

Duurzaamheidsanalyse stedelijke waterketen in 45 steden

City Blueprints

Klimaatverandering en verstedelijking zijn wereldwijd bepalend voor de waterbeschikbaarheid, economische ontwikkeling en gezondheid. Aangezien veel steden kampen met droogte of overstromingen is het noodzakelijk om het stedelijk waterbeheer ingrijpend te verbeteren. De City Blueprint bestaat uit 24 indicatoren waarmee het stedelijk waterbeheer van 45 steden en regio's in 27 landen is beoordeeld. De Blue City Index (BCI) is het gemiddelde van deze 24 indicatoren en correleert significant met het bruto nationaal product, bestuurlijke ambities, governance-indicatoren van de Wereldbank en met publieke participatie. De resultaten laten zien dat integrale langetermijnplanning en kennisuitwisseling cruciaal zijn voor duurzame oplossingen.

Stef (S.H.A.) Koop, MSc, KWR, Luuk van Loosdrecht,
Universiteit van Amsterdam,
prof. (C.J.) Kees van Leeuwen, KWR

Waterbeheer is belangrijk voor ons welzijn. Het heeft belangrijke economische, ecologische en sociale raakvlakken. Klimaatverandering, verslechterende waterkwaliteit en de sterk toenemende watervraag bedreigen de waterveiligheid en -zekerheid wereldwijd en daarmee ook de voedselvoorziening en industriële productie. Vandaar dat water-vraagstukken, vooral in steden, steeds hoger op de agenda staan. Volgens de Verenigde Naties zal de stedelijke bevolking toenemen van 3,9 miljard in 2014 tot 6,3 miljard in 2050. Dit betekent dat dagelijks 200.000 mensen naar de stad migreren. Dit terwijl juist steden kwetsbaar zijn voor de gevolgen van klimaatverandering, zoals extreme neerslag, hittegolven en waterschaarste. Het uitstellen van stedelijke klimaatadaptatie zal daarom op lange termijn veel kostbaarder zijn en meer risico's voor de bevolking en economie met zich meebrengen [1]. De water- en klimaat-

uitdagingen vragen om een vroegtijdige en actieve rol van burgers en de particuliere sector in de lokale besluitvorming [2]. Essentieel voor de toepassing van kosteneffectieve oplossingen [3] is een langetermijnstrategie waarbij samenwerking en uitwisseling van kennis en ervaringen binnen maar ook tussen steden centraal staat.

Ons werk is uitgevoerd in het kader van het 'European Innovation Partnership on Water' (EIP Water) dat als doel heeft de toepassing van duurzame innovatieve oplossingen in de watersector te bevorderen. De City Blueprint actie wil de transitie naar duurzame steden bevorderen door een netwerk van steden te creëren, waarbij actieve kennisuitwisseling centraal staat. Gedetailleerde City Blueprints zijn gepubliceerd voor Rotterdam [4], Dar es Salaam [5], Istanboel [6], Ho Chi Minhstad [7], Hamburg [8], Amsterdam [9] en Melbourne. Dit artikel is een samenvatting van de City

Blueprint-analyses van 45 gemeenten en regio's, verdeeld over 27 landen.

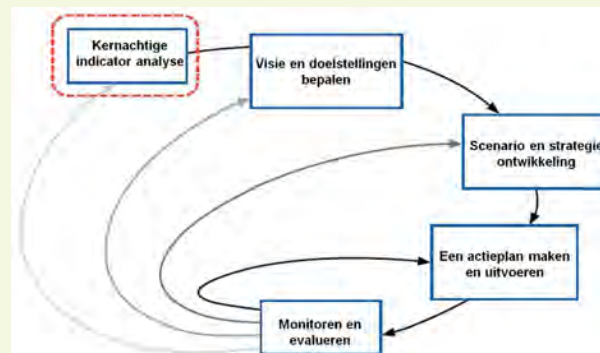
METHODOLOGIE

De City Blueprint is een quickscan van de duurzaamheid van de stedelijke waterketen met 24 indicatoren, verdeeld over 8 categorieën (tabel 1). De indicatoren worden beoordeeld op een schaal van 0 tot 10. Het gemiddelde van deze 24 indicatoren is de Blue City Index (BCI). Zo geeft één getal een indruk van de duurzaamheid in de stedelijke waterketen.

De data worden voornamelijk geleverd door de steden zelf, middels het invullen van een te downloaden [2] vragenlijst. Deze bevat een gedetailleerde beschrijving van elke indicator. De data en bijbehorende bronnen die door de steden zijn ingevoerd, worden nauwkeurig gecontroleerd. Dankzij opbouwende kritiek van verschillende steden is de methode geleidelijk verbeterd. Onlangs is de methode herzien op

Doel	Kernachtige analyse van de duurzaamheid in de stedelijke waterketen
Indicatoren	24 indicatoren zijn verdeeld over 8 categorieën: 1. Waterzekerheid 2. Waterkwaliteit 3. Drinkwater 4. Afvalwaterzuivering 5. Infrastructuur 6. Klimaatrobuustheid 7. Biodiversiteit en aantrekkelijkheid 8. Bestuur
Data	Vrij toegankelijke databronnen of informatie geleverd door steden, waterschappen, drinkwaterbedrijven en afvalwaterbeheerders middels het invullen van een vragenlijst
Scores	0 (serius probleem) tot 10 punten (geen probleem)
BCI	Blue City Index® is het gemiddelde van de 24 indicatoren en de BCI-score varieert van 0 tot 10
Betrokken partijen	Waterbedrijven, waterschappen, stadsbestuur, bedrijven, non-gouvernementele organisaties (NGO's)
Proces	Interactief proces waarbij alle relevante partijen vroegtijdig worden betrokken

-Tabel 1- Samenvatting van de City Blueprintmethode



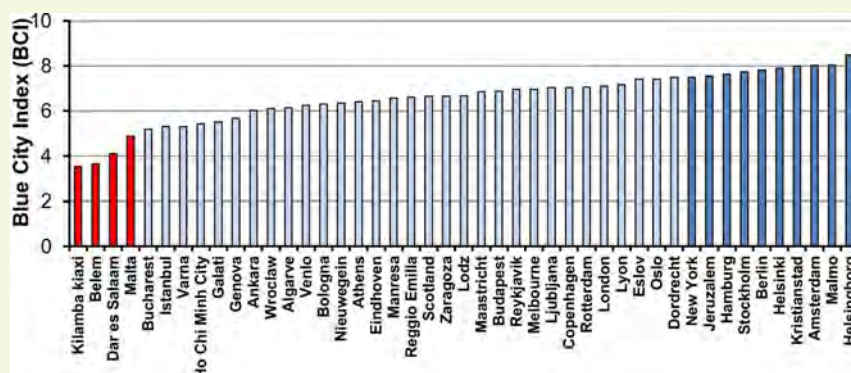
-Figuur 1- De rol die de City Blueprint (rode kader) speelt in het ondersteunen van integrale langetermijnplanning en uitvoering [3]

verzoek van de Europese Commissie met als doel om ook afval mee te wegen. De herziene versie maakt ook een duidelijker onderscheid tussen enerzijds indicatoren die enkel de prestaties meten, en anderzijds indicatoren die de sociale, financiële en ecologische trends beschrijven die lokale autoriteiten nauwelijks kunnen beïnvloeden [10].

De City Blueprint is een nulmeting, een eerste stap richting water- en klimaatrobuste steden (figuur 1). Het is een instrument om:

- bewustzijn van stedelijke watervraagstukken te creëren en kennisuitwisseling tussen steden te stimuleren;
- de juiste strategieën toe te passen op het gebied van watervoorziening, afvalverwerking, afvalwaterzuivering en klimaatadaptatie;
- verschillende alternatieven te ontwikkelen door middel van uiteenlopende scenario's.

De City Blueprint is de start van een stappenplan dat kosten-batenanalyses onder verschillende scenario's bevat en dat anticipeert op bestuurlijke ontwikkelingen. Hiermee kunnen oplossingen worden aangedragen, die de ontwikkeling en uitvoering van robuuste langetermijnplanning ondersteunen [2,11]. De City Blueprint is vooral bestemd voor beleidsmakers, waterbeheerders en (lokale)



-Figuur 2- Overzicht van alle beoordeelde steden. De rood gemarkeerde steden hebben een Blue City Index (BCI) lager dan 5,0. De blauwe steden hebben een BCI hoger dan 7,5.

bestuurders. Daarom is gekozen voor een toegankelijke, integrale en transparante benadering die ook niet-experts goed informeert [4].

RESULTATEN

De BCI-scores van 45 steden en regio's variëren tussen de 3,5 en 8,5. Goed presterende steden (met een score boven 7,5) zijn Helsingborg, Malmö, Amsterdam [9], Kristianstad, Helsinki, Berlijn, Stockholm, Hamburg [8], Jeruzalem, New York en Dordrecht. Steden en regio's met een BCI-score lager dan 5,0 zijn Kilamba

Kiaki, Belém, Dar es Salaam en Malta (figuur 2). Figuur 3 laat in één oogopslag de scores van alle 24 indicatoren voor Malta en Helsingborg zien.

De BCI is significant gecorreleerd met de indices in tabel 2 (volgende pagina). De correlatie met de Notre Dame Global Adaptation indices is hoog (klimaatbestendigheid in tabel 2). Deze indices meten de kwetsbaarheid en de adaptieve capaciteit van landen met betrekking tot klimaatverandering [12]. De klimaatadaptieve capaciteit richt zich



-Figuur 3- De City Blueprints van Malta en Helsingborg. De beoordeling varieert van 0 (midden in de cirkel) tot 10 (rand van de cirkel). De Blue City Index (BCI) van Malta en Helsingborg zijn respectievelijk 4,9 en 8,5. Een gedetailleerde beschrijving van de indicatoren is beschikbaar op de EIP Water-website [2]

op de onderdelen van de economie, politiek en maatschappij die beslissend zijn voor de snelheid en effectiviteit van klimaatadaptief beleid. Daarnaast zijn ook significante correlaties gemeten met het bruto nationaal product (BNP), de governance indices van de Wereldbank, publieke participatie en de bestuurlijke ambities van het stedelijk waterbeheer. Hoewel deze correlaties geen directe causale verbanden impliceren, kan wel geconcludeerd worden dat steden met een hoge BCI gekenmerkt worden door een:

- effectieve overheid;
- hoge publieke participatie;
- grote ambitie op het gebied van stedelijk waterbeheer;
- sterk aanpassingsvermogen met betrekking tot klimaatverandering;
- hoog BNP.

Deze resultaten duiden erop dat wateruitdagingen opgelost kunnen worden wanneer lokale overheden ambitieus zijn en burgers actief betrokken worden. Een effectieve overheid heeft voldoende financiële middelen nodig (Indicator BNP) vanwege de hoge investerings- en onderhoudskosten van de waterinfrastructuur. Daarnaast is de effectiviteit en kwaliteit van de wet- en regelgeving en de uitvoering daarvan belangrijk voor het oplossen van stedelijke water- en klimaatvraagstukken (tabel 2). Ondanks het beperkte aantal onderzochte steden buiten Europa, blijkt duidelijk dat de situatie van veel steden in ontwikkelingslanden kritiek is. Het is hier urgent om het stedelijk waterbeheer te verbeteren, terwijl de maatschappelijke, ecologische en economische druk hoog is en verder zal toenemen door de effecten van klimaatverandering en urbanisatie. Ons werk laat ook zien dat kennisuitwisseling tussen steden cruciale kostenreducties kan opleveren, hetgeen vooral van belang is voor steden in ontwikkelingslanden met geringe financiële slagkracht. Zij kunnen gebruik maken van bestaande kennis.

■ DISCUSSIE

Methodologische aspecten

De grootste beperking bij het beoordelen van stedelijk waterbeheer is het tekort aan lokale informatie. Daarom zijn 7 van de 24 indicatoren op nationaal niveau gemeten: watervoetafdruk, waterschaarste, de waterzelfvoorzieningsgraad, oppervlaktewaterkwaliteit, biodiversiteit en publieke participatie. Meestal geven nationale data een te optimistisch beeld van de werkelijkheid, omdat steden door hun economische activiteit een grote bron van vervuiling zijn. De City Blueprint is slechts een quickscan, een globaal integraal overzicht van de duurzaamheid van het stedelijk waterbeheer. Het is daarom belangrijk dat

	Pearson-correlatie met BCI
Klimaatadaptieve capaciteit[12]	0,89
Klimaatbestendigheid[12]	0,87
Kwetsbaarheid voor klimaatverandering[12]	-0,68
Bestuurlijke effectiviteit Wereldbank [13]	0,83
Regels en wetgeving Wereldbank[13]	0,82
Kwaliteit van regelgeving Wereldbank[13]	0,80
Bruto Nationaal Product [14]	0,73
Bestuurlijke plannen (City Blueprint indicator 23)	0,66
Publieke participatie [15]	0,56

-Tabel 2- Correlaties met verscheidene indices

de City Blueprint wordt uitgebreid naar een stappenplan waarin integrale langetermijnplanning wordt bevorderd door het aandragen van bestuurlijke oplossingen en kosteneffectieve maatregelen.

Het integreren van water in de langetermijnplanning van steden

De City Blueprint laat in één oogopslag de belangrijkste verbeterpunten zien om de transitie naar duurzame steden te starten of te optimaliseren. Er kunnen grote winsten behaald worden als verschillende langetermijnstrategieën op elkaar worden afgestemd. Een voorbeeld hiervan is het Europese Smart City-programma, waarin recentelijk enkel gefocust werd op ICT, energie en transport. Het kan daardoor maar zeer beperkt win-win-oplossingen creëren. Als water- en klimaatadaptatie en ook afval onderdeel worden van het programma, kan een sterke besparing worden gerealiseerd in de verduurzaming van steden. Daarom is water, als essentiële component in het ontwikkelen van stedelijke langetermijnstrategieën, centraal gesteld in de City Blueprint [4].

Stedelijke watervoorziening

Zoetwatervoorraden slinken door toenemende huishoudelijke waterconsumptie, landbouw en industriële ontwikkeling. Efficiënt watergebruik wordt daarom steeds belangrijker, vooral in steden waar de watervraag en waterverliezen veelal omvangrijk zijn. Het gemiddelde lekverlies in de 45 onderzochte gemeenten en regio's varieert van 2% in Berlijn tot 60% in Varna en bedraagt gemiddeld 21%. Het veiligstellen van de stedelijke watervoorziening is een grote uitdaging. Zelfs een stad als Oslo, in een land met grote watervoorraden, krijgt hierdoor de grote urbanisatie zeer waarschijnlijk mee te maken. Voor steden wordt het steeds belangrijker om lekverliezen te verminderen, waterefficiënte technieken toe te passen en waar mogelijk het gebruik van drinkwater te vervangen door 'grijs water' (afvalwater van bijvoorbeeld wasmachines en douches) en hemelwater. Daarnaast kunnen landbouw en industrie helpen het watergebruik sterk te verminderen.

Klimaatverandering en droogte

Klimaatverandering leidt tot het vaker voorkomen van extreem weer, zoals lange perioden van droogte, orkanen en extreme neerslag. De recente 'Millennium Drought' in Australië is hiervan een voorbeeld. In onze beoordeling van Melbourne is gebleken dat sterk geïnvesteerd wordt in klimaatadaptieve en multifunctionele infrastructuur vanwege een breed gedragen bewustzijn en gevoel van urgentie. Deze actieve betrokkenheid en samenwerking van burgers, lokale overheden en bedrijven heeft in Australië tot aanzienlijke vooruitgang geleid in het stedelijk waterbeheer. Zo zijn regenwater- en rioolwaterstelsels veelal gescheiden en wordt regenwater opgevangen en benut. Een voorbeeld is Queensland, waar het (her)gebruik van grijs water en hemelwater het drinkwatergebruik van 130.000 inwoners met 80% heeft verminderd [16]. Deze toepassingen van waterberging, infiltratiesloten en vegetatie verminderen de overstromingskansen, houden het water vast en zuiveren het. Mediterraan en Centraal- en Oost-Europese steden hebben veel baat bij deze technieken, omdat het grondwater veelal uitgeput raakt en klimaatverandering zal leiden tot toenemende droogte. Momenteel zijn 2,5 miljard mensen geheel afhankelijk van grondwater terwijl 20% van alle grondwaterlagen ter wereld sterk uitgeput is. De effecten van klimaatverandering en bevolkingsgroei zullen dit nog verergeren. Vooral steden in ontwikkelingslanden lopen een groot risico [1].

Klimaatverandering en overstromingen

In Europa zijn overstromingen de meest voorkomende natuurrampen. Naar schatting hebben die jaarlijks 4,9 miljard euro gekost in de periode 2000-2012. In 2050 worden deze kosten geschat op 23,5 miljard euro en neemt de frequentie van grote overstromingen toe van eens per 16 jaar naar eens in de 10 jaar [17]. Kopenhagen is een bekend voorbeeld. Hier was de schade bijna 1 miljard euro als gevolg van een korte regenbui [18]. Orkaan Sandy veroorzaakte 177 doden en een schade van 19 miljard dollar in New York [19]. De kosten en sociale gevolgen van overstromingen zijn moeilijk in te

schatten, maar worden vaak sterk onderschat.

Gescheiden rioleringsstelsels

Het scheiden en vasthouden van regenwater zijn essentiële adaptatiemaatregelen tegen overstromingen. In de 45 beoordeelde steden wordt gemiddeld minder dan 50% van het regenwater gescheiden. Opmerkelijk is dat Kopenhagen en bijna alle Nederlandse steden hoge BCI-scores hebben, terwijl de scheiding van regenwater minimaal is (minder dan 12%). Dit leidt tot riooloverstorten tijdens regenbuien met repercussies voor de oppervlaktewaterkwaliteit, iets wat vaker zal voorkomen door extreme neerslag [17]). Steden als New York, Amsterdam, Kopenhagen en Rotterdam zijn actief bezig de retentiecapaciteit te verhogen door groene zones, infiltratiesloten, waterpleinen en groene daken aan te leggen. Gemeenten moeten deze infrastructurele langetermijninvesteringen zorgvuldig plannen en achterstallig onderhoud vermijden.

De kosten van stedelijke waterinfrastructuur

Toenemende waterschaarste, strengere wettelijke voorschriften en economische onzekerheden vormen een uitdaging voor het onderhoud en de vernieuwing van de verouderde watersystemen. De kosten voor het onderhouden en waar nodig uitbreiden van de mondiale stedelijke waterinfrastructuur zijn hoger dan alle overige infrastructuurkosten – van energie, wegen, sporen, luchtverkeer en havens – tezamen en worden geschat op 22,6 biljoen dollar ($22,6 \times 10^{12}$) gedurende de periode 2005-2030 [20]. De investeringen in waterinfrastructuur die nodig zijn om aan de huidige vraag te voldoen zijn in ontwikkelde landen jaarlijks 0,35 - 1,2% van het BNP. In ontwikkelingslanden ligt dit percentage nog veel hoger (0,71 - 6,30% BNP/jaar) [20]. Momenteel is er een groot investeringstekort terwijl extra investeringen noodzakelijk zijn vanwege sterke verstedelijking en effecten van klimaatverandering. Tot 2025 zullen watergerelateerde infrastructurele investeringen daarom naar schatting met 60% moeten toenemen. Aangezien de afvalwaterinfrastructuur in de 45 onderzochte steden gemiddeld 40 jaar oud is, zijn riooloverstorten – en derhalve slechte waterkwaliteit – voorlopig een blijvend probleem.

CONCLUSIE

Uit deze studie blijkt dat de duurzaamheid en klimaatrobuustheid van steden sterk kan verbeteren door uitwisseling van kennis en ervaringen. Verder kan uit de City Blueprint-analyse van 45 steden het volgende worden geconcludeerd:

1. Steden zijn het meest kwetsbaar voor waterproblemen en effecten van klimaatverandering. Tegelijkertijd vormen zij de sleutel voor duurzame oplossingen. Watertechnologie is niet de beperking. Bestuurlijke uitdagingen en helaas ook incidenten (zoals in Kopenhagen) zijn meestal doorslaggevend bij duurzame oplossingen.
 2. Actieve betrokkenheid van maatschappelijke organisaties, burgers en de lokale overheden zijn belangrijk om de stedelijke water- en klimaatuitdagingen op te lossen.
 3. De water- en klimaatproblematiek is vooral lokaal effectief op te lossen, mits een langetermijnstrategie wordt ontwikkeld met alle belanghebbenden.
 4. Vooral steden in ontwikkelingslanden zijn kwetsbaar.
 5. Wanneer klimaat- en waterproblemen niet adequaat worden aangepakt nemen de schade en kosten sterk toe. Hoe langer politieke leiders wachten met het uitvoeren van klimaatadaptatie en duurzaam waterbeheer, des te groter de kosten en het gevaar voor burgers worden.
 6. Steden hebben een beperkte hoeveelheid tijd om orde op zaken te stellen.
 7. Door actieve kennisuitwisseling tussen steden kunnen tijd en kosten worden bespaard.
- ## REFERENTIES
1. Stern, N. H., 2006. Stern Review: The economics of climate change. Londen: HM treasury.
 2. Europese Commissie, 2015. European Innovation Partnership on Water. Brussels, Belgium. http://www.eip-water.eu/City_Blueprints Gedownload op 12 maart 2015.
 3. Philip, R., Anton, B., en Steen, P. van der, 2011. SWITCH training kit. Integrated urban water management in the city of the future. Module 1. Strategic planning, ICLEI, Freiburg, Duitsland.
 4. Leeuwen, C. J. van, Frijns, J., Wezel, A. van, & Ven, F. H. M. van de, 2012. City Blueprints: 24 indicators to assess the sustainability of the urban water cycle. Water Resources Management, 26, 2177–2197.
 5. Leeuwen, C. J. van, en Chandy, P. C., 2013. The City Blueprint: Experiences with the implementation of 24 indicators to assess the sustainability of the urban water cycle. Water Science and Technology. Water Supply, 13(3), 769–781.
 6. Leeuwen, C. J. van en Sjerps, S., 2015. The challenges of integrated water resources management in Europa's Megacity. Environment, Development and Sustainability. DOI 10.1007/s10668-015-9636-z.
 7. Leeuwen, C.J. van, Dan, N.P., & Dieperink, C., 2015. The challenges of water governance in Ho Chi Minh City. IEAM-2014-123-OA.
 8. Leeuwen, C. J. van en Bertram, N. P., 2013. Baseline assessment and best practices in urban water cycle services in the city of Hamburg. Bluefacts. International Journal of Water Management, 10–16.
 9. Leeuwen, C.J. van en Sjerps, R.M.A., 2015. The City Blueprint of Amsterdam. An assessment of integrated water resources management in the capital of the Netherlands. Water Science and Technology. Water Supply 15.2, 404–410.
 10. Koop, S.H.A. en Leeuwen, C. J. van, 2015. Application of the Improved City Blueprint Framework in 45 municipalities and regions Water Resources Management (accepted)
 11. Leeuwen, C. J. van, 2013. City Blueprints: Baseline assessment of sustainable water management in 11 cities of the future. Water Resources Management, 27, 5191–5206.
 12. ND-GAIN, 2013. Notre Dame Global Adaptation Index. University of Notre Dame Global Adaptation Index. Detailed methodology report.
 13. Wereldbank, 2013. Worldwide governance indicators. <http://info.worldbank.org/governance/wgi/index.aspx#home> Gedownload op 7 september 2015.
 14. IMF, 2013. Internationaal Monetair Fonds. World economic outlook database. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2015/01/weodata/index.aspx> Gedownload op 10 juli 7 september 2015.
 15. EFILWC, 2006. European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. First European Quality of life survey: Participation in civil society, Dublin.
 16. Wong, T. H. F., en Brown, R. R., 2009. The water sensitive city: principles for practice. Water Science and Technology, 60(3), 673.
 17. Jongman, B., Hochrainer-Stigler, H., Feyen, L., Aerts, J.C.J.H., Mechler, R., Botzen, W.J.W., Bouwer, L.M., Pflug, G., Rojas, R. en Ward, P.J., 2014. Increasing stress on disaster-risk finance due to large floods. Nature Climate Change, 4, 264–268.
 18. Leonardsen, L., 2012. Financing adaptation in Copenhagen. http://resilient-cities.iclei.org/fileadmin/sites/resilient-cities/files/Webinar_Series/Webinar_Presentations/Leonardsen_financing_adaptation_in_Copenhagen_ICLEI_sept_2012.pdf Gedownload op 9 maart 2015.
 19. Toro, R., 2013. Hurricane Sandy's impact. <http://www.livescience.com/40774-hurricane-sandy-s-impact-infographic.html> Gedownload op 9 maart 2015.
 20. Cashman, A. en Ashley, R., 2008. Costing the long-term demand for water sector infrastructure. Foresight, 10(3), 9–26.