de praktijk te testen, is een voorbeeldberekening gemaakt voor Rotterdam. Deze stad is in een latere editie van de Siemensstudie meegenomen, zodat al een deel van de gegevens beschikbaar was.

Daarbij zijn de volgende voorwaarden gesteld aan het indicatorenkader voor de waterketen in de bebouwde omgeving:

- De waterketen in stedelijke gebieden moet niet alleen kunnen worden 'gescoord' voor Nederland, maar ook voor andere Europese landen;
- De waterketen moet beschreven worden aan de hand van 24 indicatoren, verdeeld over waterzekerheid, waterkwaliteit, drinkwater, zuivering, infrastructuur, klimaatrobuustheid bebouwde omgeving, biodiversiteit inclusief aantrekkelijkheid van de woonomgeving en bestuurlijke aspecten;
- De berekeningen moeten relatief eenvoudig zijn;

Afb. 2: Water staat centraal bij het leveren van tal van ecosysteemdiensten.



- De beschikbare gegevens voor de berekeningen moeten relatief eenvoudig kunnen worden verkregen en van voldoende kwaliteit zijn.
- De resultaten moeten eenvoudig kunnen worden geïnterpreteerd en gecommuniceerd.

De resultaten van deze exercitie zijn te zien in afbeelding 3. Omdat het niet zinvol is om Rotterdam te 'scoren' op het gebied van waterschaarste, is gebruik gemaakt van het werk van Hoekstra⁸⁾ voor de watervoetafdruk en verwante parameters van Nederland (parameters 1-3 in tabel) als indicatie. Nederland vormt een goede indicatie voor een stad als Rotterdam, maar voor grote landen met grote verschillen in bijvoorbeeld bodemgesteldheid, hydrologie en klimaat is onvermijdelijk meer verfijning nodig.

Om de resultaten in één oogopslag te kunnen interpreteren en te communiceren zonder diep in te gaan op de achtergronden van de methodologie, is het scoresysteem aangepast zodat de indicatoren kunnen worden weergegeven op een schaal van 0 tot 10. Hierbij staat 0 voor een 'slechte' prestatie die om extra aandacht vraagt en 10 voor een goede prestatie, waarvoor geen extra aandacht noodzakelijk is. Dit vroeg in een aantal gevallen om aanpassingen ten opzichte van de oorspronkelijke gegevens. Zo is de totale watervoetafdruk van Nederland (2.300 kubieke meter per jaar per hoofd van de bevolking) in eerste instantie gescoord als percentage van de maximale voetafdruk (die van de VS, 2.483 kubieke meter per jaar per hoofd van de bevolking). Dit is 93 procent, oftewel 9,3 op een schaal van 0 tot 10. Om deze score om te zetten in een score die 'aandacht' representeert, is die getransformeerd tot $10 - 9,3 = 0,7$. Nederland heeft dus een zeer grote watervoetafdruk. Dit aandachtspunt komt nu ook goed tot uitdrukking in een zeer lage score. Eenzelfde benadering werd toegepast voor de waterschaarste en de zelfvoorziening ten aanzien van water. De Nederlandse importafhankelijkheid van water is groot en bedraagt 82 procent.

Rotterdam voert momenteel een eigen 'Programma Duurzaam' uit. Daarbij wordt veel tijd en energie gestoken in de verduurzaming en klimaatbestendigheid van de stad en haar watersysteem. In het kader van dit programma probeert de stad in aanmerking te komen voor de 'European Green Capital Award 2014', in overleg met burgers, bedrijven en andere belanghebbenden. Rotterdam scoort hoog op het vlak van onder andere klimaatrobustheid, waterveiligheid, drinkwaterverbruik en drinkwaterkwaliteit (zie afbeelding 3).

Toch zijn er nog enkele aandachtspunten:

- de hoge watervoetafdruk (score = 0,7);
- de importafhankelijkheid van water (score 1,8; 82 procent komt uit het buitenland);
- de kwaliteit van het oppervlaktewater (score 5);
- de kwaliteit van het zuiverings-slib (bevat veel te veel zware metalen, zodat het niet mag worden gebruikt in de landbouw; score 0);



Afb. 3: De duurzaamheid van de waterketen van Rotterdam aan de hand van 24 indicatoren. De scores lopen van 0 (middenpunt van de cirkel) tot 10 (omtrek). Scores van 5 en lager vergen aandacht¹⁵⁾.

- het genereren van energie uit afvalwater (score 5);
- het genereren van nutriënten uit afvalwater (score 0);
- de biodiversiteit (score 3).

Verder onderzoek

De informatie over de kwaliteit van het grondwater scoort voorlopig een 6, maar hier noopt een gebrek aan informatie tot verder onderzoek. De biodiversiteit is een expert-opiniescore en daarop kan worden afgedongen. Rotterdam is op zich een groene stad en de biodiversiteit wordt ook deels bepaald door de omgeving van de stad. Meer kwantitatief zou kunnen worden gekeken naar de ecologische kwaliteit van de oppervlaktewateren of zou bijvoorbeeld kunnen worden aangesloten bij de systematiek van de Kaderrichtlijn Water. Deze verfijning is in het kader van deze exercitie nog niet uitgevoerd.

Quick scan

Diverse 'aandachtspunten' zijn gesignaleerd, maar dat betekent niet automatisch dat Rotterdam daar ook werkelijk iets aan kan doen. Dit geldt bijvoorbeeld voor de watervoetafdruk, de importafhankelijkheid van water, maar ook in grote mate voor de oppervlaktewaterkwaliteit. Dit zijn ook aspecten die zich eerder op nationale, respectievelijk internationale niveaus laten sturen. Bij de beoordeling van de kwaliteit van het zuiverings-slib dringt zich de vraag op of dit een goede indicator is en of het niet beter zou zijn te kijken naar de wijze van verwerking of naar de rendementen van de zuivering en de kwaliteit van het effluent.

Er is dus nog het nodige te bespreken, maar de gepresenteerde benadering toont aan dat een quick scan van de waterketen in stedelijke gebieden mogelijk is en dat steden daarbij niet los gezien kunnen worden van hun omgeving. Op basis van de quick scan en de daaruit resulterende aandachtspunten kunnen desgewenst gerichte vervolgacties worden genomen. Het voordeel van deze benadering is dat de ambiguïteit van de duurzame waterketen wordt verduide-

lijkt tot 24 concrete indicatoren, waarmee waterketens kunnen worden vergeleken. De discussie over en het werken aan een duurzame stedelijke waterketen wint zo aan duidelijkheid.

Hoe nu verder?

- De benadering zal aan kracht winnen door belanghebbenden te betrekken in de verdere discussie over indicatoren voor een duurzame stedelijke waterketen;
- Op basis van hun commentaren kunnen de indicatoren worden aangepast aan de specifieke wensen op verschillende schaalniveaus;
- Het is noodzakelijk om deze indicatoren toe te passen in de praktijk, op steden in binnen- en buitenland;
- Impact krijgt de benadering pas als de score wordt gebruikt om de succesverhalen van steden op de diverse aspecten van de duurzame waterketen te communiceren en beschikbaar te stellen aan anderen. Zo kan de score een stimulans vormen voor andere steden;
- De betrokkenheid van alle actoren in de keten is essentieel, vooral omdat veelal burgers en bedrijven de drijvende kracht zijn achter veranderingen in stedelijke gebieden, en niet primair de overheden¹³⁾. Daarom moet de communicatie zo eenvoudig en transparant zijn als het drinkwater;
- Gelet op de enorme (bestuurlijke) complexiteit van steden^{6),7),17)} en de vele uitdagingen ten aanzien van de waterketen¹⁸⁾ is mogelijk een aanpak te prefereren die neerkomt op wat het hoofd van de afdeling Biologie van het RIZA, Jan Koolen, 30 jaar geleden al zei: "Je kunt de natuur niet dwingen, wel lokken."

LITERATUUR

- 1) United Nations (2007). United Nations Environment Programme. Fourth global environment outlook: environment for development.
- 2) Van Leeuwen C. (1993). Over ecotoxicologische grenzen. Oratie Universiteit Utrecht. H₂O nr. 26, pag. 282-292.

Indicatoren voor de duurzaamheid van de stedelijke waterketen.

indicator	beschrijving
<i>waterzekerheid</i>	
totale watervoetafdruk	totaal volume in kubieke meters per jaar, nodig voor de totstandkoming van diensten en producten die geconsumeerd worden in een stad, regio of land ⁸⁾
waterschaarste	ratio van de totale watervoetafdruk en de totale hoeveelheid beschikbaar water ⁸⁾
zelfvoorziening	ratio van de interne en totale watervoetafdruk. De zelfvoorziening is 100 procent als al het benodigde water dat beschikbaar is onttrokken wordt binnen de eigen grenzen ⁸⁾
<i>waterkwaliteit</i>	
oppervlaktewaterkwaliteit	beoordeling van de kwaliteit bij voorkeur gebaseerd op internationale standaarden voor microbiële en chemische waterkwaliteit
grondwaterkwaliteit	beoordeling van de kwaliteit, bij voorkeur gebaseerd op internationale standaarden voor microbiële en chemische waterkwaliteit
<i>drinkwater</i>	
voldoende drinkwater	percentage van de bevolking met een adequate drinkwatervoorziening
lekverliezen	percentage van het water dat verloren gaat door lekkages in het waterdistributiesysteem
waterefficiëntie	beoordeling van de plannen voor waterbesparing, hun begrijpelijkheid en hun uitvoering
consumptie	waterverbruik per hoofd van de bevolking
kwaliteit	percentage van het drinkwater dat voldoet aan de WHO-drinkwaterrichtlijnen
<i>zuivering</i>	
veiligheid afvalwaterbehandeling	percentage van de bevolking dat via het riool is aangesloten op een zuiveringsinstallatie
kwaliteit zuiveringslib	percentage van het zuiveringslib dat veilig gebruikt kan worden in de landbouw gebaseerd op (an)organische contaminanten
energie-efficiëntie	beoordeling van de doeltreffendheid van maatregelen voor het verbeteren van de efficiëntie van afvalwaterbehandeling
energiewinning uit afvalwater	percentage van het afvalwater dat ingezet wordt voor benutting van energie
nutriëntenwinning uit afvalwater	percentage van het afvalwater dat behandeld wordt voor benutting van grondstoffen
<i>infrastructuur</i>	
onderhoud	percentage van het netwerk dat jonger is dan 40 jaar
materiaalconsumptie	maat voor de besparingen op bouwmaterialen, grondstoffen en financiële middelen
<i>klimaatrobustheid</i>	
ambities van de lokale autoriteiten	beoordeling van de ambitie en begrijpelijkheid van plannen op het gebied van klimaatadaptatie en hun uitvoering
veiligheid	beoordeling van maatregelen ten aanzien van de bescherming tegen overstromingen en waterschaarste ¹⁷⁾
klimaatrobuste gebouwen	beoordeling van energiebesparingen voor verwarming en koeling inclusief geothermische energie ¹⁷⁾
<i>biodiversiteit en aantrekkelijkheid</i>	
biodiversiteit	oppervlakte aan natuurgebieden die actief worden beheerd (als percentage van de totale oppervlakte van de stad)
attractiviteit	water dat de kwaliteit van leven in de stad ondersteunt op grond van metingen van het sentiment in de stad
<i>bestuur</i>	
bestuur	maat voor de lokale en regionale bestuursambities op basis van een beoordeling van de actieplannen en de uitvoering daarvan
publieke participatie	deel van de bevolking dat bereid is vrijwillig deel te nemen aan activiteiten, zonder betaling

- 3) Van Leeuwen C. (2008). The China Environment Yearbook 2005. Book review. Environ. Sci. Pollut. Res. nr. 15, pag. 354-356.
- 4) United Nations (2008). World Urbanization Prospects: The 2007 Revision Population Database.
- 5) Deltares (2009). Land and water management in the urban environment.
- 6) Fleming N. (2008). Understanding 'what's really going on' as a basis for transforming thinking, action and our cities. Paper presented at Enviro 08 Australasia's Environmental & Sustainability Conference & Exhibition, Melbourne.
- 7) Wong T. en R. Brown (2009). The water sensitive city: principles for practice. Water Sci. Technol. nr. 60, pag. 673-682.
- 8) Hoekstra A., A. Chapagain, M. Aldaya en M. Mekonnen (2009). The Water Footprint Manual. Setting the global standard. Water Footprint Network, Enschede.
- 9) Notovny V. (2010). Footprint tools for cities of the future: moving towards sustainable urban water use. Water nr. 8, pag. 14-16.
- 10) Barles S. (2010) Society, energy and materials: The contribution of urban metabolism studies to sustainable urban development issues. Environ. Plan. Manag. nr. 53, pag. 439-455.
- 11) Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and human well-being: synthesis. Island Press, Washington.
- 12) Van de Kerk G. en A. Manuel (2008). A comprehensive index for a sustainable society: The Sustainable Society Index. Ecol. Econ. nr. 66, pag. 228-242.
- 13) European Green City Index (2009). Assessing the environmental impact of Europe's major cities. A research project conducted by the Economist Intelligence Unit. Siemens München.
- 14) Wereld Natuur Fonds (2010). Water een kostbare zaak. De Nederlandse watervoetafdruk nader bekeken.
- 15) Van Leeuwen C., J. Frijns, A. van Wezel en F. van de Ven (2011). Indicators for the sustainable urban water cycle. KWR Watercycle Research Institute. BTO-rapport 2011.027(s).
- 16) www.ssfindex.com/results-2010/ranking-all-countries
- 17) Charlesworth S. (2010). A review of the adaptation and mitigation of global climate change using sustainable drainage in cities. J. Water Climate. Change nr. 1, pag. 165-180.
- 18) Verbindend Water (2009). Langetermijnvisie waterketen. Een visie voor en door Rijk, provincies, waterschappen, gemeenten en drinkwaterbedrijven. Vewin, Unie van Waterschappen, IPO, VNG en de ministeries van VROM en Verkeer en Waterstaat.