

Haalbaarheidstudie: regenwater opvangen en benutten op luchthaven Schiphol

Martijn Kuller (Wageningen Universiteit), Nanco Dolman (Royal HaskoningDHV), Marc Spiller (Wageningen Universiteit), Jan Vreeburg (KWR/ Wageningen Universiteit)

Voor een effectieve bescherming van beschikbare (zoet)waterbronnen is het opvangen en benutten van regenwater op regionale schaal noodzakelijk, evenals het vergroten van de regionale zelfvoorzienendheid. Deze studie op het terrein van luchthaven Schiphol laat zien dat regenwateropvang van verschillende oppervlakten haalbaar is, maar dat voor volledige dekking een vrij grote berging noodzakelijk is.

In Nederland is doorgaans voldoende zoetwater beschikbaar. Incidenteel treden in de zomer tijdens langdurig droge perioden watertekorten op, met schade voor de natuur en economie als gevolg. Door de verwachte klimaatverandering kunnen zowel de watervraag als het neerslagtekort in de zomer toenemen. Niet alleen is er een toenemende kans op watertekorten, maar ook zal de verzilting in laag Nederland toenemen. Behalve optimalisatie van de zoetwaterverdeling in het hoofdwatersysteem en de regionale systemen is ook vergroting van de regionale zelfvoorzienendheid noodzakelijk (Nationaal Waterplan, 2009). Dit wordt bevorderd door in natte periodes water te conserveren en te bergen.

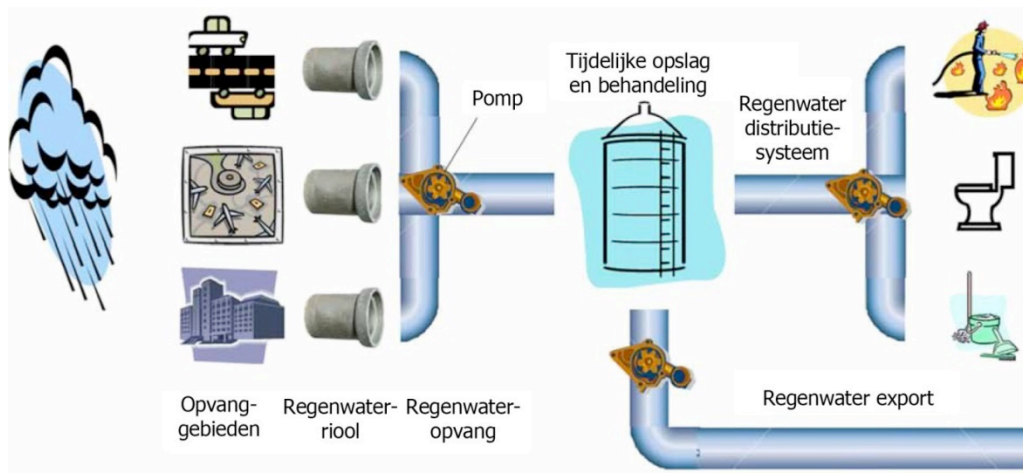
Regenwater kan worden opgevangen en als alternatief voor drinkwater worden ingezet voor onder andere toiletspoeling, reinigingsdoeleinden, irrigatie, koeling en brandbestrijding. Internationaal staat het opvangen en benutten van regenwater bekend als *rainwater harvesting*. Onderzoek naar *rainwater harvesting* richt zich meestal op een of enkele gebouwen, met het dak als opvangvoorziening [1, 2].

Effectieve vergroting van de regionale zelfvoorzienendheid vergt echter de inzet van *rainwater harvesting* op grotere schaal. Onderzoek van Wageningen Universiteit gaat in op de haalbaarheid van het opvangen en benutten van regenwater op de regionale schaal Schiphol Airport [3]. Er is gekozen voor dit gebied als case study omdat op een luchthaven veel soorten van oppervlak aanwezig zijn voor de regenwateropvang, terwijl het waterverbruik grote overeenkomsten vertoont met het waterverbruik van gewone steden en dorpen. In het onderzoek is gekeken naar zowel de kwantitatieve potentie als de economische haalbaarheid van een regionaal *rainwater harvesting* systeem.

Waterbalans

De haalbaarheidsstudie maakt gebruik van een eenvoudige waterbalans die is gemodelleerd met behulp van de numeriek wiskundige software Matlab. Zoals te zien is in het *rainwater harvesting* stroomdiagram (zie afbeelding 1) bestaat de waterbalans uit de componenten:

1. regenwater aanbod/ oogst,
2. niet-drinkbaar-waterbehoefte
3. tijdelijke opslag en behandeling en
4. de toepassing in het gebied of de levering naar toepassingen buiten het gebied (regenwater export).

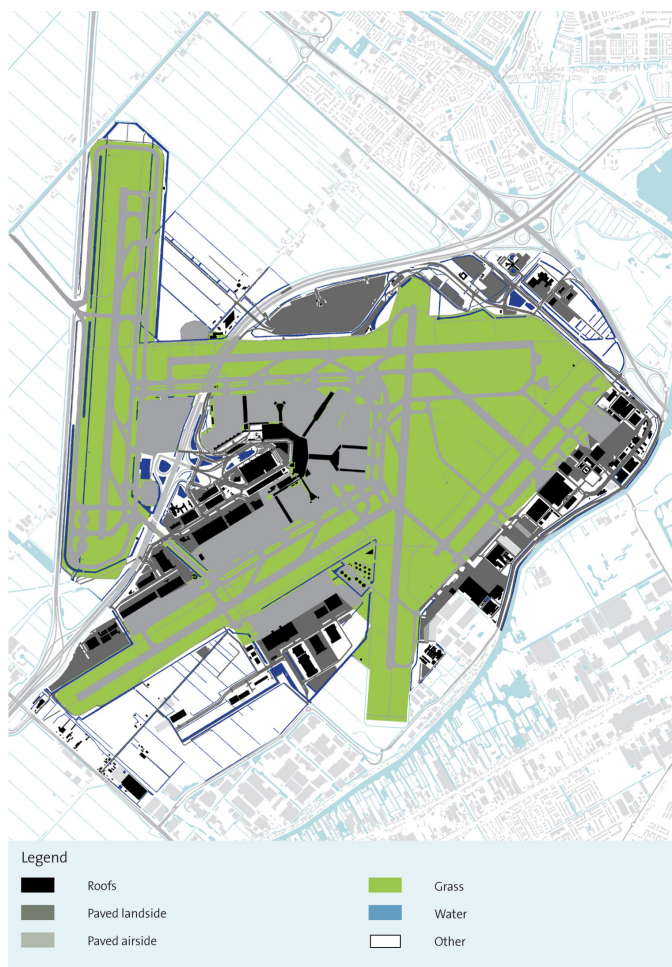


Afbeelding 1 Stroomdiagram 'rainwater harvesting'

De harvest ('oogst')scenario's zijn ontwikkeld voor verschillende verharde oppervlakken of type regenwatercollectoren, waargenomen neerslagpatronen en opslagcapaciteit.

Het regenwateraanbod is gebaseerd op individuele regengebeurtenissen, bepaald uit een 30-jarige uurreeks van neerslaggegevens (KNMI meetstation Schiphol). De harvestscenario's in de waterbalans zijn geschat voor drie verschillende typen oppervlak of opvanggebied: daken (boven maaiveld), grasland met drainagesysteem, en verhard oppervlak op maaiveld. De niet-drinkbaar-waterbehoefte is bepaald door een analyse van de geregistreerde verbruiksgegevens op tweemaandelijks basis in combinatie met de schatting van het eindgebruik aan de hand van de watervraagpatronen uit bestaande onderzoeken [1, 4].

Vervolgens is voor ieder type watergebruik het aandeel geïdentificeerd dat kan worden vervangen door regenwater. Behalve ervaringscijfers uit de literatuur [1, 5] is ook informatie gebruikt uit interviews met medewerkers van verschillende bedrijfsonderdelen van luchthaven Schiphol, waaronder het terminalgebouw en de brandweer. De prestaties van een *rainwater harvesting*-systeem zijn beoordeeld op uurbasis voor verschillende volumes opslagcapaciteit (in mm waterdiepte). Het resultaat wordt gemeten met de zogenaamde Rainwater Utilization Rate (RUR) - het percentage van regenwater in de voorziening van de totale niet-drinkbaar-waterbehoefte.



Afbeelding 2 Onderzoekslocatie luchthaven Schiphol en indicatieve indeling in verschillende typen oppervlak of opvanggebied

Onderzoekslocatie luchthaven Schiphol

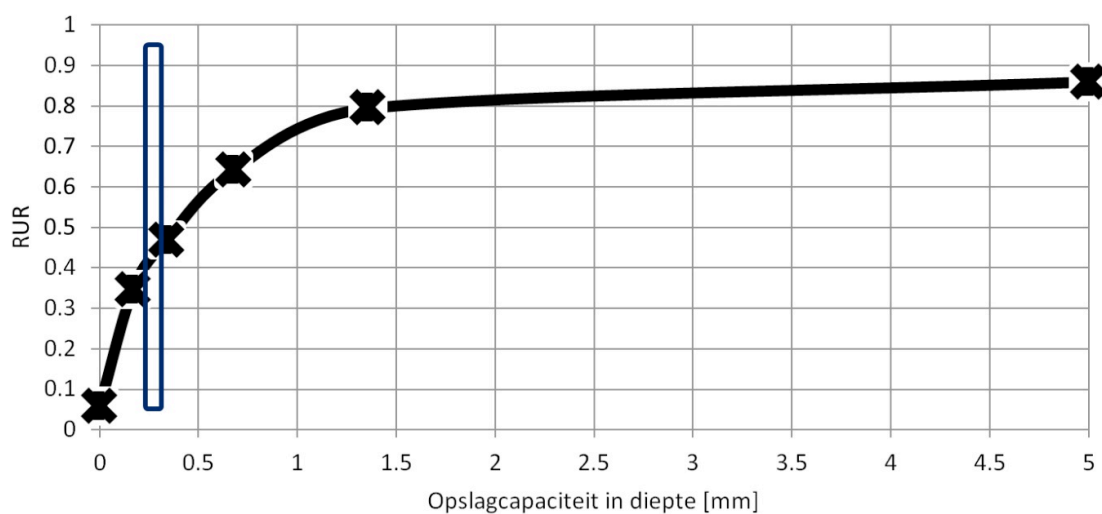
De waterbalans is opgesteld voor het luchthavengebied van Amsterdam Airport Schiphol (zie afbeelding 2), gelegen in de Haarlemmermeerpolder in laag Nederland. Het terugdringen van de toenemende verzilting is een van de grootste wateropgaven van de Haarlemmermeerpolder (Waterstructuurvisie Haarlemmermeerpolder, 2010). Het uitwerken van een businesscase voor *rainwater harvesting* is opgenomen in de uitwerking van het ‘Schiphol Waterplan 2015’ en in de verkenning ‘Schiphol Watervisie 2030’. Behalve in het vervangen van leidingwater door regenwater op de eigen luchthaven (lokale zelfvoorzienendheid) is Amsterdam Airport Schiphol geïnteresseerd in de haalbaarheid van de regionale toepassing (regionale zelfvoorzienendheid). Gedurende langere perioden van watertekort in de Haarlemmermeerpolder zou Schiphol een (zoet)waterleverancier kunnen zijn.

De dagelijkse drinkwatervraag is vergelijkbaar met die van een kleine stad van 30.000 inwoners, maar er zijn verschillen. In gewoon huishoudelijk verbruik is het aandeel van toiletspoeling in de orde van 30%. Op luchthaven Schiphol wordt het verbruik van drinkwater voor een groot gedeelte (tot 60%) bepaald door het spoelen van toiletten door passagiers,

bezoekers en medewerkers van de luchthaven in de terminal evenals kantoorpersoneel en hotels. Een bijzonder drinkwaterverbruik (ruim 5%) doet zich voor tijdens de wekelijkse oefening door de brandweer op Schiphol. Naast gegevens van het bestaande drinkwaterverbruik op luchthaven Schiphol zijn ook commerciële watertarieven en financiële gegevens met betrekking tot de aanpassing van regenwater systemen op verschillende schalen verzameld.

Onderzoeksresultaten en discussie

Meer dan 50% van de totale waterbehoefte op luchthaven Schiphol kan worden vervangen door water van niet-drinkbare kwaliteit. Aan deze vraag kan al worden voldaan door het inzetten van alleen daken als opvang of 'oogst' gebieden (RUR=100%). Dit vereist echter een grote buffercapaciteit (zie afbeelding 3); de benodigde capaciteit wordt groter als het neerslagpatroon verandert naar meer kortere intensievere buien en langere droogteperiodes. Het vergroten van de opslagcapaciteit of de waterdiepte op daken heeft slechts een gering effect op de benodigde oppervlakte aan harvestgebied of opvangdaken. Daarom is het streven naar een RUR gelijk aan 100% niet wenselijk in de dagelijkse praktijk. De omvang van de opslagcapaciteit en van de oppervlakte van het harvestgebied zijn optimaal op het niveau waarbij de verhouding tussen marginale kosten en marginale baten bij toename van beide factoren gelijk is aan 1.



Afbeelding 3 Rainwater Utilization Rate (RUR) op Schiphol

Het derde kruisje geeft de huidige opslagcapaciteit van 0,34 mm weer

Uit de vergelijking van kosten voor het aanleggen van een voorziening voor het opvangen en benutten van regenwater voor verschillende doeleinden blijkt dat de toepassing op kleine (lokale) schaal economisch aantrekkelijker is dan op grotere (regionale) schaal. Uitgaande van een drinkwatertarief voor luchthaven Schiphol van € 0,80 per m³ bedragen de terugverdientijden voor verschillende scenario's:

- 80 jaar bij aanpassing van het bestaande hemelwaterafvoersysteem op de gehele luchthaven;
- 15 jaar bij alleen afkoppelen en inrichten van daken voor regenwateropvang;
- 7,5 jaar bij vervanging van leidingwater voor de oefening van de brandbestrijding.

Zonder rekening te houden met de jaarlijkse of operationele kosten, komen deze schattingen ver uit boven een economisch aantrekkelijke terugverdientijd. De genoemde terugverdientijden laten zien dat bij grootschaliger toepassingen de investeringen in hardware (leidingen, pompen en bergingen) dominant worden. Bovendien speelt mee dat de drinkwatertarieven relatief laag zijn, zodat besparingen daarop gering zijn. Mogelijk is de haalbaarheid van een dergelijk systeem in andere Europese regio's, waar watertarieven 6 tot 10 keer hoger liggen, veel groter [6].

Het blijkt dat voor kleinschalige en specifieke toepassingen die weinig hardware nodig hebben, zoals de brandweeroefeningen, het gebruik van regenwater een goed alternatief kan zijn. Hier blijkt een RUR van 100% ook goed haalbaar, eventueel met wat aanpassingen in de gebruiksfrequentie. Voor alle toepassingen waarbij de RUR beneden de 100% is, blijft een volledige drinkwaterinfrastructuur als back-up noodzakelijk.

Naast de financieel-economische afweging van rainwater harvesting systemen spelen nog andere facetten een rol. Luchthaven Schiphol hecht ook belang aan PR- en milieuoverwegingen van het opvangen en benutten van regenwater, zoals een verhoogd duurzaamheidsimago, relatie met omwonenden, CO₂-emissiereductie en het terugdringen van vervuilde run-off, waarmee hoge milieuboetes worden voorkomen. Deze aspecten zijn niet meegenomen in de totale afweging.

Een integrale benadering?

Op een locatie als Schiphol zijn vele facetten van het beheer van de waterketen in één hand. Dit maakt een integrale benadering van die waterketen eenvoudiger. Als voorbeeld het gedeelte van de waterketen dat te maken heeft met de sanitatie. Verspreid over het terminalgebouw bevinden zich toiletunits, waar drinkwater in de wastafels en kraantjes wordt geleverd en als spoelwater voor de toiletten wordt gebruikt. Leidingssystemen zijn relatief eenvoudig bereikbaar door de systeemplafonds, waardoor een heldere scheiding van de aanvoer van drink- en spoelwater zijn te realiseren en het belangrijkste risico van misaansluitingen wordt beperkt. De afvoer van de toiletten kan verder worden geconcentreerd door nieuwe sanitatiesystemen toe te passen die (veel) minder water verbruiken. Hierdoor wordt de mogelijkheid om een RUR van 100% te halen voor deze toepassing realistischer. Bovendien zal de geconcentreerdere afvalwaterstroom beter geschikt zijn voor het terugwinnen van grondstoffen en energie. De integrale benadering van beperken van de watervraag, inzet van alternatieve bronnen en nuttig hergebruik van de afvalstroom kan hier wellicht wel tot een economisch aanvaardbaar alternatief leiden voor het sluiten van de waterketen.

Conclusies

In volume heeft *rainwater harvesting* de potentie om de gehele niet-drinkbaar-watervraag te dekken, en daarmee de totale drinkwatervraag op de regionale schaal van luchthaven Schiphol meer dan te halveren. Dit onderzoek toont echter aan dat het realiseren van een Rainwater Utilization Rate (RUR) van 100% financieel niet haalbaar is. De aanleg van voorzieningen voor het opvangen, opslaan en benutten van regenwater op regionale schaal is kostbaar. De terugverdiertijden worden bovendien lang door de huidige lage drinkwatertarieven. Een aantrekkelijke optie is het vervangen van de hoge watervraag voor specifieke lagekwaliteittoepassingen, zoals de wekelijkse brandweeroefening op luchthaven Schiphol. Een integrale benadering van de sanitatie, waarbij alle aspecten van beperken van de watervraag, inzetten van alternatieve bronnen en nuttig hergebruik van, c.q. terugwinnen van grondstoffen uit afvalwater, integraal worden beschouwd leidt wellicht wel tot een economisch haalbaar alternatief.

Literatuur

1. Blokker, E.J.M., Pieterse-Quirijns, E. J. Vreeburg, J. H. G., van Dijk, J. C., *Simulating Nonresidential Water Demand with a Stochastic End-Use Model*. Journal of Water Resources Planning and Management, 2011. **137**(6): p. 511-520.
2. Ward, S., F.A. Memon, and D. Butler, *Rainwater harvesting: Model-based design evaluation*. Water Science and Technology, 2010. **61**: p. 85-96.
3. Kuller, M., Quantitative scenario analysis of the potential for rainwater harvesting and use in airports - A case study of the water balance at Schiphol Airport, MSc thesis, sub-department of Environmental Technology, Wageningen University, March 2013.
4. Lazarova, V., S. Hills, and R. Birks, *Using recycled water for non-potable, urban uses: A review with particular reference to toilet flushing*. Water Science and Technology, 2003. **3**: p. 69-77.
5. Kim, J. and H. Furumai, *Assessment of Rainwater Availability by Building Type and Water Use Through GIS-based Scenario Analysis*. Water Resources Management, 2012. **26**(6): p. 1499-1511.
6. GWI, *Global Water Tariff Survey*, 2008, OECD: Paris, France.