

BTO 2018.013 | Januari 2018

BTO rapport

Decentrale
watersystemen:
potentie, impact en
gevolgen voor
drinkwaterbedrijven

BTO

Decentrale watersystemen: potentie, impact en gevolgen voor drinkwaterbedrijven

BTO 2018.013 | Januari 2018

Opdrachtnummer

401765

Projectmanager

Jos Frijns

Opdrachtgever

BTO – Speerpuntonderzoek WML/Dunea

Kwaliteitsborger(s)

Jos Frijns

Auteur(s)

Henk-Jan van Alphen (KWR), Diederik van Duuren (WML), Stef Koop (KWR)

Verzonden aan

Erwin de Bruin (WML), Maurice van de Roer (Dunea)

Jaar van publicatie
2018

Meer informatie

Henk-Jan van Alphen, MSc
T 0628551776

E Henk-Jan.van.Alphen@kwrwater.nl

Keywords

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl



BTO 2018.013 | Januari 2018 © KWR

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

BTO Managementsamenvatting

Decentrale technieken hebben grote potentiële impact op infrastructuur en governance van de watersector

Auteurs: H.J. van Alphen, D. van Duuren, S.A.H. Koop

Technologieën voor decentrale watervoorziening vormen nog een niche, maar een scenariostudie laat zien dat er op de lange termijn (2050) veel potentie voor is. De socio-technische scenario's **Let It Flow** en **Aqua Minimal** vormen twee radicale, maar plausibele toekomstbeelden, waarin de drijvende krachten voor decentrale watervoorziening sterker blijken dan de barrières. Vooral het grote verschil tussen de twee scenario's stelt de waterbedrijven voor uitdagingen. Het is niet eenvoudig voor waterbedrijven en andere organisaties in de watersector om een positionering te bepalen ten opzichte van deze ontwikkelingen. Coördinatie tussen de verschillende partijen, het voorlichten van burgers en marktpartijen en het ontwikkelen van concepten die zowel klimaatadaptatie bevorderen als een probleemloze integratie van decentrale en centrale **systemen lijken** de meest veelbelovende strategische opties.



Twee scenario's voor decentralisering en waterbesparing

Belang: decentrale ontwikkelingen nu nog pril, maar kunnen grote impact krijgen

Technologieën voor decentrale watervoorziening vormen nu nog een niche, maar kunnen in de periode tot 2050 uitgroeien. Waterbedrijven zijn onzeker over de ontwikkelingen rond decentrale watervoorziening, terwijl deze ontwikkelingen een grote impact kunnen hebben en dus van belang zijn voor hun strategie. Omdat de gevolgen van dergelijke ontwikkelingen veel invloed zullen hebben op de infrastructuur, is het belangrijk deze ontwikkelingen op een behoorlijke tijdschaal te bezien. Zeker over een langere periode kunnen deze ontwikkelingen veel veranderingen veroorzaken.

Aanpak: *what-if*-scenario's schetsen radicale, plausibele toekomstbeelden

De drijvende krachten en barrières voor decentrale watervoorziening zijn op een rijtje gezet en gebruikt om twee socio-technische scenario's te ontwikkelen waarin regenwatergebruik en waterbesparing centraal staan: *Let It Flow* en *Aqua Minimal*. Deze scenario's zijn vertaald naar de toekomstige watervraag en geanalyseerd op hun gevolgen voor de huidige infrastructuur. Op basis van deze ideeën is met waterbedrijven, waterschappen, I&M, RIVM en projectontwikkelaars een strategisch gesprek gevoerd over de positionering van verschillende spelers in de watersector.

Resultaten: grootschalige inzet regenwateropvang kan grote invloed hebben

Let It Flow en *Aqua Minimal* zijn radicale, maar plausibele toekomstbeelden waarin de drijvende krachten sterker blijken dan de barrières. Het *Let It Flow*-scenario, waarin comfort en regenwatergebruik domineren, laat zien dat

regenwatergebruik invloed kan hebben op de gemiddelde watervraag en de maximale piekvraag. Het *Aqua Minimal*-scenario legt de focus op waterbesparing en waterhergebruik. Als huishoudens hun regenwater op het eigen perceel opvangen, zoals dat in Vlaanderen en Duitsland al gebeurt, en dit regenwater inzetten als (bron voor) huishoudwater, heeft dat grote invloed op de bedrijfsvoering bij de waterbedrijven: zowel op de kwantiteit (hoeveel water de consument wil afnemen), als op de kwaliteit (zoals het ontstaan van problemen bij foutieve aansluitingen). Het is niet eenvoudig voor waterbedrijven en andere organisaties in de watersector om een positionering te bepalen ten opzichte van deze ontwikkelingen. Coördinatie tussen de verschillende partijen, het voorlichten van burgers en marktpartijen en het ontwikkelen van concepten die zowel klimaatadaptatie bevorderen als een probleemloze integratie van decentrale en centrale systemen, lijken de meest veelbelovende strategische opties.

Implementatie: zoek decentrale oplossingen samen met andere partijen

De push voor decentrale technieken komt niet vanuit de drinkwaterbedrijven, maar zij ondervinden wél de gevolgen scenario's waarin decentrale watervoorziening een rol speelt. Door samen te werken met bijvoorbeeld gemeentes en waterschappen kunnen waterbedrijven zorgen dat klimaatadaptatiemaatregelen niet ten koste gaan van de kwaliteit, veiligheid en zekerheid van het drinkwater.

Rapport

Dit onderzoek is beschreven in het rapport *Decentrale watersystemen: potentie, impact en gevolgen voor drinkwaterbedrijven* (BTO 2018.013).

Inhoud

Inhoud	2
1 Inleiding	4
1.1 Aanleiding	4
1.2 Aanpak	4
2 Overzicht nieuwe technologieën	8
2.1 Inleiding	8
2.2 Regenwatersystemen	9
2.3 Context in Vlaanderen	12
2.4 Grijswatersystemen	14
2.5 Waterbesparende huishoudtechnieken	15
3 Drijvende krachten en barrières	17
3.1 Ontwikkelingen richting decentralisering en waterbesparing	17
3.2 Barrières	20
4 Toekomstscenario's	24
4.1 Inleiding	24
4.2 Scenario 1: Let It Flow	26
4.3 Scenario 2: Aqua Minimal	27
4.4 Vertaling scenario's naar watergebruik	28
4.5 Bevolkingsscenario's	30
5 Gevolgen voor de watervraag	34
5.1 Limburg (WML)	34
5.2 Dunea	39
6 Gevolgen voor de waterbedrijven	42
6.1 Inleiding	42
6.2 Gevolgen voor WML	42
6.3 Gevolgen voor Dunea	46
7 Positionering	48
7.1 Inleiding	48
7.2 Meedoen en aanmoedigen	48
7.3 Afraden en ontmoedigen	49
7.4 Individuele positionering	50
8 Zelfvoorzienende wooneenheden	52
8.1 Inleiding	52
8.2 Watervraag en waterbeschikbaarheid	52
8.3 Zuiveringsstappen en aankoopkosten regenwater	53
8.4 Resultaten haalbaarheid decentrale drinkwatervoorziening	55

9	Conclusie	58
	Bijlage I Technologie-overzicht	63
	Bijlage II SEPTED dimensies	64
	Bijlage III Kwantitatieve input scenario's	69
	LEGENDA KWANTITATIEVE INPUT SCENARIOS	69
	KWANTITATIEVE INPUT SCENARIOS	70
	Bijlage IV Betrokken experts	76

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De laatste jaren is decentralisering steeds prominenter op de agenda van de drinkwaterbedrijven komen te staan. Veranderingen in de energiesector, in het bijzonder de elektriciteitsproductie door particulieren, doen de vraag rijzen of een dergelijke ontwikkeling ook in de drinkwatersector te verwachten is. Dit wordt versterkt door de ontwikkeling van nieuwe technologie die allerlei vormen van decentrale sanitatie en decentrale drinkwaterproductie mogelijk maakt.

Decentralisering zoals hierboven beschreven, bevindt zich in de watersector nog in een pril stadium. Echter, aangezien drinkwaterbedrijven een lange tijdshorizon hebben, is het van belang op tijd de potentie van deze ontwikkeling en de gevolgen voor de drinkwaterbedrijven te onderzoeken: wat kan er gebeuren, wat is de impact daarvan en voor welke keuzes stelt het de drinkwaterbedrijven?

Dit onderzoeksproject heeft als doel inzichtelijk te maken wat de gevolgen van decentralisering zijn voor de drinkwaterbedrijven. Daartoe worden de volgende vragen beantwoord:

- Wat is de potentie voor decentrale sanitatie en decentrale drinkwatersystemen tot aan 2050 in het verzorgingsgebied van de opdrachtgever?
- Welke impact hebben verschillende scenario's (bijvoorbeeld variërend in hun verhouding decentraal : centraal) op de drinkwatervraag?
- Wat is de impact van de verschillende scenario's op de betaalbaarheid van de infrastructuur?
- Wat betekent dit voor de rol van de drinkwaterbedrijven ten aanzien van decentrale ontwikkelingen?

We maken gebruik van resultaten van eerder onderzoek naar decentrale systemen om te komen tot een aantal kwantitatieve scenario's die de uitrol van decentrale systemen en hun impact op de watervraag beschrijven. Deze scenario's gebruiken we om strategische dilemma's voor de drinkwaterbedrijven ten aanzien van decentralisering te formuleren.

1.2 Aanpak

Het project is uitgevoerd in drie fasen, gekoppeld aan de hoofdvragen:

Fase 1: Potentie voor decentrale technologieën en waterbesparing

In deze fase is in kaart gebracht wat de potentie is voor decentrale drinkwaterproductie, decentrale sanitatie en waterbesparing in het verzorgingsgebied van WML en Dunea. We beantwoorden daarbij de volgende vragen:

- (1) Welke systemen zijn er op dit moment bekend en wat is hun impact op de watervraag? Hierbij is gekeken naar decentrale concepten uit onderzochte pilots, waarbij we vooral kijken naar netto waterbesparing door:
 - Zuinige apparaten (toiletten, wasmachines, recirculatiedouches etc.)

- Mogelijk lokaal hergebruik van (gezuiverd) grijswater
 - Inzet regenwater voor (drink)watertoepassingen
- (2) Wat zijn de drijvende krachten achter de ontwikkeling van decentrale systemen en wat zijn de barrières?
- (3) Wat zijn, op basis van deze aannames, realistische scenario's voor de uitrol van decentrale systemen en waterbesparing in het verzorgingsgebied van WML en Dunea en hoe groot is hun bandbreedte?

In deze fase zijn de volgende stappen uitgevoerd:

Stap 1: inventarisatie nieuwe technologieën

Op basis van een bureaustudie, aangevuld met interviews¹, is een inventarisatie gemaakt van de belangrijkste watertechnologieën die op huishoudniveau kunnen worden ingezet. Er is daarbij gekeken naar waterbesparende apparaten, regenwatersystemen en grijswaterhergebruikssystemen.

Stap 2: analyse drijvende krachten en barrières

Op basis van een deskstudie en interviews met experts van binnen en buiten de watersector (zie bijlage IV voor een overzicht) is een analyse gemaakt van de belangrijkste drijvende krachten en barrières voor de opschaling van de technologieën uit stap 1.

Stap 3: ontwikkeling kwalitatieve socio-technische scenario's

Op basis van de barrières en drijvende krachten zijn twee toekomstscenario's samengesteld waarin decentrale technologieën op grotere schaal worden toegepast. De scenario zijn ontwikkeld met behulp van de morfologische scenariomethode (Ritchey, 2002).

Eerst heeft een team van onderzoekers op basis van het vooronderzoek (barrières en drijvende krachten) ontwikkelingen geïdentificeerd die relevant zijn voor de doorbraak van decentrale technologieën. Daarbij is gebruik gemaakt van de SEPTED (Sociaal-cultureel, Economisch, Politiek, Technologisch, Economisch, Demografisch) dimensies om een brede blik te garanderen.

Het doel van de scenariobouw was niet om de hele range van toekomstige mogelijkheden te verkennen, maar expliciet te kijken naar scenario's waarin decentrale technologieën kunnen doorbreken. Het scenarioteam heeft er daarbij, in overleg met experts, voor gekozen om te kijken naar de doorbraak van regenwatergebruik enerzijds en waterbesparing en -hergebruik anderzijds.

Daarom zijn de ontwikkelingen in de scenario's zo gekozen dat ze passen binnen één van de twee scenario's. Daarbij is veel aandacht besteed aan de plausibiliteit van de ontwikkelingen (al bestaat daar altijd discussie over). De scenario's geven dus niet antwoord op de vraag 'hoe ziet de toekomst van watergebruik in Nederland eruit' maar wel op de vraag 'onder welke omstandigheden kunnen decentrale technologieën doorbreken'.

De scenario's zijn vervolgens uitgewerkt in twee verhaallijnen en illustraties. De scenario's zijn uitgewerkt in een 'milde' en een 'extreme' variant.

¹ Waaronder Lenntech, REMON, GEP regenwater, Water Innovation Consulting, MijnWaterfabriek, Killian Water, AquaWorld Biosystems, RLM Benelux, Ecosave, dBCOM consultants for alternative energy, Nering Bögel en Aquatechnic.

Stap 4: analyse bevolkings- en woningmarkt ontwikkeling

Om inzicht te krijgen in de totale toekomstige watervraag spelen niet alleen de socio-technische scenario's een rol, maar ook de bevolkingsontwikkeling. Daarom zijn er naast de socio-technische scenario's ook drie bevolkingsscenario's gemaakt (voor WML en Dunea afzonderlijk) gebaseerd op bestaande prognoses van de provincie Limburg en Dunea.

Stap 5: kwantificering van watertechnologieën in scenario's

Voor elk van de twee scenario's (in hun milde en extreme variant) is bepaald wat de penetratiegraad is van de verschillende decentrale technologieën. Daarbij is gebruik gemaakt van de bestaande prognoses en onderzoeken die vervolgens verder zijn ingevuld op basis van de ontwikkelingen in de scenario's.

Bij de kwantificering is ook onderscheid gemaakt tussen bestaande bouw en nieuwbouw/renovatie (met een grotere kans op decentrale technologieën in de laatste categorie) en tussen hoog-stedelijk gebied en gebieden met een lagere bebouwingsdichtheid, in verband met de aanwezigheid van tuinen en de mogelijkheid tot regenwateropvang.

Fase 1 resulteert in een overzicht van technologieën (hoofdstuk 2), een bespreking van drijvende krachten en barrières (hoofdstuk 3) en een aantal toekomstscenario's (hoofdstuk 4)

Fase 2: Impact op de watervraag

Voor de in Fase 1 ontwikkelde scenario's is in kaart gebracht wat de invloed zal zijn op de drinkwatervraag. De gegevens uit de scenario's zijn gebruikt om een inschatting te maken van de drinkwatervraag. Hierbij is een schatting gemaakt van:

- Totale watervraag;
- Piekverbruik (max dag en max uur)

Voor WML is de totale watervraag daarnaast nog uitgesplitst per cluster en per niveau van stedelijkheid. Dit is het onderwerp van hoofdstuk 5.

In deze fase zijn de volgende stappen uitgevoerd:

Stap 7: analyse totaal watergebruik per scenario

Op basis van de gekwantificeerde scenario's en de bevolkingsscenario's is de totale watervraag (vraag naar leidingwater) voor WML en Dunea in 2050 berekend en daarnaast de piekvraag (dagpiek). Daarbij is gekeken naar het effect van de bevolkingsontwikkeling en het effect van de socio-technische scenario's.

Fase 3: Gevolgen voor de drinkwaterbedrijven

In Fase 3 is gekeken naar de gevolgen van de verschillende scenario's voor de infrastructuur en de rol van de drinkwaterbedrijven. In deze fase zijn de volgende stappen uitgevoerd:

Stap 8: analyse impact op bestaande infrastructuur en bedrijfsvoering

In deze stap is gekeken naar het effect van de veranderende watervraag op de infrastructuur en de bedrijfsvoering van WML en Dunea. Vanwege het verschil in onderzoekscapaciteit voor

dit project is de analyse van WML wat uitgebreider dan die van Dunea. De analyse is uitgevoerd door experts van WML en Dunea op basis van de scenario-uitkomsten.

Er is in eerste instantie gekeken naar de prijs van drinkwater bij een sterk veranderende watervraag. Daarnaast is een analyse gedaan van de knelpunten voor de infrastructuur met het oog op kwaliteit en leveringszekerheid. Ten slotte is gekeken naar mogelijke aanpassingen in de infrastructuur die in de verschillende scenario's nodig zouden kunnen zijn. Dit is beschreven in hoofdstuk 6.

Stap 9: positionering waterorganisaties

Op basis van de onderzoeksresultaten evenals de resultaten van een parallel onderzoek naar regenwater als bron van drinkwater (Hofman-Caris en Bertelkamp, 2017) is een workshop georganiseerd met drinkwaterbedrijven en externe partijen om de positionering van de verschillende organisaties in de watersector ten aanzien van decentrale ontwikkelingen te doordenken. De resultaten van de workshop zijn vastgelegd in hoofdstuk 7.

Decentrale hotspot

Stap 10: Als aanvulling op de scenariostudie is ook een korte analyse gemaakt van de mogelijkheid om een watervoorziening volledig op basis van regenwater te organiseren. Dit kan relevant zijn in afgelegen gebieden, waar de centrale watervoorziening duur is of lastig te organiseren. Voor de ontwikkeling van het decentrale hotspot-scenario zijn diverse experts geïnterviewd, zowel binnen KWR als leveranciers van regenwatersystemen. Op basis daarvan is een technologiebundel samengesteld, met een inschatting van de kosten. Er is een aantal varianten doorgerekend met verschillende dakoppervlakten en opvangcapaciteiten. Vervolgens is gekeken in hoeverre de systemen voldoende kunnen leveren onder invloed van verschillende klimaatscenario's (natte en droge jaren). Dit is het onderwerp van hoofdstuk 8.

2 Overzicht nieuwe technologieën

2.1 Inleiding

Er is een grote internationale literatuur over decentrale watertechnologieën (Moglia et al., 2011; Memon et al., 2007; Makropoulos et al., 2008; Frazer-Williams et al., 2008; Tjandraamadja et al., 2005). Daarin wordt vaak onderscheid gemaakt tussen (drink)watervoorziening, hemelwater, en recycling/hergebruik van (afval)water (Makropoulos & Butler, 2010). In dit project ligt de focus op aspecten die de watervoorziening en de watervraag beïnvloeden. We maken voor dit onderzoek onderscheid tussen:

- (1) Regenwatersystemen
- (2) Grijswatersystemen
- (3) Waterbesparende technologieën
 - a. Douches
 - b. Toiletten
 - c. Wasmachines

In de praktijk bestaat veel onduidelijkheid over de soorten kwaliteit water van verschillende technologieën. Hemelwatersystemen worden dan ook veelvuldig verwisseld met grijswatersystemen terwijl het in de realiteit om geheel verschillende technieken gaat. Vandaar dat in tabel 2-1 de definities zijn gegeven die in dit rapport worden gehanteerd.

TABEL 2-1: BESCHRIJVING VAN TYPES WATER

TYPE WATER	GEHANTEERDE DEFINITIE
DRINKWATER	Water dat voldoet aan de nationale kwaliteitseisen (Drinkwaterwet) en gebruikt kan worden voor consumptie (menselijke inname). Wordt ook wel beschreven als tapwater.
DRINKBAAR WATER	Water dat mogelijk geschikt is om te drinken maar niet voldoet aan de nationale kwaliteitseisen (Drinkwaterwet) doordat er bijvoorbeeld geen monitoringsprogramma wordt bijgehouden.
GRIJSWATER	Afvalwater afkomstig uit de keuken, badkamer en/of wasmachine. Het is mogelijk om dit te zuiveren en daarna als gezuiverd grijswater te gebruiken om bijvoorbeeld het toilet mee door te spoelen.
HUISHOUDWATER	Water dat gebruikt kan worden voor niet-drinkbare doeleinden zoals toilet, wasmachine en tuin. Volgens de wet is alleen het toilet toegestaan echter in de praktijk en ook in dit rapport is de definitie breder. Het betreft hier voornamelijk hemelwater dat op een dakoppervlakte is gevallen.
HEMELWATER	Water afkomstig van regen of gesmolten sneeuw. Ook wel regenwater genoemd.

ZWART WATER	Afvalwater afkomstig van toiletten en voedselrestenvermalers. Hoog gehalte aan organisch afval.
GEEL WATER	Afvalwater dat bestaat uit urine, mogelijk verdund met water. Mogelijk verkregen door een urinescheider in toiletten of door gebruik van urinoirs.
GRONDWATER	Het water dat zich in de ondergrond, in bodems en gesteenten bevindt.
OPPERVLAKTEWATER	Water dat zich op het oppervlak van de aarde bevindt zoals rivieren, meren, moerassen of de oceaan. De kwaliteit is doorgaans lager dan grondwater en regenwater.

Om hemelwater, grondwater, grijswater of oppervlaktewater te gebruiken voor consumptie of andere doeleinden, kunnen verschillende zuiveringstechnieken worden toegepast. Op basis van een deskstudie en interviews bij Nederlandse bedrijven die actief zijn op dit gebied is een lijst met toegepaste technieken vastgesteld (zie Bijlage I). In de meeste situaties worden er verschillende technieken in serie toegepast. Verder zijn sommige technieken voldoende voor huishoudwaterkwaliteit terwijl andere drinkbaar water kunnen produceren.

2.2 Regenwatersystemen

De meeste regenwatersystemen produceren huishoudwaterkwaliteit. Voor het zuiveren van hemelwater tot huishoudwaterkwaliteit wordt standaard een voor-filter toegepast volgens een natuurlijk principe met vrij verval. Daarnaast wordt er ook gebruik gemaakt van een instromingsvertrager om te zorgen dat het mogelijk aanwezige sediment in de buffer niet omwoelt. Naast een buffer, een pomp en leidingen is er een intelligent regenwaterstation nodig om het regenwatersysteem op het huishoudnet aan te sluiten om terug te kunnen schakelen op drinkwater indien de regenwaterbuffer leeg is. In bijna alle gevallen zijn regenwatersystemen een decentrale toevoeging op de centrale aansluiting die gebruikt wordt voor drinkwater (consumptie en douchen) en in tijden van extreme droogte. Desalniettemin gebruiken huishoudens met regenwatersystemen aanzienlijk minder drinkwater (tussen de 30% en 95% volgens marktpartijen). In gevallen waar meer dan 40% drinkwater wordt vervangen door gezuiverd hemelwater worden vaak meerdere zuiveringsstappen toegevoegd zodat er ook gedoucht kan worden. Over het algemeen wordt er dan een membraanfilter toegevoegd en in enkele gevallen ook nog een UV-lamp als back-up.

De toepassingen voor kantoren, scholen en industrieën spitsen zich voornamelijk op het grote toilet verbruik. Hierdoor kan al snel meer dan 50% van het watergebruik in dergelijke gebouwen vervangen worden door gezuiverd hemelwater.

Het grootste ongemak van regenwatersystemen is de onzekerheid omtrent de beschikbaarheid van regenwater (Domenech, 2011). De meeste geïnterviewden zien regenwater dan ook niet als een volledige oplossing voor alle types watergebruik. De bepalende factoren, naast de hoeveelheid regenval, zijn de oppervlakte van het dak, het volume van de buffer en het gemiddelde gebruik van een huishouden. Op basis hiervan worden de buffers gedimensioneerd.

In Nederland is de gemiddelde dakoppervlakte slechts 70m² terwijl in België – waar regenwatersystemen wettelijk verplicht zijn – de daken gemiddeld een stuk groter zijn (100m²). Dat daken zo bepalend zijn zorgt er dan ook voor dat in hoog-stedelijke omgevingen

toepassingen zeer beperkt zijn, terwijl laag-stedelijke en plattelandsbebouwing meer mogelijkheden bieden. Hier zijn de daken meestal groter en is er genoeg ruimte voor de aanleg van een regenwaterbuffer. De goedkoopste regenwaterbuffers zijn van prefab-beton² met daarin een voorfilter ingebouwd. Deze zijn verkrijgbaar vanaf 2m³ tot 60m³. In België wordt al snel een buffer van 10m³ geïnstalleerd om rond de 90% van de tijd het gebruik van regenwater te voorzien. Een aansluiting met het centrale drinkwatersysteem wordt meestal in stand gehouden.

Echter, er zijn uitzonderingen waarbij dit niet het geval is. Voorbeelden betreffen autarkische huizen, verplaatsbare off-grid huizen en tiny houses. Het gevolg is dat er overgedimensioneerd moet worden in (1) de buffercapaciteit, (2) een groot dak aanwezig moet zijn of (3) veel waterbesparende technieken dienen toegepast te worden of (4) extra zuiveringsstappen toegepast moeten worden (membraanfilter, UV-lamp en actiefkoolfilter). Dit zorgt voor een sterke toename in de kosten van dergelijke systemen. Maar in de praktijk worden deze zuiveringsstappen lang niet altijd genomen. Ondanks de hoge meerkosten hebben mensen dit soort systemen en in de interviews worden daarvoor de volgende redenen gegeven:

- Drang naar zelfvoorzienendheid
- Verlagen van de ecologische voetafdruk
- Experimenteren
- Specifieke omstandigheden wanneer er geen centrale infrastructuur aanwezig is
- Vrij zijn van overheden en bedrijven

Het geheel decentraal produceren van drinkwater (voor alle functies) komt wel voor in Nederland maar is een niche en de verwachting van de geïnterviewden is dat dit ook een kleine niche zal blijven. De nadelen ten opzichte van zuiveren tot huishoudwater zijn dat er veel complexere, duurdere zuiveringsstappen nodig zijn, een grotere kans op gezondheidsrisico's zijn, er meer energie voor nodig is (UV-lamp en pompen), meer materialen nodig zijn, een overgedimensioneerde buffer nodig is en er altijd het risico is dat er op een bepaald moment niet voldoende water aanwezig is. Daarnaast valt er in Nederland op een gemiddeld dak niet voldoende regenwater om een huishouden te voorzien in haar watergebruik. Er valt wel vaak genoeg om het toilet mee door te spoelen en de wasmachine mee te laten draaien. Vandaar dat marktpartijen zich voornamelijk richten op deze toepassingen.

De voordelen van regenwatersystemen zijn naast de besparing van drinkwater voornamelijk buiten de drinkwatersector merkbaar, voor een overzicht zie tabel 2-2. Een recent artikel³ met de titel: *'de markt voor regenwatersystemen gaat exploderen'* benadrukt dit verhaal. De genoemde redenen voor de extreme groei zijn de maatregelen die genomen zullen worden om de regenwaterpiek tijdens extreme hoosbuien te reduceren. Dat dit verhaal niet zo maar uit de lucht komt vallen blijkt uit een analyse van de situatie in Vlaanderen (België) zoals beschreven in paragraaf 2.3. Voor een overzicht aan toegepaste technieken in dergelijk systemen zie Bijlage I.

² Andere materialen voor buffers zijn metaal, kunststof, flexibele zakken (voor in kruipruimtes en dergelijke).

³ http://www.intechks.nl/1299762/-De_markt_voor_regenwatersystemen_gaat_exploderen.pdf?v=4

TABEL 2-2: VOORDELEN VAN EEN REGENWATERSYSTEEM

VOORDEEL	BESCHRIJVING
BESPAREN DRINKWATER	Door het gebruik van hemelwater voor toepassingen in huis daalt het drinkwatergebruik waardoor er meer 'schoon' grondwater achter blijft voor toekomstige generaties. De drinkwaterbronnen worden hierdoor minder snel uitgeput.
ONTLASTEN RIOOL	Doormiddel van een regenwatersysteem wordt het dakoppervlak afgekoppeld van het riool. Hierdoor wordt het regenwater gebufferd en wordt het riool minder belast tijdens piek buien. Met het oog op klimaatverandering hoeven riolen minder aangepast te worden wat een maatschappelijke besparing is.
ONTLASTEN HEMELWATERAFVOER	In situaties waar een hemelwaterafvoer is wordt deze minder belast doordat het regenwatersysteem het water van het dakoppervlak (deels) opvangt.
BEWUSTZIJN	Een regenwatersysteem in huis vergroot het bewustzijn van de eigenaar wat betreft zijn of haar watergebruik en de impact van extreme regenbuien.

2.3 Context in Vlaanderen

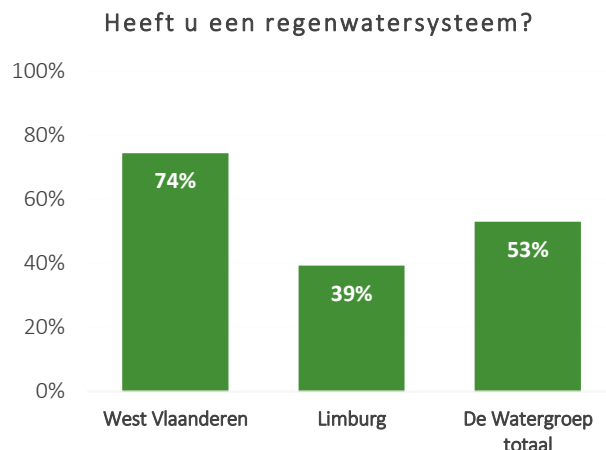
Sinds 2005⁴ is er een wet⁵ in Vlaanderen (België) die stelt dat bij nieuwbouw en de meeste renovatieprojecten er een regenwatersysteem met een specifieke opslagcapaciteit dient te worden geïnstalleerd op kosten van de eigenaar. Bijvoorbeeld, een eengezinswoning met een dakoppervlakte van 40m² moet een regenwaterbuffer hebben van minimaal 5m³. Verschillende regels zijn van toepassing voor verschillende situaties, desalniettemin hebben de provincies en gemeenten vaak nog striktere regels en standaarden⁶.

Het doel van deze wet is om de druk op het riool te verlagen doormiddel van het ontkoppelen van het regenwater, dat afkomstig is van daken, van het riool. Dit zijn bronmaatregelen. Het principe van deze wet⁷ is dat het regenwater (1) zoveel mogelijk gebruik dient te worden in de vorm van huishoudwater voor het toilet, de wasmachine of de tuin mee te sproeien; (2) het overschot wordt geïnfiltreerd of (3) gebufferd waarna het vertraagd geloosd kan worden op het riool. Op deze manier kan het huidige rioolstelsel in Vlaanderen heviger regenbuien verwerken met de hulp van decentrale oplossingen.

Huishoudwatertoepassingen zoals het spoelen van het toilet, schoonmaken, kleding wassen, tuin sproeien en de auto wassen worden aangeraden door de overheid⁸. Het drinken van of het douchen onder (gezuiverd)regenwater wordt afgeraden door de overheid⁹ en sommige bedrijven. Desalniettemin, sommige eigenaren van regenwatersystemen gebruiken het water om mee te douchen.

2.3.1 Schaal en effect

Onderzoek van De Watergroep in België laat zien dat de helft van de afnemers van de Watergroep een regenwatersysteem heeft (Figuur 3-1.) West-Vlaanderen heeft het hoogste percentage regenwatersystemen (74%) en Limburg het laagste (39%). Van belang is dat De Watergroep voornamelijk actief is in rurale gebieden en niet actief is in de grote steden zoals Antwerpen en Gent. De reden dat West-Vlaanderen een groter percentage regenwatersystemen kent, heeft waarschijnlijk een historische achtergrond. Wanneer we het onderzoek van De Watergroep zouden extrapoleren (in omvang en tot 2017) naar het gehele verzorgingsgebied van De Watergroep dan zouden 750.000 huishoudens van de in totaal 1,3 miljoen huishoudens in het verzorgingsgebied van de Watergroep een regenwatersysteem hebben. Volgens een producent van dergelijke regenwatersystemen in België, worden er ieder jaar rond de 28.000 regenwatersystemen aangelegd in België. Over een periode van 12 jaar – sinds de introductie



FIGUUR 2-1: ONDERZOEK GEDAAN DOOR DE WATERGROEP IN BELGIË. MET DE VRAAG OF KLANTEN EEN REGENWATERSYSTEEM. N=2563, IN 4 PROVINCIES. (DE WATERGROEP, 2017).

4 <https://www.hetportaal.be/regenwaterput.html>

5 Besluit van de Vlaamse Regering houdende vaststelling van een gewestelijke stedenbouwkundige verordening inzake hemelwaterputten, infiltratievoorzieningen, buffervoorzieningen en gescheiden lozing van afvalwater en hemelwater: <https://codex.vlaanderen.be/Zoeken/Document.aspx?DID=1023287¶m=inhoud&AID=1168738>

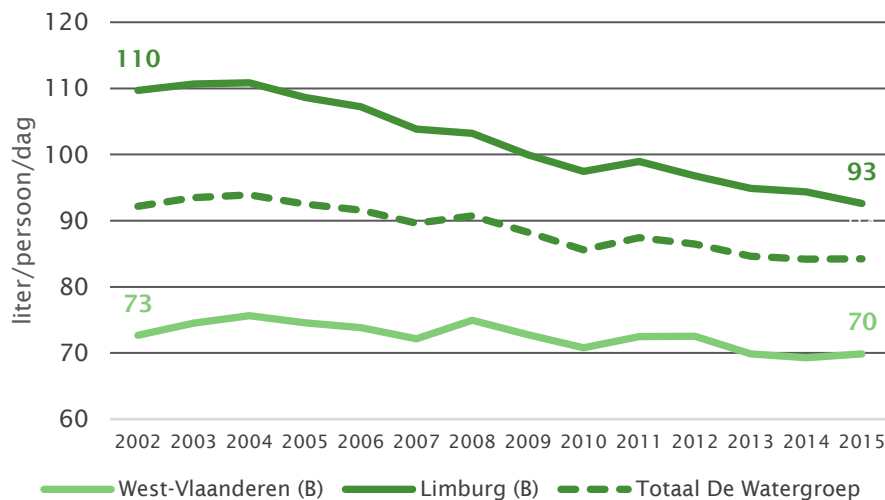
6 <https://www.vlaanderen.be/nl/bouwen-wonen-en-energie/bouwen-en-verbouwen/verplichte-installatie-van-een-regenwaterput-en-infiltratiesysteem-bij-nieuwbouw-en-herbouw>

7 <https://www.ruimtelijkeordening.be/Verordeningen/Hemelwater>

8 <https://www.vmm.be/water/regenwater/waarheen-met-het-regenwater>

9 <https://www.vmm.be/water/regenwater/waarheen-met-het-regenwater>

van de wet – zou dit betekenen dat er rond de 350.000 regenwatersystemen geïnstalleerde zouden zijn in Vlaanderen. Grootschalige data over de hoeveelheid en de staat (kwaliteit) van regenwatersystemen zijn er niet. Dus de twee bovengenoemde calculaties geven een bandbreedte tussen de 350.000 (nieuw gebouwde systemen sinds 2005) en 750.000 systemen (bestaande plus nieuw gebouwde systemen).



FIGUUR 2-2: GEMIDDELDE DRINKWATERVRAAG IN LITERS PER PERSOON PER DAG. RUWE DATA WAS GEMIDDELDE DRINKWATERVRAAG PER HUISHOUDEN IN M³ PER JAAR (DE WATERGROEP, 2017). VOOR DE AFNAME IN HUISHOUDENSGROTE OVER DE JAREN HEEN IN BELGIË (VAN 2,42 IN 2001 TOT 2,33 IN 2015, BRON: SVR, 2014) IS GECORIGEERD.

De gemiddelde dagelijkse drinkwatervraag in West-Vlaanderen is slechts 70 l/p/d. Terwijl in Limburg (België) dit op 93 l/p/d ligt (Figuur 2-2). Dit verhoudt zich vrij nauwkeurig tot het aantal regenwatersystemen dat aanwezig is in beide provincies (Figuur 3-1). Wat opvalt in Figuur 3-2 is dat de drinkwatervraag in West-Vlaanderen voor de wetgeving (voor 2005) ook al laag was. Dit zou kunnen betekenen dat er van oudsher ook al regenwatersystemen aanwezig waren in deze Provincie, en zou het grote percentage systemen verklaren.

Een penetratiegraad van 37% van regenwatersystemen in Limburg (België) heeft waarschijnlijk geleid tot een afname in de individuele drinkwatervraag met 17%. Dit gebeurde in een relatief korte tijdsspanne van 10 jaar. Als Limburg (België) de zelfde penetratiegraad zou bereiken als West-Vlaanderen (74%) in de komende decennia dan zou de gemiddelde drinkwatervraag kunnen dalen met 30% tot 34% van de vraag van voor de wetgeving in 2005.

Naast regenwatersystemen zijn er mogelijk ook andere redenen voor een dalende drinkwatervraag, zoals gedragsveranderingen en waterbesparende technieken. Desalniettemin, wanneer we de penetratiegraad met de gemiddelde drinkwatervraag voor beide Provincies vergelijken is een duidelijke relatie zichtbaar (met de aanname dat de meeste regenwatersystemen in Limburg na 2005 zijn geïnstalleerd en voor 2005 in West-Vlaanderen). Als we de daling van de vraag in Belgisch Limburg extrapoleren naar het percentage regenwatersystemen vergelijkbaar met West-Vlaanderen (74%) komt de drinkwatervraag uit op 76 l/p/d, 6 liter boven het gemiddelde in West-Vlaanderen. Concluderend, de penetratiegraad van de regenwatersystemen in de provincies verklaart in belangrijke mate de afnemende drinkwatervraag. Echter, verdere onderbouwing en informatie voor de hierboven geschetste aannames ontbreken nog.

Een verschil tussen België en Nederland is dat de gemiddelde dakoppervlaktes in Nederland kleiner zijn, dus er kan minder water opgevangen worden. En daarnaast zijn de tuintjes vaak ook kleiner en vaak op een rij gesitueerd waardoor de installatie van een buffer lang niet altijd mogelijk is. De Provincie Limburg in Nederland biedt vanuit deze praktische oogpunten meer gelegenheid voor de toepassing van regenwatersystemen dan het verzorgingsgebied van Dunea.

2.4 Grijswatersystemen

Grijswatersystemen worden in de volksmond vaak verward met regenwatersystemen. Desalniettemin is er een zeer duidelijk verschil tussen beide systemen (zie tabel 2-1 voor de definities). Grijswatersystemen hergebruiken gezuiverd afvalwater afkomstig uit de keuken, badkamer en/of wasmachine om het toilet mee door te spoelen of de was te draaien.

Er zijn verschillende technieken om afvalwater te zuiveren. Vaak wordt natuurlijke zuivering doormiddel van een helofytenfilter toegepast. Dit is een plantenfilter met lagen zand, grint en schelpen, waar het vervuilde water langzaam door naar beneden zakt. De wortels van de moerasplanten (helofyten) zuiveren het water. Horizontale helofytenfilters worden toegepast om licht tot matig vervuild water te zuiveren terwijl verticale helofytenfilters gebruikt worden om zwaar vervuild water te zuiveren. Hierbij kan er nog gekozen worden om een nafiltering te doen of bacterie-afbraak doormiddel van een UV-lamp toe te passen. Deze variant wordt vaak toegepast wanneer er voldoende buitenruimte ruimte is en hiermee wordt de natuurwaarde opgewaardeerd.

De andere variant van zuiveren is een technischere installatie die meestal in de kelder van een gebouw geplaatst wordt. Na een voorbezinking wordt de organische verontreiniging afgebroken door bacteriën. Daarna vindt zuivering door een membraanfilter plaats. Een dergelijke grijswaterzuivering is met name interessant voor appartementencomplexen en flats waar veel water op een klein oppervlak gebruikt wordt waardoor minder leidingen en pompcapaciteit nodig zijn. Maar ook voor individuele huishoudens is het interessant.

Naast verschillende onderzoeken is er ook daadwerkelijk op verschillende locaties tot uitvoering over gegaan. Maar door een zogenaamd backlash event (niche failure) (Rotmans, Kemp, & van Asselt, 2001) werden grijswatersystemen in Nederland onpopulair¹⁰. Dit resulteerde in strengere wetgeving en regels, wat gezien wordt als een barrière voor nieuwe pilot projecten (Green Village, Delft) (Van Alphen, 2015). Toch zijn er wel locaties waar grijswatersystemen in het verleden geïnstalleerd en in gebruik genomen zijn zoals Polderdrift in Arnhem (helofytenfilter).

Niettemin geven de meeste geïnterviewde marktpartijen aan dat het marktaandeel van grijswatersystemen verwaarloosbaar is. Als belangrijkste redenen worden de hoge kosten aangedragen¹¹ en de mogelijke gezondheidsrisico's. Daarnaast spelen het gebrek aan waterschaarste en de ambiguïteit rondom regels en wetgeving ook een rol. In drogere gebieden zoals in het zuiden van Europa komen grijswatersystemen meer voor maar ook daar is het geen gebruikelijke procedure (Water Research Foundation, 2013).

¹⁰ Bij een nieuwbouwproject in de Leidsche Rijn werden leidingen door de installateurs verwisseld waardoor een grote groep bewoners ziek werden. De Minister (Jan Pronk) schafte investeringen in dubbele leiding systemen af en hij benadrukte dat volksgezondheid centraal moest blijven staan en dat de risico acceptatie laag was.

¹¹ Leidingen zijn een zeer bepalende factor voor drinkwater, voor een grijswatersysteem is een dubbel leidingennetwerk vereist waardoor de kosten hoog uitpakken.

2.5 Waterbesparende huishoudtechnieken

2.5.1 Douches

Waterbesparende douchekoppen werden in de jaren 1990 geïntroduceerd en zijn blijven groeien in aandeel over de jaren (Van Thiel, 2014). Ze hebben een marktaandeel bereikt van 45% in Nederland op dit moment. Dit percentage blijft licht stijgen omdat ze bij nieuwbouw en renovatie van corporatiewoningen standaard worden toegepast. Ondanks het marktaandeel is de daadwerkelijke besparing gemiddeld gezien nihil, minder dan 1 liter per minuut (8 in vergelijking tot 7,4) (Baggelaar & Geudens, 2008). Daartegenover staat dat Nederlanders de laatste decennia langer zijn gaan douchen (Van Thiel, 2014).

Naast de standaarddouche is de waterbesparende douchekop de afgelopen drie decennia het enige duurzame alternatief geweest voor de Nederlandse klant. Maar sinds een aantal jaar doet een nieuwe generatie douches zijn intrede op de markt. De E-shower¹² en de Nebia¹³ besparen water door het creëren van kleinere druppels om zo een mist effect te realiseren. Deze douches hebben zich ontwikkeld in relatief droge gebieden van de wereld zoals Australië (E-Shower) en de Verenigde Staten van Amerika (Nebia) met als doel om waterschaarste tegen te gaan. Daartegenover staan twee Nederlandse producten, de Upfall Shower¹⁴ en de Harmwells E-Shower¹⁵ die het warme water direct hergebruiken (recycledouche). Deze zijn ontwikkeld met als doel om duurzamer te handelen (in water- en energiegebruik) en tegelijkertijd meer comfort te hebben. Alle vier zijn ze pas zeer recent op de markt gekomen (max. 4 jaar) en garanderen dat comfort hetzelfde blijft of zelfs verhoogd wordt, terwijl ze 70% tot 90% minder water en energie verbruiken.

Niettemin is het marktaandeel van deze nieuwe generatie douches op dit moment verwaarloosbaar. Tevens zijn er verschillende barrières voor de grootschalige introductie van deze technologieën. Bijvoorbeeld, het is verboden om recycledouches in publieke ruimtes te installeren. Er mag namelijk in openbare ruimtes alleen drinkwater worden aangeboden, aangeleverd door de waterbedrijven zoals vastgelegd in de wet¹⁶. Met dat argument werd het gebruik van de recycledouches in een hotel in Nederland verboden door het ILT. Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu had geen bewijs overhandigd gekregen dat deze systemen veilig zijn en aan de eisen van waterkwaliteit voldoen. Ze vormen daarmee een risico op de volksgezondheid. Op huishoudniveau gelden deze wettelijke barrières niet.

De hoge kosten en publieke acceptatie van het douchen in je eigen water vormen mogelijk ook een barrière. Ten eerste, de recycle douches zijn momenteel nog prijzig (€2000-€5000) terwijl de mist-douches goedkoper zijn (rond de €500) maar minder beschikbaar en gepromoot in Nederland. Schaalvoordelen zouden de prijs van recycle douches drastisch doen verlagen. Daarnaast kan het inzichtelijk maken van de terugverdientijd (besparen op water maar bovenal op energie) een stimulans vormen voor deze technieken.

Een goedkoper alternatief is de douche warme-terug-winning (wtw). Een douche-wtw haalt warmte uit wegstromend douchewater, en gebruikt die om koud leidingwater te voorverwarmen. Het voorverwarmde water gaat naar de mengkraan van de douche en (of) naar de combiketel of boiler. Dit goedkopere alternatief wordt al grootschalig ingezet in de bouwsector maar heeft geen direct invloed op het watergebruik. Het zou mogelijk indirect, door lagere energiekosten, er voor kunnen zorgen dat mensen langer gaan douchen.

¹² <http://eshower.net/>

¹³ <https://nebia.com/>

¹⁴ <http://www.upfallshower.com/>

¹⁵ <https://www.hamwells.com/nl/e-shower>

¹⁶ Drinkwaterwet art. 4.

2.5.2 Toiletten

Naast de douche (41%) is de grootste watergebruiker in een huishouden het toilet (31%). Met een gemiddeld gebruik van 7,73 liter per spoelbeurt en een gemiddeld gebruik per persoon per dag van 33,8 liter (Van Thiel, 2014). Een variant die aanzienlijk minder water gebruikt is het vacuümtoilet. 1 liter in vergelijking met de 7,73 liter per spoelbeurt. In meerdere projecten in binnen en buitenland worden vacuümtoiletten toegepast. Het betreft hier meestal wijk- of hoogbouwinstallaties. De schaal is namelijk van belang voor de installatie. Voor huishoudsystemen is het een zeer dure investering die zich niet in geld terugbetaalt. Uit verschillende onderzoeken komen een aantal voordelen naar voren. Het wordt vaak gezien als hygiënischer dan een conventioneel toilet (geen rand dus makkelijker schoon te maken) (Hegger, 2007). Daarnaast werd het ook als praktischer ervaren doordat het spoelreservoir snel gevuld is en het als een statussymbool gezien kan worden (aandacht, lagere waterrekening en trots) (Hegger, 2007).

Onderzoeken van Koetse (2005), Telkamp (2008) en Van den Bulk (2008) laten zien dat vacuümtoiletten gemiddeld gezien gelijk scoren op gebruiksgemak, hygiëne en ervaring met conventionele toiletten. Echter, het harde geluid bij doorspoelen komt in de meeste onderzoeken als negatiever naar voren (Koetse, 2005; Hegger, 2007; Van den Bulk, 2008). Daar staan ook weer voordelen tegenover zoals een kortstondiger geluid; een enkele geluidsimpuls en een zeer korte periode van bijvullen van het reservoir (1 liter).

Tevens zijn er nog alternatieve toileettechnieken, zoals spoelonderbrekers, composttoiletten¹⁷, grijswater-hergebruiktoiletten¹⁸ en waterloze urinoirs. Spoelonderbrekers verbruiken gemiddeld 3 liter minder water per spoelbeurt en zijn in Nederland de standaard geworden. Bij een spoelonderbreker hebben gebruikers de keuze tussen twee knoppen (spaarstand en gewoon). Uit onderzoek van Van Thiel (2014) blijkt dat in 69% van de gevallen de spoelonderbreker daadwerkelijk gebruikt wordt. Composttoiletten kennen geen directe afvoer meer van de ontlasting (in enkele gevallen wordt de urine wel afgevoerd). Wat de penetratiegraad van deze toileettechniek is op de Nederlandse markt is zeer onbekend maar door de lagere gebruiksgemakken (meer geuroverlast en het legen van de ontlasting/compost) is de verwachting dat ze weinig voorkomen. In gevallen waar geen riool aanwezig is kan een dergelijk systeem uitkomst bieden. Grijswaterhergebruik toiletten kunnen aangesloten zijn op een grijswatersysteem (dit is besproken in 3.4) of verbonden met een geïntegreerde wastafel. Tot slot, waterloze urinoirs zijn in het begin van deze eeuw geïntroduceerd (met name bedoeld voor de publieke ruimte) alleen lijkt de afzet te stagneren volgens marktpartijen zoals Duravit, Urined en Uridan. In buurlanden, zoals Duitsland, worden de waterloze urinoirs (met geurafscheiding) in grotere mate toegepast.

Andere waterbesparende technieken die meegenomen zijn in het vervolg van dit onderzoek zijn wasmachines (zoals de semi-waterloze¹⁹ en de sprinkler²⁰ wasmachine) en water besparende kranen²¹ (zie Bijlage I).

17 <http://www.de12ambachten.nl/nonolet.html>; <http://www.ecosave.nl>;

18 <http://www.roca.com.es/w+w/w+w/en/>

19 <http://www.xeroscleaning.com>

20 <http://www.spray-project.eu>

21 <https://www.grohe.nl/nl/badkamer/waterbesparende-innovaties/waterbesparende-kranen.html>

3 Drijvende krachten en barrières

3.1 Ontwikkelingen richting decentralisering en waterbesparing

In deze paragraaf bespreken we maatschappelijke ontwikkelingen en factoren die bijdragen aan de ontwikkeling van decentrale wateroplossingen, zowel op het gebied van waterlevering, als (afval)water inzameling en behandeling, en waterbesparing. De ontwikkeling van decentrale wateroplossingen en waterbesparing vindt plaats in een complex systeem van wetten en regels, overheden, marktpartijen, burgers, technologieën en klimaat. We richten ons in dit onderzoek vooral op de inzet van regenwater als bron voor huishoudelijk water, de introductie van nieuwe sanitatiesystemen voor zover ze tot een andere watervraag leiden (of tot hergebruik) en de inzet van waterbesparende technologieën. De inzichten zijn ontleend aan expertinterviews en een bureaustudie.

Bevolkingsontwikkeling

Met name bevolkingskrimp kan de introductie van decentrale systemen stimuleren. Het centrale systeem is relatief duur voor kleine groepen gebruikers die afgelegen wonen. In die situaties kan het economisch voordelig zijn om zowel voor de levering van (drink)water als de inzameling en verwerking van afvalwater een decentrale oplossing te kiezen. In dit onderzoek besteden we specifiek aandacht aan de bevolkingsontwikkeling in Limburg en Zuid-Holland en verkennen we de mogelijkheid van een decentrale hotspot (zie hoofdstuk 8)

Prijsniveaus en subsidies

Een van de redenen voor burgers om water te besparen of op zoek te gaan naar alternatieve bronnen is een prijsstijging van het leidingwater zelf of indirect op het gebruik ervan. Met een prijs van rond de 1,20€ per 1000 liter is drinkwater een relatief goedkoop product, zeker in verhouding tot het belang voor ieders gezondheid. Voor de verwerking van afvalwater geldt alleen een vastrecht, dat niet een-op-een is gekoppeld aan gebruik. Deze beide factoren maken dat op dit moment de economische prikkels voor besparing, hergebruik of eigen productie zeer gering zijn.

Toch vormen economische prikkels of veranderingen in prijsniveaus een belangrijke, zij het onzekere, drijvende kracht. Daarbij kan gedacht worden aan een prijsstijging van (drink)water, koppeling van afvalstoffenheffing aan gebruik of een subsidie voor het opvangen van regenwater. Dat laatste lijkt gezien de huidige ontwikkelingen het meest waarschijnlijk. Vooral in stedelijke gebieden leiden extreme regenbuien nogal eens tot overstromingen. Het apart opvangen van regenwater (dus niet samen met afvalwater) kan helpen om dat te voorkomen. Het opgevangen regenwater kan vervolgens voor allerlei huishoudelijke doelen worden ingezet. Data van de Watergroep (zie paragraaf 3.3) laat zien dat dit ook daadwerkelijk tot besparing leidt.

Een andere indirecte factor die besparing kan stimuleren is de prijs van energie. Die heeft, samen met subsidies, al geleid tot een toename van de particuliere elektriciteitsproductie. In een gemiddeld huishouden wordt 25% van de energie gebruikt om water op te warmen²². Besparing in het watergebruik leidt dus tot een directe besparing op energie. Dit effect kan echter weer te niet worden gedaan als de prijs van duurzame energie verder blijft dalen.

²² <https://www.duurzaamthuis.nl/energie/verwarming>

Circulaire economie

Een meer fundamentele verschuiving, die kan leiden tot de inzet van waterbesparende technieken of waterhergebruik, is de transitie van een lineaire naar een circulaire economie (CE). In een circulaire economie draait het om besparing, (lokale) kringlopen van voedsel, water en energie en recycling en hergebruik. Er bestaat geen blauwdruk van hoe systemen er in een CE uitzien, maar het gebruik van lokale bronnen (grond-, regen- en oppervlaktewater), lokale verwerking van afvalwater, waterbesparing en hergebruik van afvalwater worden in het kader van de CE onderzocht en getest (Van Alphen, 2015).

Duurzaamheidswaarden en zelfvoorzienendheid

Naast economische motieven, zijn er ook andere redenen waarom burgers ervoor kunnen kiezen zelf water te produceren of zelf hun afvalwater te verwerken. Uit de bestudering van decentrale initiatieven in Nederland (Van Alphen, 2015), blijkt de wens tot zelfvoorzienendheid en duurzaamheid ten grondslag liggen aan de keuze voor decentrale oplossingen. Uit dat onderzoek blijkt ook dat de drang tot zelfvoorzienendheid groter is in andere sectoren (energieproductie, afvalwaterverwerking) maar dat de drinkwatersector daarbij kan aanhaken.

De wens tot zelfvoorzienendheid wordt versterkt door gepercipieerde kloof tussen politiek en samenleving, geopolitieke conflicten en de grote aandacht voor terroristische incidenten. Dit roept vragen op over onze afhankelijkheid van Russisch gas en Saoedische olie. Deze vragen dragen bij aan een bredere behoefte om onafhankelijk te zijn en in enige mate zelfvoorzienend.

Daarnaast neemt het vertrouwen in instellingen, organisaties en multinationals de laatste jaren af (Arends & Schmeets, 2015), terwijl het milieubewustzijn toeneemt (Schyns, 2016). Dit motiveert een groeiende groep mensen om zelf hun basisvoorzieningen te organiseren. Bijvoorbeeld door hun eigen energie te produceren, lokale producten te kopen, zelf hun zorg te organiseren en eigen scholen te stichten. Deze groep was aanvankelijk vrij klein en bestond voornamelijk uit idealisten. Op dit moment wordt zelfvoorzienendheid echter voor een groeiende, eerder jonge en 'hippe' groep een levensstijl (bijvoorbeeld in kleine woongemeenschappen). Er speelt ook het bewustzijn dat we als maatschappij veel hebben opgetuigd maar dat dat op individueel niveau een grote afhankelijkheid en consumptie-mentaliteit in de hand werkt, die niet door iedereen als wenselijk wordt ervaren.

Nieuwe ontwikkelingen op het gebied van ruimtelijke ordening creëren ruimte voor deze wens om zelfvoorzienend te zijn, mede gedreven door bezuinigingen. Een recent voorbeeld hiervan is Almere Oosterwold²³. Hier krijgen nieuwe bewoners de gelegenheid om hun eigen duurzame en zelfvoorzienende woningen te bouwen, inclusief decentrale wateroplossingen.

Tegelijkertijd leiden de zichtbare gevolgen van klimaatverandering tot een toenemend duurzaamheidsbesef bij burgers. Dat uit zich in een toenemende vraag naar duurzame energie (al of niet zelf geproduceerd), biologische landbouwproducten, vleesvervangers, elektrische auto's etc. Ook waterbesparing wordt gezien als bijdrage aan duurzaamheid, bijvoorbeeld door zuinige wasmachines en waterbesparende douchekoppen. Het is wel zeer de vraag of mensen bereid zijn hun levensstandaard aan te passen of dat ze hun huidige levensstandaard willen behouden, maar dan op een meer duurzame manier.

Onderzoek van Brouwer (2016) onder klanten van Vitens maakt onderscheid tussen vier verschillende klanttypen. 65% van de klanten behoort tot een klanttype dat geïnteresseerd is in duurzaamheid. Van die 65% is 30% bereid om ook iets meer te betalen als de

²³ <https://almere20.almere.nl/gebiedsontwikkeling/oosterwold/>

drinkwatervoorziening duurzamer wordt. Uit het onderzoek blijkt ook dat de onder de respondenten het gebruik van regenwater is geaccepteerd, maar mensen zijn meestal niet bereid om hun gedrag ten aanzien van water sterk te veranderen²⁴.

Risico-acceptatie

Een belangrijke voorwaarde voor zelfvoorzienendheid is een toenemende risico-acceptatie. De rol van de overheid als beschermer die risico's volledig uitbant is in de praktijk achterhaald, maar bestaat in de beleving van mensen nog wel.

De overheid treedt in veel domeinen terug, door deregulering, zelf-regulering, decentralisatie en participatie. De overheid ziet zich steeds vaker als een van de spelers in een netwerk in plaats van de alles bepalende instantie. In het concrete geval van decentrale sanitatie of decentrale drinkwaterproductie is dat nog niet zo ver ontwikkeld. Ook wat dat betreft vormt Oosterwold een interessante casus. In hoeverre kunnen en willen burgers zelf verantwoordelijkheid dragen voor hun voorzieningen en in hoeverre zijn ze daarbij bereid risico's te accepteren in ruil voor grotere vrijheid en zelfbeschikking?

Klimaatverandering en klimaatadaptatie

Klimaatverandering en -adaptatie vormen een belangrijke drijvende kracht voor de ontwikkeling van decentrale systemen en dan in het bijzonder de opvang en het gebruik van regenwater.

Het rioolstelsel in de Nederlandse steden kan regenbuien van ongeveer 20mm en 30mm per etmaal afvoeren. De huidige klimaatscenario's van het KNMI voorzien echter een toename van de zware regenbuien (KNMI, 2014a). Een extreem voorbeeld is een bui van 130mm in 24 uur (bijvoorbeeld op 28 juli 2014). De huidige verwachting van zulke buien is nu een keer in 6 tot 15 jaar (KNMI, 2014b). Om dit in perspectief te zien: de totale hoeveelheid regenval in een jaar in Nederland is ongeveer 800 mm. Het huidige rioleringsstelsel is niet in staat om dergelijke intensieve buien af te voeren, met als gevolg dat straten overstromen en kelders en huizen vollopen met water, wat leidt tot schade en hoge kosten.

Waterschappen en gemeenten zijn verantwoordelijk voor het stedelijke watersysteem. Het vervangen en uitbreiden van het rioolstelsel wordt niet gezien als de meest wenselijke oplossing vanwege de hoge kosten die daarmee gepaard gaan. In plaats daarvan kan worden ingezet op het vergroten van de opvangcapaciteit van de bodem door de aanleg van groenzones en het stimuleren van regenwateropvang. Dat laatste is bijvoorbeeld in Vlaanderen al verplicht. Gemeenten - die zorg hebben om te gaan met regenwater, zoals aangegeven in artikel 3.5 van de Waterwet - kunnen huiseigenaren (van nieuwbouwhuizen) dwingen (of via een subsidie stimuleren) om hun regenwater op hun eigen terrein op te vangen, zoals vermeld in de Wet Milieubeheer

Steeds meer gemeenten gebruiken dit instrument om de druk op het rioolstelsel te verminderen, waaronder gemeenten in Limburg. Tegelijkertijd bieden Waterschappen financiering en subsidies voor regentonnen, infiltratiekratten en andere oplossingen. In mei 2017 stelden Waterschap Limburg en 15 gemeenten in Noord- en Midden-Limburg een subsidie beschikbaar voor het ontkoppelen van de regenpijp van het rioolstelsel door huishoudens.

Wetgeving

In de nieuwe Omgevingswet vervallen algemene regels over het lozen in het oppervlaktewater, in het riool en in de bodem. De nieuwe Omgevingswet biedt de decentrale

²⁴ Brouwer, S. (2016) Van Klantbeleving tot Handelingsopties BTO2016.006

overheden meer beleidsvrijheid om regionaal en lokaal maatwerk te leveren. Tegelijkertijd staan deze overheden voor de uitdaging om met de bestuurlijke afwegingsruimte die door het wegvallen van regelgeving ontstaat, op lokaal en regionaal niveau beleidskeuzes te maken en zo nodig regels te formuleren. De Omgevingswet hanteert het “ja mits”-principe in plaats van het “nee tenzij”-principe.

Gemeentes hebben ook de mogelijkheid om bij nieuwbouw bewoners te verplichten water dat valt op hun perceel zelf af te voeren (door infiltratie of gebruik). Deze mogelijkheid wordt door steeds meer gemeentes benut²⁵.

In het nieuwe Bouwbesluit is een aansluiting op het drinkwaternet niet meer in alle omstandigheden verplicht. Bovendien verplicht de aansluiting net tot het daadwerkelijk afnemen van drinkwater.²⁶ Dat maakt de weg naar een eigen drinkwatervoorziening vrijer.

3.2 Barrières

Naast drijvende krachten zijn er ook barrières. Technologieën zelf worden niet beschouwd als de beperkende factor voor upscaling (De Graaf et al., 2011). De sociaal-politieke omgeving waarin deze technologieën geïmplementeerd moeten worden, worden gezien als barrières voor verandering (De Graaf et al., 2011). Deze bestaat uit een complexe interactie tussen verschillende actoren en belangen. In de rest van deze paragraaf worden verschillende belemmeringen voor de invoering van decentrale oplossingen beschreven.

Het huidige systeem

In de energiesector vormen decentrale oplossingen vaak een duurzaam alternatief voor het bestaande centrale systeem, dat evident niet duurzaam is. In de watersector is dat niet zo evident. Allereerst is de kwaliteit (gezondheid) van Nederlands drinkwater een van de hoogste ter wereld, zonder chloor en andere toegevoegde stoffen te gebruiken. Bovendien is de waterprijs laag als gevolg van efficiëntie en het niet hebben van een winstoogmerk. Ten slotte heeft drinkwater een relatief lage CO₂-voetafdruk (zeker in vergelijking met energie), die de sector bovendien verder probeert te verkleinen.

Het zijn externe actoren (bijvoorbeeld marktbedrijven en onderzoekers), meestal buiten de sector, die de valkuilen en problemen van het huidige systeem onderstrepen. Terwijl tegelijkertijd de institutionele spelers (waterbedrijven en Ministerie van Infrastructuur & Milieu) gericht zijn op het behoud van het bestaande systeem en wijzen op de huidige wetgeving en positieve kenmerken van dat systeem.

Het blijft onduidelijk of centrale systemen meer of minder duurzaam zijn dan decentrale systemen. Bovendien blijkt het huidige systeem effectief en veilig te zijn, terwijl er een lange lijst van onzekerheden en vragen over het functioneren van decentrale systemen bestaat. Dit is een belemmering voor het opschalen en zorgt dat de waterbedrijven terughoudend zijn in het bevorderen van decentrale ontwikkelingen.

De kosten voor drinkwater bestaan voornamelijk uit vaste kosten. Een daling van het drinkwaterverbruik leidt niet tot een evenredige afname van de kosten voor productie en distributie van drinkwater. Met andere woorden: een besparing in het gebruik van water leidt niet tot een kostenbesparing, maar eerder tot een hogere prijs per kuub (dezelfde kosten moeten over minder kuubs worden verdeeld) of een hoger vastrecht.

²⁵ <https://www.gemeente.nu/ruimte-milieu/gemeenten-zoeken-alternatieven-hemelwaterafvoer/>

²⁶ https://www.bouwbesluitonline.nl/Inhoud/docs/wet/bb2012_nvt/artikelsgewijs/hfd6/afd6-3

Het huidige gecentraliseerde drinkwater systeem heeft een lange geschiedenis. In deze periode is het geoptimaliseerd voor de Nederlandse situatie, met verschillende soorten waterbronnen over het hele land. Decentrale systemen zijn nog niet geoptimaliseerd voor de Nederlandse context. Optimalisatie is niet alleen een technisch probleem maar bevat ook sociale aspecten. Installateurs moeten ervaring en deskundigheid opdoen om het aantal fouten te verminderen en de tijd die het kost om dergelijke systemen te installeren. Ook het gedrag van consumenten heeft zich helemaal geschikt rond de bestaande infrastructuur.

Economische aspecten

Drinkwater is relatief goedkoop, vooral in vergelijking met andere essentiële behoeften zoals voedsel en energie. We spoelen zelfs onze toiletten met drinkwater en voelen dat niet in onze portemonnee. Bovendien is het systeem betrouwbaar en van hoge kwaliteit. Tenzij burgers andere eisen aan de watervoorziening stellen, zoals zelfvoorzienendheid of circulariteit, moeten decentrale systemen dezelfde prestaties leveren, inclusief lage kosten. Een lokaal systeem gebaseerd op bijvoorbeeld regenwater is niet goedkoper dan leidingwater en zal dus ook niet om financiële redenen toegepast worden.

Ook meer holistische concepten (bijv. circulaire economieprojecten) waarin decentrale systemen een rol spelen, zijn nu financieel niet gunstig omdat technologieën nog niet op een grote schaal zijn geïntegreerd en niet op grote schaal beschikbaar zijn. Bovendien vereist het toepassen van nieuwe circulaire gedecentraliseerde technologieën vaak nieuwe kennis en kost het meer werk. Installateurs hebben meer tijd nodig voor installatie door het gebrek aan praktijkervaring. Als gevolg hiervan stijgen de installatiekosten en vermindert het potentieel van de technologie.

Drinkwater is niet het centrale vraagstuk

Veel decentrale wateroplossingen richten zich op klimaatadaptatie (bijv. regenwateropvang en -gebruik). Dat je dat water ook in kunt zetten in de woning, is in dat geval een bijverschijnsel. En in dat geval gaat het vaak om huishoudwater, dat niet van drinkwaterkwaliteit is.

Lokale drinkwaterproductie maakt bijna altijd deel uit van een groter gedecentraliseerd of duurzaam concept. Het omvat vaak lokale afvalwaterbehandeling, resource recovery en energieproductie. Van Alphen (2015) laat zien dat projecten exclusief gericht op lokale drinkwaterproductie in Nederland schaars zijn. In andere landen in Europa en daarbuiten bestaan echter dergelijke projecten, maar zijn het gevolg van het ontbreken van gecentraliseerde systemen of waterschaarste.

Ook de meeste marktpartijen richten zich niet op lokale drinkwaterproductie, maar andere soorten water (bijvoorbeeld huishoudelijk water). Bestaande spelers zien weinig in het decentraal produceren van drinkwater en ontmoedigen zelfs klanten die erom vragen, vanwege de gezondheidsrisico's. Sommige nieuwe spelers zien wel een vraag naar drinkwater met een hoge kwaliteit en proberen dit gat te vullen. Deze vraag is echter vaak bedoeld voor industriële toepassingen. Regenwater is bijvoorbeeld een belangrijk element van de identiteit van een product zoals regenwaterbier²⁷.

Volksgezondheid

Volksgezondheid is het hoofddoel van het huidige watersysteem. Verbetering op gebieden zoals duurzaamheid, efficiëntie of prijs mogen niet ten koste gaan van die volksgezondheid. Zelfs de perceptie dat het een hoger risico zou hebben, is vaak al onacceptabel (Van Alphen, 2015). Met betrekking tot decentrale systemen (in het bijzonder gebaseerd op regenwater)

²⁷ <http://www.bierenco.nl/brouwerij-prael-hemelswater-code-blond/>

bestaat er onzekerheid over de kwaliteit van de waterbronnen (Hofman-Caris en Bertelkamp, 2017) en de veiligheid van de toepassing.

Om dit te illustreren: gedecentraliseerde sanitaire projecten die in het verleden zijn ingevoerd blijken vaak niet goed te zijn geïmplementeerd en functioneren daarom niet altijd goed. Eigenaren van dergelijke systemen ontbreekt soms de kennis om dergelijke systemen te gebruiken en te onderhouden (bijvoorbeeld de stekker van de uv-filter eruit om de kerstverlichting aan te sluiten) en ook gemeenten hebben gebrek aan kennis en capaciteit om de werking van de systemen te controleren en te handhaven. Als gevolg daarvan werd afvalwater soms direct in het milieu geloosd.

Dezelfde aspecten gelden voor grijswatersystemen en in mindere mate regenwatersystemen. Bijvoorbeeld, als filters niet regelmatig worden gecontroleerd en vervangen, kan kwaliteitsverlies optreden, wat ernstige gevolgen kan hebben voor de gezondheid. Ook het verkeerd aansluiten van leidingen, zoals in Leidsche Rijn het geval was, kan tot gezondheidsproblemen leiden. Dit is een van de belangrijkste redenen voor het Ministerie van Infrastructuur en Milieu om het produceren en leveren van drinkwater bij de drinkwaterbedrijven te houden.

Het belang van de volksgezondheid wordt mede gewaarborgd door strenge periodieke kwaliteitscontroles. Deze vinden plaats in laboratoria en kosten ongeveer tussen € 7.000 tot € 14.000 per stof, per jaar. Overheden kunnen aanpassen en vragen om minder strengere eisen, zoals het verminderen van de frequentie of aangepaste monitoring afhankelijk van de bron. Echter, het monitoringsprogramma's blijft een relatief hoge kostenpost voor kleine installaties.

Verantwoordelijkheidsverdeling

Een belangrijke barrière voor lokale collectieven is de verantwoordelijkheidsverdeling tussen de deelnemers en de continuïteit in het geval van verhuizingen. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om wie verantwoordelijk is voor onderhoud (bijvoorbeeld helofytenfilters) en het financiële beheer. Uit gesprekken met deelnemers van collectieven als Aardehuis en Polderdrift blijkt dat aan het begin van een project taken worden verdeeld onder een gemotiveerde groep deelnemers en in sommige gevallen externe partijen. Wanneer de tijd verstrijkt en er nieuwe bewoners komen, kan dat ten koste gaan van de gedeelde ideologische basis en kan er wrijving tussen bewoners ontstaan, bijvoorbeeld over verantwoordelijkheidsverdeling of over gedrag en consumptiepatronen van mede-bewoners.

Publieke acceptatie

Publieke acceptatie kan een probleem zijn voor sommige technologieën. Composttoiletten zijn niet populair vanwege de geur en het feit dat ze in sommige gevallen vliegen aantrekken. Ze zijn daarmee in feite alleen geschikt voor ecologische pioniers. Eigenaren worden zelfs geconfronteerd met het feit dat hun bezoekers niet gewend zijn aan het droge toilet. Het gaat dus niet alleen om individuele acceptatie, maar ook om sociale acceptatie. Ook vacuümtoiletten worden vaak als onprettig ervaren, vanwege het harde geluid (Hegger, 2007; Koetse, 2005; Telkamp, 2008; Van den Bulk, 2008).

Het gebruik van (gefilterd) regenwater voor het wassen van kleding leidt ook tot vragen en klachten. Klanten moeten er vaak overtuigd worden dat de was echt schoon wordt. De perceptie bestaat dat er uiteindelijk met vies water wordt gewassen (Mankad & Tapsuwan, 2011). Fouten in het onderhoud dragen niet bij aan dat vertrouwen. In een geval waarin de filters verstopt waren en de was niet schoon werd, kozen bewoners ervoor terug te gaan naar het gebruik van leidingwater, ook toen de filters waren vervangen. Het spoelen van

toiletten met regenwater levert minder weerstand op, maar roept wel vragen op over hygiëne en gezondheid.

4 Toekomstscenario's

4.1 Inleiding

Om inzicht te krijgen in de potentie van decentrale en/of waterbesparende technieken, zijn voor dit project twee toekomstscenario's voor 2050 ontwikkeld. Beide scenario's vormen een samenspel van maatschappelijke ontwikkelingen, waarbinnen nieuwe technieken worden geïmplementeerd en mensen hun gedrag al of niet veranderen.

De scenario's zijn ontwikkeld met het expliciete doel om de randen van het speelveld te verkennen op het gebied van de watervraag, gebruik van alternatieve bronnen en piekbelasting. We zijn daarbij uitgegaan van de strategische kwetsbaarheden van het huidige systeem: een te laag gemiddeld verbruik en een groot verschil tussen het gemiddelde verbruik en de piekbelasting.

Dit heeft geleid tot twee verschillende scenario's: *Let It Flow*, waarin comfort en regenwatergebruik domineren en *Aqua Minimal*, waarin waterbesparing en waterhergebruik



centraal staan. In de volgende paragraaf worden de scenario's uitvoeriger beschreven.

De scenario's zijn elk uitgewerkt in een milde en een extreme variant. De scenario's zijn vervolgens gecombineerd met drie scenario's voor de bevolkingsontwikkeling in de gebieden van WML en Dunea, gebaseerd op bestaande prognoses en scenario's. Zo ontstaan dus in totaal twaalf scenario's met elk hun eigen impact.

SCENARIOS	SOCIAAL-TECHNISCH AQUA MINIMAL		SOCIAAL-TECHNISCH LET IT FLOW	
	Mild	Extreem	Mild	Extreem
DEMOGRAFISCH SCENARIO LAAG	Mild	Extreem	Mild	Extreem
DEMOGRAFISCH SCENARIO MIDDEN	Mild	Extreem	Mild	Extreem
DEMOGRAFISCH SCENARIO HOOG	Mild	Extreem	Mild	Extreem



4.2 Scenario 1: Let It Flow

In dit scenario gaan we uit van een samenleving die bereid is om (publiek) in duurzaamheid te investeren als het niet leidt tot een afname van de individuele beleving. Door wetgeving, campagnes en subsidies worden burgers gestimuleerd om regenwater in en om het huis te gebruiken. Dit heeft vooral als doel wateroverlast te beperken en stormwater uit het riool te houden. Waterbesparing op huishoudensniveau komt niet echt van de grond. Het gebruik van regenwater lijkt juist averechts te werken. Mensen zien het water zomaar uit de hemel vallen en ervaren niet de noodzaak daar zuinig mee om te gaan.

Gemeentes en waterschappen verplichten en subsidiëren de opvang van regenwater op het eigen perceel. Met grote reclamecampagnes worden mensen gewezen op de voordelen van regenwater: het is gratis, zacht voor de was en je helpt overstromingen voorkomen. Steeds meer huishoudens nemen een regenton en sommigen gaan verder door hun kelders te benutten voor een grotere opvangcapaciteit. Dat maakt ook toepassing in huis mogelijk, bijvoorbeeld voor de wasmachine en het toilet. Dat beantwoordt aan een breed gedeeld gevoel dat het zonde is om regenwater zomaar het riool in te laten stromen en het logisch is dat water in huis te gebruiken. Sommigen gaan zelfs zo ver dat ze regenwater gebruiken voor de douche, ondanks de negatieve adviezen daaromtrent.

Door de grootschalige introductie van regenwatersystemen nemen de kosten snel af en krijgen ook projectontwikkelaars en installateurs meer vertrouwdheid met deze nieuwe technieken. Het gebruik van regenwater vraagt een minimale gedragsverandering en past daarmee bij de overwegend hedonistische levensstijl die de Nederlander van 2050 heeft aangemeten. Energie wordt hoofdzakelijk duurzaam opgewekt, wat voor veel mensen de noodzaak om energie te besparen ook heeft weggenomen.

Hoewel men dankzij de regenwateropvang beter in staat is om de zware regenbuien op te vangen, ontstaat er in droge zomer ineens een groot tekort aan water. De waterbedrijven moeten alle zeilen bijzetten om aan de plotseling sterk toegenomen vraag te kunnen voldoen.

4.3 Scenario 2: Aqua Minimal

In dit scenario gaan we uit van een samenleving die bereid is om (publiek) te investeren in grootschalig besparen: in *energie*, *water* en individuele *kosten*. Door aan de ene kant overheidsimpulsen (zoals regels en subsidies) en aan de andere kant marktinvoeden wordt er bespaard op het waterverbruik op huishoud- en buurniveau. Beweegredenen variëren van duurzaamheid, zelfvoorzienendheid, lagere kosten, en vrijstelling van heffingen.

De waterbesparing is onderdeel van een grootschalige transitie naar een circulaire economie. Hergebruik is de standaard en wordt in bijna alle sectoren van de economie toegepast. Er heeft een verschuiving plaatsgevonden van bezit naar gebruik. Kleding, interieur, fietsen, auto's, bijna alles wordt geleased en aan het eind van de levensduur gerecycled of gerepareerd, vaak op lokale schaal.

In die context verandert ook de manier waarop we met water omgaan. Afvalwater wordt vaak lokaal gezuiverd en hergebruikt als huishoudwater. De zuiveringen zijn zeer robuust en geavanceerde sensoren houden real time de kwaliteit van het gezuiverde water in de gaten. Regenwater wordt wel lokaal opgevangen, maar niet ingezet in huis vanwege de onvoorspelbare kwaliteit. Dit wordt ook niet gestimuleerd vanuit de overheid. Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu²⁸ wil graag het monopolie van de drinkwaterbedrijven in stand houden.

De nadruk op besparing is een wereldwijde trend die een enorme impuls geeft in de technologische ontwikkeling. Vaatwassers en wasmachines die maar enkele liters water nodig hebben, superstille vacuümtoiletten en een douche die maximaal 5 liter gebruikt zijn slechts enkele voorbeelden. Ook in het gedrag van mensen vinden veranderingen plaats. Besparen is hip en je kunt je energie- en waterverbruik via sociale media delen om indruk te maken op je vrienden.

Het gevolg is dat er slimme water- (en energie-)besparende technieken worden toegepast op verschillende schalen. Per type huishouden en per type locatie zijn er duidelijke verschillen waarneembaar in de mate van besparingsmogelijkheden en verwachte acties. Met als resultaat dat de watervraag steeds verder begint af te nemen.

4.4 Vertaling scenario's naar watergebruik

In de volgende paragrafen wordt per scenario laten zien hoe de verschillende waterfuncties worden ingevuld, zowel qua gedrag, als qua gebruikte technologie. In 0 zijn de tabellen weergegeven met de kwantificering van de verschillende technologieën.

Qua technologie wordt het LF scenario gedomineerd door comfort en regenwatergebruik, terwijl in het AM scenario juist besparing en hergebruik centraal staan. Dat zien we ook terug in de gedragscomponent. In het LF scenario douchen mensen bijvoorbeeld langer en gebruiken ze meer water in de tuin dan in het AM scenario.

Douche

We maken onderscheid tussen vier typen douches:

- Normale douche
- Waterbesparende douchekop
- Comfortdouche
- Recycle-douche/Sprinklerdouche

Uit interviews met de woningbouwcorporaties blijkt dat in nieuwbouw meer waterbesparende douchekoppen worden toegepast dan in bestaande bouw. De comfortdouche heeft een hogere penetratiegraad in het LF scenario vanwege de behoefte aan comfort en de minimale aandacht voor besparing. Dat leidt ook tot een lagere penetratiegraad voor (comfort)recycledouches. De recycledouches worden meer toegepast in nieuwbouw, vanwege inbouwkosten en passen beter in het AM scenario, omdat ze zuiniger zijn in water en energie.

In 2017 doucht een Nederlander gemiddeld 8,9 minuten per dag. In het LF scenario gaan we uit van een toename naar 9,2 minuten (mild) en 9,7 minuten (extreem) vanwege de nadruk op comfort in dit scenario. Het ligt ook in lijn met de huidige waargenomen stijging. Bovendien gaan we uit van een cohorteffect, waarbij de jongere generatie langer doucht dan de oudere generatie. We verwachten dat zij hun gedrag niet veranderen als ze ouder worden.

In het AM scenario gaat de doucheduur iets om laag naar 8,6 (mild) en 8,1 (extreem), omdat in dit scenario mensen milieu- en kosten bewuster zijn. De douchefrequentie houden we constant op het huidige aantal van 0,72 keer per dag.

Toilet

We maken onderscheid tussen vier typen toiletten

- Normaal toilet
- Normaal toilet met spoelonderbreker
- Vacuümtoilet (of andere 1l-concepten)
- Composttoilet

Bij stedelijke nieuwbouw en grootschalige renovatie is er de grootste kans op de implementatie van vacuümtoiletten, vanwege de dichte bebouwing en de schaal waarop implementatie kan plaatsvinden. In bestaande bouw verwachten we geen vacuümtoiletten.

Het composttoilet heeft dusdanig grote gebruiksbeperkingen en acceptatieproblemen, dat we geen implementatie verwachten in beide scenario's.

We veronderstellen geen verandering in het toiletgedrag, als het gaat om frequentie. Het gebruik van bijvoorbeeld de spoelonderbreker verschilt wel per scenario. In het LF scenario blijft die in de milde variant gelijk aan de huidige 69%, maar gaat die in de extreme variant omlaag naar 40% doordat een deel van de mensen met regenwater spoelt en men niet de noodzaak ziet daarin te besparen.

Machinale was

We maken onderscheid tussen drie typen wasmachines:

- Normale wasmachine
- Zuinige (reguliere) wasmachine
- Semi-waterloze wasmachine

Door de huishoudingsverdunding neemt in ieder scenario de frequentie van wassen iets toe, van 0,29 naar 0,30 keer per dag. De semi-waterloze wasmachine komt niet voor in het LF scenario, omdat er in dit scenario weinig technologische ontwikkeling op het gebied van waterbesparing is en dit ook bij gebruikers geen prioriteit heeft. De semi-waterloze wasmachine komt wel voor in het AM scenario, omdat er meer technologische ontwikkeling is en er meer vraag naar is door gebruikers. Door het circulaire "gebruik in plaats van bezit" principe, worden wasmachines veel sneller vervangen voor nieuwere modellen.

Machinale afwas

Momenteel heeft 63% van de huishoudens een afwasmachine. We gaan ervanuit dat dit in beide scenario's iets toeneemt (VEWIN prognoses), naar ongeveer 70% (1-persoons huishoudens hebben vaker geen afwasmachine).

We gaan voor het LF scenario uit van een iets hogere verbruiksfrequentie van 0,18 keer per persoon, per dag. In het AM scenario gaan we uit van minder voorspoelen, vanwege betere technologie en duurzaamheidsoverwegingen.

In het LF scenario gaan we uit van dezelfde gebruikscapaciteit als nu, 16 liter per wasbeurt. In het AM-scenario gaan we uit van meer technologische vooruitgang, waardoor een wasbeurt nog maar 10 liter kost.

Tuin sproeien

We gaan er in het LF-scenario vanuit dat iedereen die een tuin heeft, en een regenwateropvang heeft, dit water in ieder geval gebruikt om de tuin te sproeien. We gaan daarnaast uit van een afname van het verharde tuinoppervlak in het LF scenario, in lijn met de klimaatadaptatielogica. In het AM-scenario gaat de huidige trend van verstening juist door. Dit wordt niet geremd door klimaatadaptatiemaatregelen, want die worden in dit scenario niet genomen.

We houden rekening met de klimaat scenario Wh en Wl van het KNMI. In scenario LF (extreem) wordt er vaker gesproeid vanwege meer droge dagen, evenals in het scenario AM (mild)

Regenwateropvang

In het LF (mild) scenario vangt 50-80% van de huishoudens regenwater op, wat oploopt tot 100% in het LF (extreem) scenario. Het huishoudelijk gebruik hiervan verschilt echter aanzienlijk. Zo gebruikt in het LF (mild) scenario 5-15% van de huishoudens in bestaande bouw regenwater in het huishouden en 50% van de nieuwbouw huishoudens. In het LF (extreem) scenario liggen die cijfers twee keer zo hoog. In het AM scenario wordt regenwater enkel voor de tuin gebruikt. In de AM scenario's vangt 40-60% (respectievelijk het milde en extreme scenario) van de mensen met een tuin regenwater op voor het sproeien van de tuin.

De beschikbaarheid van opgeslagen regenwater gedurende droge periodes verschilt per scenario. Zo is in het LF scenario deze hoger voor bestaande bouw dan voor nieuwbouw/renovatie, omdat in die laatste categorie meer regenwater voor huishoudelijke toepassingen wordt gebruikt en de voorraad dus sneller op is. In het AM scenario is de beschikbaarheid een stuk groter, omdat regenwater daar alleen maar voor de tuin wordt gebruikt.

Waterhergebruik

Waterhergebruik komt mondjesmaat voor in het scenario AM (mild), 10-30% en een stuk meer in het AM (extreem) scenario, namelijk 40-80%. Dit betreft het hergebruik van water van de douche, wasmachine en overige kranen voor het toilet. In het LF scenario speelt waterhergebruik geen rol van betekenis.

4.5 Bevolkingsscenario's

Per verzorgingsgebied zijn drie scenario's opgesteld voor de bevolkingsontwikkeling. We nemen als uitgangspunt de bestaande prognoses van het CBS en de Provincie Limburg (Figuur 5-1). Naast de prognoses zijn de bandbreedtes vertaald in een laag en een hoog scenario.

Voor WML is het verschil tussen het hoge en lage scenario meer dan 20%. In het hoge stabiliseert de bevolking nagenoeg, terwijl in het lage scenario sprake is van een sterke daling (naar 870.000 inwoners in 2050). Ter vergelijking, deze daling komt overeen met de standaardprognose voor het jaar 2060. Voor WML zijn de demografische ontwikkelingen tot op het sub-regio niveau verwerkt (bijvoorbeeld sub-regio Westelijke Mijnstreek). Er zijn namelijk grote verschillen tussen Noord, Midden en Zuid Limburg in de bevolkingsontwikkelingen.

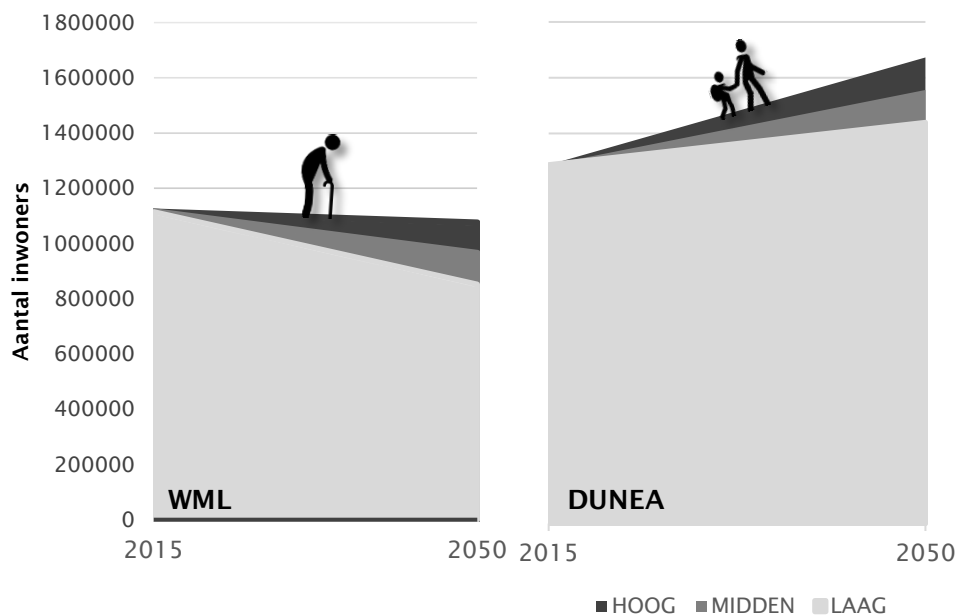
Voor Dunea geldt dit veel minder omdat vrijwel het hele gebied hoog stedelijk is en het een veel kleiner verzorgingsgebied betreft. Ook is er bij Dunea in elk van de prognoses sprake van een stijgende bevolking.

In de volgende paragraaf worden de demografische ontwikkelingen in iets meer detail besproken. Zo komt de mate van stedelijkheid aan bod en de ontwikkelingen in de woningbouw in de gebieden.

4.5.1 Bevolkingsontwikkeling voor WML en Dunea

De demografische ontwikkelingen in Limburg (WML) en de provincie Zuid-Holland (Dunea) zijn zeer verschillend, maar representatieve contexten voor Nederland. Ze zijn qua bevolkingsomvang momenteel nagenoeg gelijkwaardig (rond de 1,2 miljoen) maar qua oppervlakte is Limburg ruim drie keer zo groot.

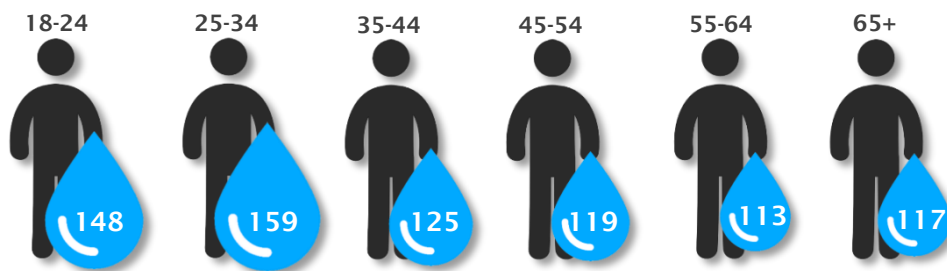
De bevolkingsgroei in het verzorgingsgebied van Dunea is representatief voor het grootste deel van de Randstad. Met name jongeren trekken naar deze regio en vestigen zich voornamelijk in de grote steden. Na verloop van tijd verplaatsen zij zich vaak naar de minder hoog stedelijke gebieden, bijvoorbeeld als zij een gezin gaan stichten. Wel blijven deze mensen veelal in de Randstad wonen in verband met de werkgelegenheid.



FIGUUR 4-1: BEVOLKINGSONTWIKKELING (WML & DUNE)

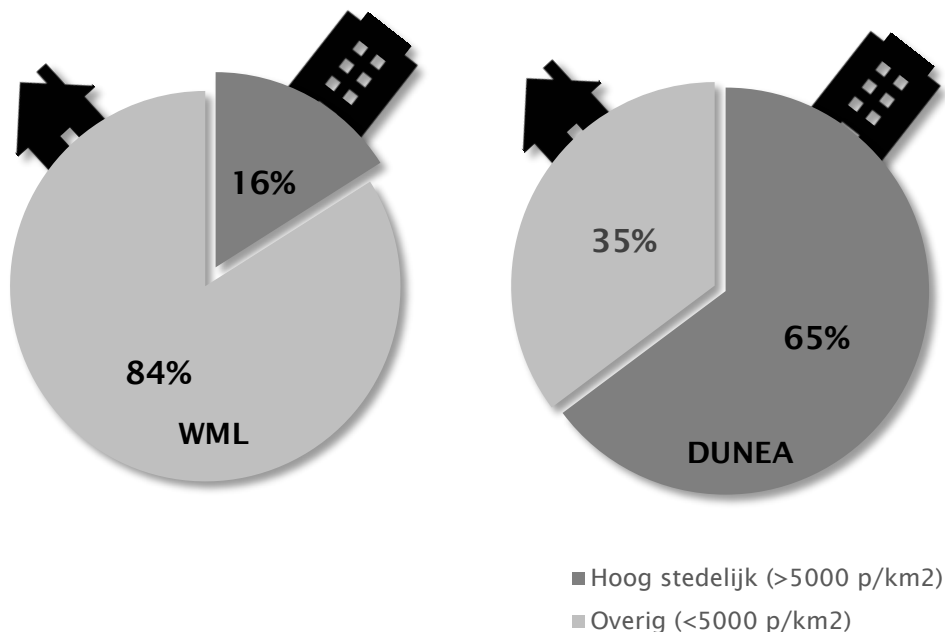
Deze groep jongeren en werkzoekende zijn vaak afkomstig uit de meer perifere gebieden zoals Limburg. In het verzorgingsgebied van WML wordt dan ook een sterke krimp verwacht (zie figuur 5-1). Zelfs in het hoogste demografische scenario wordt er rekening gehouden met een gemiddelde daling (regio-afhankelijk). Echter, de huishoudensgrootte neemt af (onder andere vanwege scheidingen en sterfte) waardoor het aandeel huishoudens minder snel afneemt dan het aantal inwoners.

Daarnaast is er een sterke vergrijzing zichtbaar in Limburg. Volgens de prognose stijgt het aandeel van de groep 65+ers van 22% naar 33% in 2060. Een groter aandeel van de groep die nu 40+ers zijn heeft als effect dat het waterverbruik omlaag gaat (figuur 5-2). Terwijl in het verzorgingsgebied van Dunea juist veel meer jonge mensen zijn die gemiddeld gezien meer water gebruiken. Dit is grotendeels cohortafhankelijk en niet leeftijdsafhankelijk.



FIGUUR 4-2: WATERGEBRUIK NAAR LEEFTIJDGROEP IN L/P/D

Een ander groot verschil tussen de beide verzorgingsgebieden is de mate van stedelijkheid. Zo is in figuur 5-3 zichtbaar dat er in Limburg maar 16% van de bevolking leeft in een hoog stedelijke omgeving (flats, appartementen etc.) in tegenstelling tot 65% in het verzorgingsgebied van Dunea. Dit is terug te zien in de piekfactoren van beide waterbedrijven. WML heeft een aanzienlijk hogere piekfactor als gevolg van het aantal huishoudens met tuinen doordat mensen in droge periodes planten sproeien en zwembaden vullen. Het verschil in Limburg tussen hoog stedelijk en platteland is ook terug te zien in deze pieken.



FIGUUR 4-3: STEDELIJKHEID IN DE VERZORGINGSGEBIEDEN VAN WML (LINKS) EN DUNEA (RECHTS)

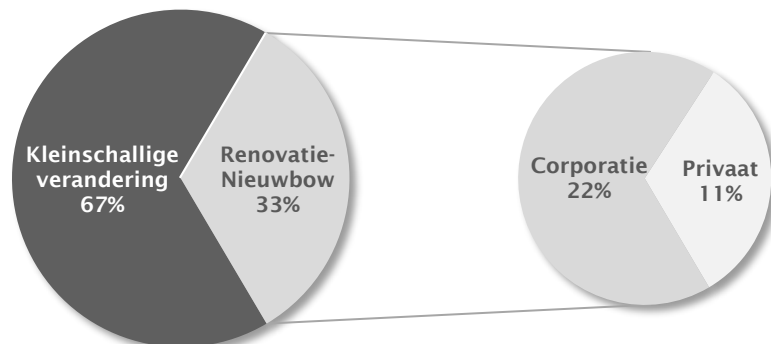
4.5.2 Woningbouwontwikkelingen

In de scenario's is onderscheid gemaakt tussen nieuwbouw/renovatie en kleinschalige veranderingen. Bij nieuwbouw/renovatie zijn veel meer ingrijpende maatregelen mogelijk, zoals een dubbel leidingsysteem en vacuümtoiletten.

In Limburg zijn nieuwbouw en renovaties het meest stabiel in de corporatiesector terwijl de private sector onzekerder is. De verwachting is dat in de corporatiesector 85% van het woningbestand voor 2050 aangepast wordt. Voor de private sector nemen we aan dat 20% van de bebouwing ouder dan 70 jaar in 2050 gerenoveerd of vernieuwd wordt (zie figuur 5-4.) Dit komt neer op 1% per jaar die vernieuwd of aangepast wordt. Afhankelijk van de

scenario's (hoog of laag) betreft dit vier- tot vijfduizend projecten per jaar. Dit is qua schaal vergelijkbaar met de nieuwbouw en renovatie – waar regenwater een onderdeel van is – in Vlaanderen.

In het verzorgingsgebied van Dunea is, naast deze ontwikkelingen, ook rekening gehouden met meer nieuwbouw en renovaties door de toename van het aantal inwoners en de economische groei.



FIGUUR 4-4:RENOVATIE EN NIEUWBOUW VERDELING LIMBURG (IN % 2050 VAN 2015)

5 Gevolgen voor de watervraag

5.1 Limburg (WML)

De sociaal-technologische scenario's en de demografische scenario's (hoofdstuk 4) zijn gecombineerd in een Excel-model dat is ontwikkeld voor deze studie. Dit model berekent eerst de resultaten van de verschillende scenario's op persoonsniveau. Dit resulteert voor de socio-technische scenario's in de gemiddelde watervraag per persoon per dag en de maximale piekvraag per persoon verdeeld over de verschillende huistypes (zie tabel 6-1).

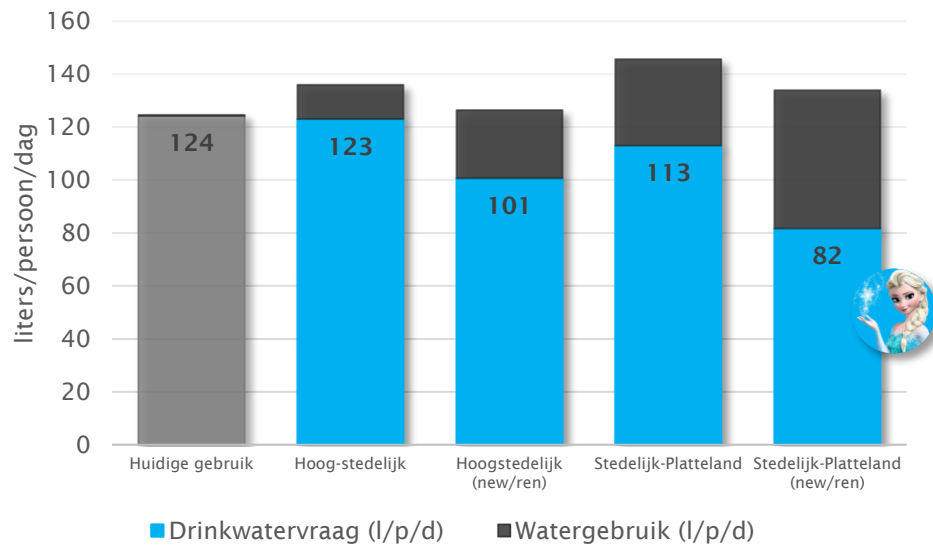
De combinatie met de demografische scenario's geeft een overzicht van de totale watervraag en de piekwaterbehoeften in verschillende toekomstige situaties. Beiden zijn berekend op het niveau van verzorgingscluster²⁹ (WML heeft er 7), maar voor de rest van dit rapport ligt de nadruk op Limburg als geheel. De twee extreme scenario's zijn geselecteerd als de *outer boundaries* en worden hieronder besproken.

5.1.1 Watergebruik

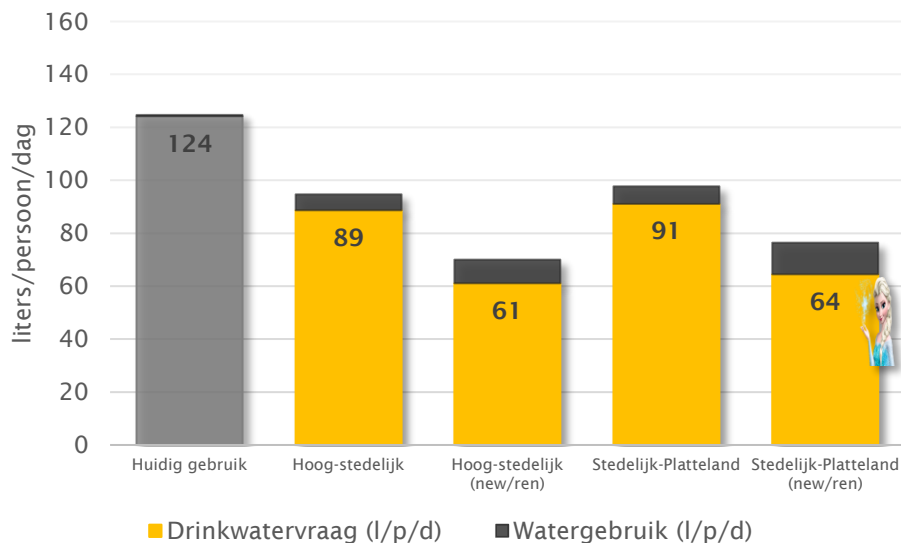
We maken in deze analyse onderscheid tussen het watergebruik (wat een huishouden totaal aan water gebruikt) en de drinkwatervraag (wat een huishouden bij het drinkwaterbedrijf afneemt, of af wil nemen). De input van de sociaal-technische scenario's geeft het gemiddelde waterverbruik van klanten en de gemiddelde drinkwatervraag (bij WML). Deze zijn getoond in de figuren 5-1 en 5-2. Het is duidelijk dat voor zowel het LF als het AM-scenario de gemiddelde vraag naar drinkwater afneemt, het meeste in nieuwbouw of gerenoveerde locaties. Het LF-scenario heeft een significant groter verschil tussen het gemiddelde verbruik per persoon per dag en de drinkwatervraagvraag. Dit komt door de grootschalige introductie van regenwatersystemen in dit scenario (64% van de huishoudens heeft een systeem). Het verschil in het AM-scenario is beduidend lager, omdat minder huishoudens grijswaterhergebruik

²⁹ Dit is een verzorgingsgebied waar water geleverd wordt van bepaalde waterproductielocaties aan een afgebakend gebied.

toepassen (37%) en deze technologie vaak wordt gecombineerd met waterbesparende apparaten, zodat minder water beschikbaar is om opnieuw te gebruiken.



FIGUUR 5-1: (DRINK)WATER GEBRUIK IN LITERS PER PERSOON PER DAG IN LET IT FLOW - EXTREEM



FIGUUR 5-2: (DRINK)WATER GEBRUIK IN LITERS PER PERSOON PER DAG IN SAFE WATER - EXTREEM

5.1.2 Watervraag

De totale huishoudelijke watervraag voor de gehele provincie Limburg is in ieder scenario lager dan de huidige situatie (Figuur 5-3). Allereerst door een dalende bevolking (grijze kolom) met maximaal 24% in het Limburg Laag-scenario. Dit wordt versterkt door de sociaal-technische scenario's. In de LF-scenario's wordt de impact van de populatieverandering met 12 tot 15% versterkt. In het AM-scenario leiden de waterbesparende technologieën, gedragsveranderingen en minder groene tuinen zelfs tot een verdere daling van ongeveer 26%. Met een gecombineerde maximale afname van 50% in Limburg Laag en AM-extreem.

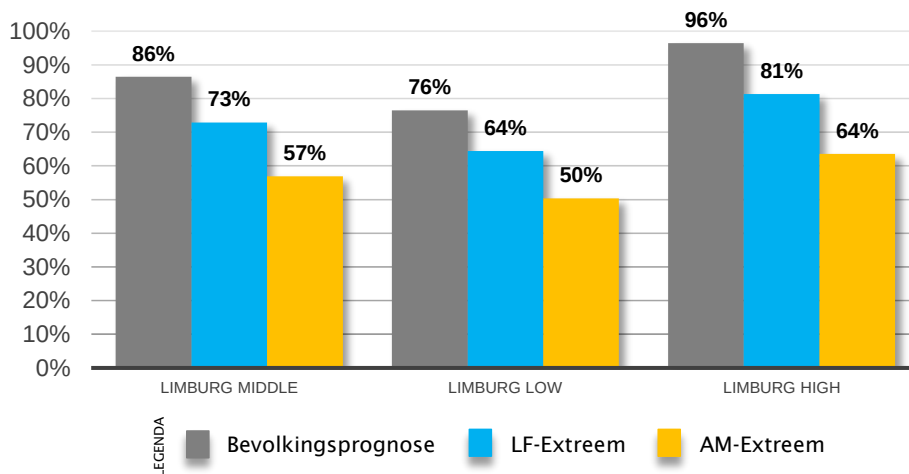


FIGURE 6-3: PERCENTAGE VERANDERING IN TOTALE WATERVRAAG TEN OPZICHTE VAN DE HUIDIGE WATERVRAAG (100%) IN LIMBURG

Verschillen in de gemiddelde watervraag tussen regio's zijn het gevolg van verschillen in de verandering van de bevolking (prognoses) en de mate van stedelijkheid. In de cluster Zuid-Oost (Figuur 5-4) is de totale vraag in alle demografische scenario's lager (tussen 8 en 10%) dan in het cluster Midden (Figuur 5-5). Dit is het gevolg van de aanzienlijk grotere bevolkingsdaling in de regio Zuid-Oost. Verschillen tussen de clusters zijn significant maar niet een probleem in Limburg. De nieuwgevormde back-bone koppelt alle clusters samen om watertekorten in één cluster op te vullen met de extra capaciteit in andere clusters. De verschillen zorgen er wel voor dat in de toekomst het netwerk adaptief moet kunnen reageren op veranderende situaties.

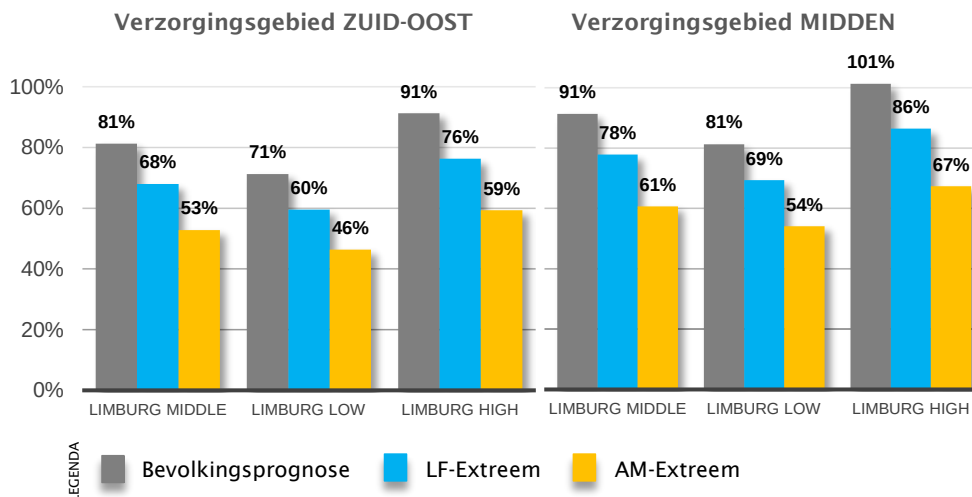


FIGURE 5-4: PERCENTAGE VERANDERING IN TOTALE WATERVRAAG TEN OPZICHTE VAN DE HUIDIGE WATERVRAAG (100%) IN CLUSTER ZUID-OOST (LINKS) EN MIDDEN LIMBURG (RECHTS)

5.1.3 Zomerpiek

De maximale dag- en uurpieken in het drinkwatersysteem komen voor tijdens warme en droge perioden. Volgens een studie van Blokker (2006) zullen deze pieken alleen maar blijven toenemen in frequentie en in grootte als gevolg van de nieuwe klimaatscenario's. In droge periodes wordt water gebruikt voor specifieke doeleinden. Bijvoorbeeld, een groot deel van de bevolking bewatert dan de tuin, wast hun auto, vult het zwembad om af te koelen en doucht twee keer per dag. De capaciteit van de infrastructuur moet in staat zijn om de maximale uurpiek te leveren, terwijl de waterproductiecapaciteit moet kunnen voldoen aan de maximale dagpiek. De uurpiek vindt plaats in de meeste gebieden tussen 7 en 9 uur 's avonds (Blokker, 2006). Vooral watergebruik voor tuinen bepaalt de max uur- en dagpiek.

Hiervoor is het aanwezig zijn van tuinen van belang. Verder is essentieel of het beplante of versteende tuinen zijn en hoeveel zwembaden er zijn. Een indirect aspect betreft de waterbeschikbaarheid van de regenwateropslag in drogere periodes. Voor huishoudens die regenwater gebruiken voor huishoudelijke doeleinden zoals toiletten en wasmachines (LF scenario) zijn opslagtanks van 10 kuub meestal niet voldoende om de droge periodes te overbruggen blijkt uit de interviews en de data van de Watergroep.

In het AM scenario's daarentegen hebben meer mensen regenwater beschikbaar in droge periodes omdat het daar allen wordt gebruikt voor het sproeien van de tuin. Verder zijn er aanzienlijk minder groene tuinen in het AM scenario omdat klimaatadaptatie lager op de agenda staat en mensen minder waarde hechten aan een natuurlijke tuin.

Limburg is voornamelijk laag-stedelijk zoals in hoofdstuk 4 is beschreven met als gevolg dat veel huishoudens tuinen hebben en zwembaden relatief gezien ook vaker voor komen. Mede daarom is de piekfactor in Limburg dan ook groter dan in meer hoog stedelijke gebieden in Nederland.

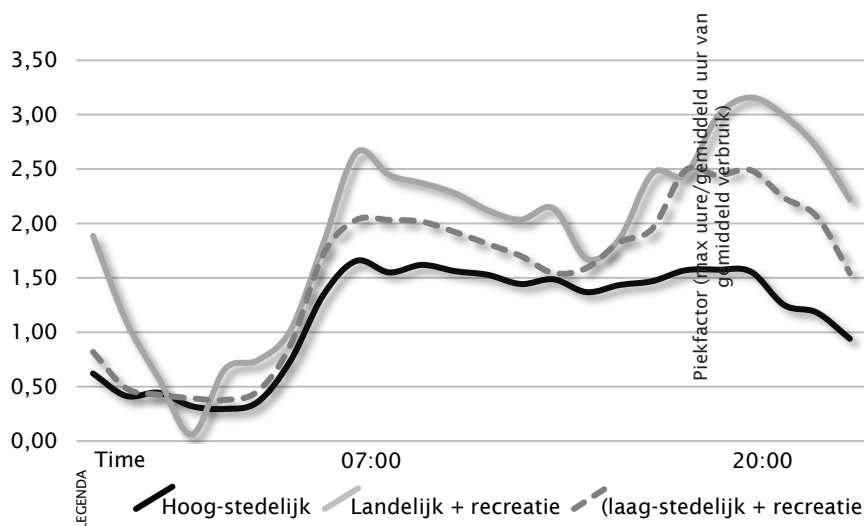


FIGURE 5-5: HISTORISCHE PIEKFACTOREN VAN VERSCHILLENDE DISTRIBUTIE GEBIEDEN VAN WML

De relatie tussen landelijke (hoge piek) en stedelijke (lagere piek) is te zien in figuur 5-5. Zo zijn in dichte stedelijke gebieden zoals Maastricht (zwarte lijn) de consumptiepatronen gelijkmatig verdeeld. Overdag zijn namelijk meer mensen in de stad aanwezig (voor werk) met een middelmatig watergebruik (voornamelijk toilet gebruik). Terwijl in landelijke gebieden

(lichtgrijs) de vroege ochtend-douchepiek (07:00) zichtbaar is en de avondpiek (20:00) inclusief het sproeien van de tuin zichtbaar is. Gedurende de dag zijn er op het platteland minder mensen aanwezig doordat ze werkzaam zijn in stedelijke gebieden.

In het LF-scenario is er een toename van het aantal groene tuinen die in droge perioden moeten worden besproeid. Bovendien is er minder water beschikbaar tijdens droge perioden in de regenwaterbuffers, omdat een groot deel van de huishoudens regenwater gebruikt voor huishoudelijke doeleinden (zoals toiletten) maar deze regenwaterbuffers worden niet bijgevuld aangezien er een gebrek is aan neerslag. Ten slotte gebruiken mensen meer water in dit scenario omdat ze comfort wensen. Daarom is een grote stijging van de piek het gevolg, zoals blijkt uit figuur 5-6.

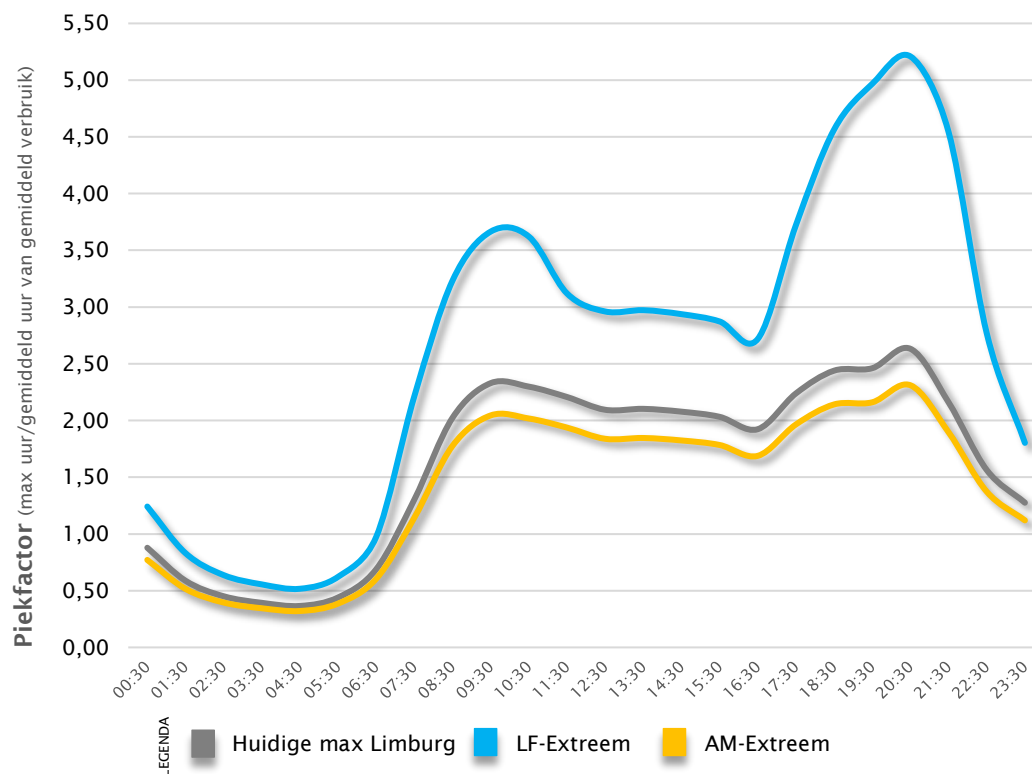


FIGURE 5-6: PIEKFACTOREN VOOR VERSCHILLENDE SCENARIO'S IN EEN LAAG-STEDELIJKE OMGEVING IN LIMBURG

De maximum dag piek in het LF-extreem scenario is 34% hoger dan in de huidige situatie (Figuur 5-7). De maximale dagelijkse piekfactor bedraagt 2,67 vergeleken met de gemiddelde waterbehoefte. In contrast, de piekfactor is 1,62 in de huidige situatie. Wat de uurpiek betreft, is de stijging nog groter, namelijk 61% in vergelijking met de huidige situatie. Met een maximale uurpiekfactor van meer dan 5 in vergelijking met de huidige gemiddelde watervraag van een gemiddeld uur. Dit komt omdat de toename van het watergebruik vooral in de avonden afspeelt, zoals door het sproeien van tuinen.

In het AM-scenario is een kleine daling in de piekfactor waarneembaar (zie figuur 5-6). De afname van de max uur piek (44% van de huidige piek, Figuur 5-7) is groter dan de afname van de gemiddelde watervraag (50% van de huidige vraag, zie Figuur 5-3). Dit komt omdat er minder tuinen gesproeid hoeven te worden en het gebruik van wasmachines en andere huishoudelijke watergebruiken slimmer wordt gepland (op andere tijdstippen gedurende dag wanneer er een energie-overschot is). Bovendien wordt regenwater alleen gebruikt voor tuinen

en niet binnen huishoudens. Daarom is er in drogere perioden meer water beschikbaar in buffers en regenvaten in het AM-scenario dan in het LF-scenario. Als gevolg daarvan is de piekfactor lager, namelijk 1,43 in vergelijking met de 1,62 in de huidige situatie en 2,67 in het LF-extreme scenario.

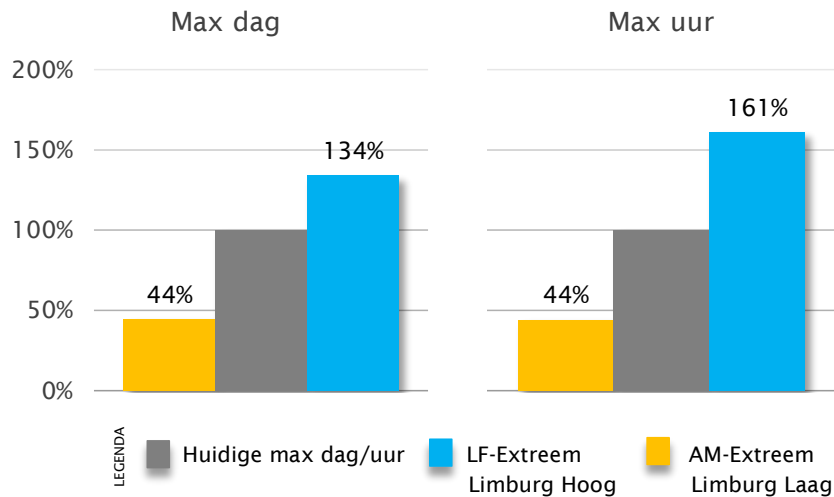
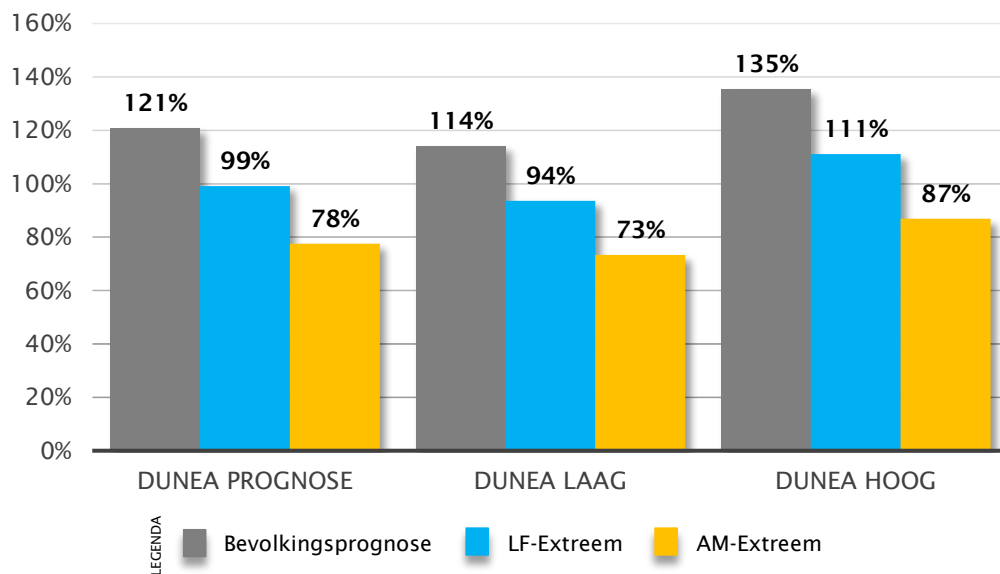


FIGURE 5-7: PERCENTAGE VERANDERING IN MAX DAG (LINKS) EN UUR (RECHTS) IN VERGELIJKING MET DE HUIDIGE MAX DAG EN UUR IN LIMBURG

5.2 Dunea

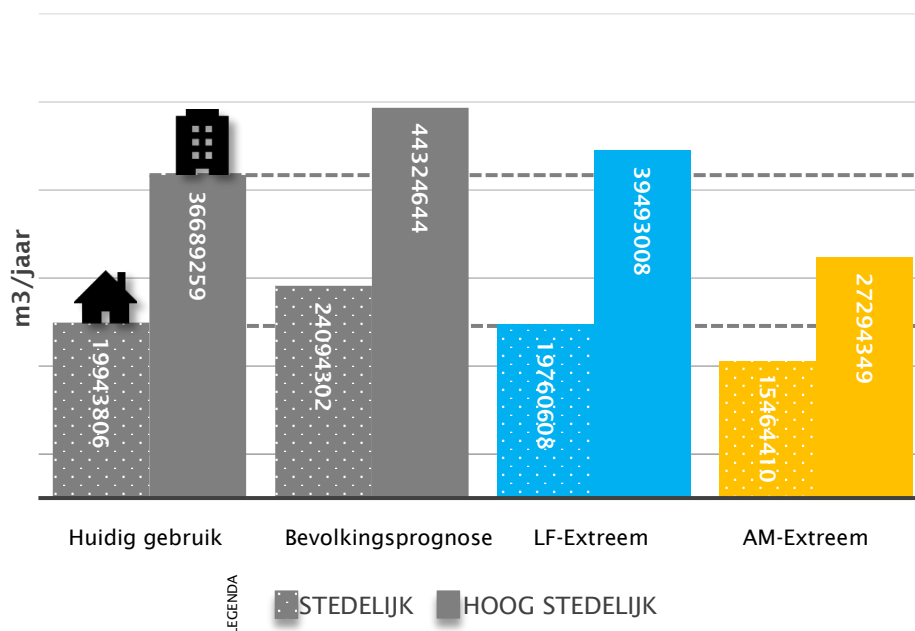
Figuur 5-8 toont de mogelijke toekomstige watervraag voor Dunea. Duidelijk zichtbaar is de stijging in de watervraag als gevolg van de bevolkingsgroei. De scenario's versterken hier niet de bevolkingseffecten, maar vlakken deze juist af. Verder zijn de gevolgen heel vergelijkbaar met WML: de sterkste vraagdaling vindt plaats in het AM scenario, terwijl het LF scenario een gematigder beeld laat zien doordat mensen meer comfort wensen. De impact (dalende watervraag) van het AM scenario is groter in vergelijking met het LF scenario dan bij WML (21% ten opzichte van 16%). Dat komt met name door het grote aandeel nieuwbouw en renovatie in het gebied van Dunea, waardoor er meer mogelijkheden zijn voor de introductie van nieuwe technologieën. Echter, regenwatersystemen (LF-scenario) komen minder voor in hoog-stedelijk gebied.



FIGUUR 5-8: TOTALE WATERVRAAG IN PERCENTAGE VAN DE HUIDIGE SITUATIE VOOR DE VERSCHILLENDE SCENARIOS (DUNEA)

5.2.1 Invloed van mate van stedelijkheid bij Dunea

De mate van stedelijkheid heeft een invloed op de penetratiegraad van verschillende technologieën in de scenario's. Zo is er in hoog-stedelijk gebied (>5000 inwoners/km²) meestal geen sprake van tuinen. Het betreft hier vaak hoogbouw (vanaf 3 verdiepingen). Terwijl bij wijken waarvan de dichtheid lager ligt het hebben van een voor- en achtertuin vrij normaal is. Dit geeft aan de ene kant meer mogelijkheden voor regenwatersystemen, doordat er meer dakoppervlakte en ruimte voor opslagcapaciteit is. Terwijl aan de andere kant het gebruik voor buitendoeleinden (tuin en zwembad) hier ook hoger ligt.

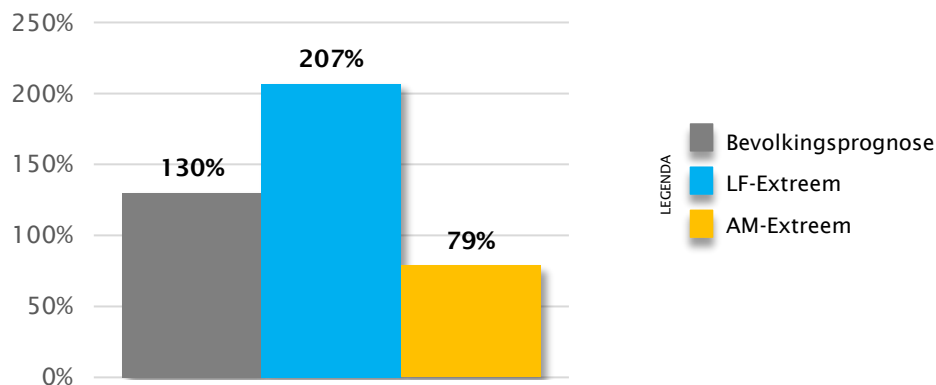


FIGUUR 5-9: TOTALE WATERVRAAG DUNEA GESPLITST IN HOOGSTEDELIJK EN DE REST (STEDLIJK & PLATTELAND)

In hoogstedelijke gebieden ligt het gemiddelde gebruik in het LF-scenario iets hoger dan in laagstedelijke gebieden (zie Figuur 5-9, blauwe kolom). Dit komt door de hierboven geschetste mogelijkheden voor de toepassing van regenwatersystemen in laagstedelijk gebied. Hemelwater vervangt hier dan ook een groter deel van de drinkwatervraag. Terwijl in het AM-scenario het omgekeerde van toepassing is. Zo zijn er meer grijswatersysteem mogelijk bij grootschalige nieuwbouw en renovatieprojecten (wat meer voorkomt in hoogstedelijke gebieden).

5.2.2 Piek bij Dunea

De verwachting in het verzorgingsgebied van Dunea is dat de max dag en max uur zullen blijven stijgen (niet de piekfactor). Zoals Figuur 5-10 laat zien is een stijging met 30% in 2050 ten opzichte van 2017 de prognose. Hierbij moet wel worden aangetekend dat de toename in grote mate gebaseerd is op het sproeien van groene tuinen, waarover grote onzekerheid bestaat. In het waterbesparende scenario daarentegen (AM) wordt deze piek sterk gereduceerd. Voor de bedrijfsvoering van Dunea zouden stenen tuinen, vacuümtoiletten, grijswatersystemen en bewustere burgers een positieve invloed hebben op het centrale drinkwatersysteem. Aan de andere kant zorgen regenwatersystemen, groene tuintjes en water consumerend gedrag in het LF-scenario een versterkend effect op de bevolkingsontwikkelingen met een sterkt stijgende piek als gevolg. Dit kan disruptieve gevolgen hebben op het centrale drinkwatersysteem zoals beschreven wordt in hoofdstuk 6.



FIGUUR 5-10: UURPIEK DUNEA, PERCENTAGE VAN HUIDIGE MAX PIEK (DUNEA)

6 Gevolgen voor de waterbedrijven

6.1 Inleiding

De jaarlijkse watervraag zoals besproken in paragraaf 5.1 en de piek (5.2) zijn belangrijke factoren voor de dimensionering en de werking van het centrale drinkwatersysteem. Ook de inkomsten van een waterbedrijf zijn direct gekoppeld aan het aantal geleverde kuubs (variabele inkomsten) en het aantal aansluitingen op het leidingnet (vaste inkomsten).

De piekvraag is bepalend voor de capaciteit van het centrale drinkwatersysteem. Het distributienetwerk, de zuiveringscapaciteit en het winningsgebied moeten in staat zijn om aan een bepaalde piekvraag te voldoen.

In dit hoofdstuk bespreken we de gevolgen van de in de scenario's berekende veranderingen in de watervraag en de piekvraag op de infrastructuur van WML en Dunea. In zover er strategieën worden benoemd om hier op te reageren, betreffen het strategieën die voortborduren op het huidige waterproductiesysteem en technisch of financieel van aard zijn.

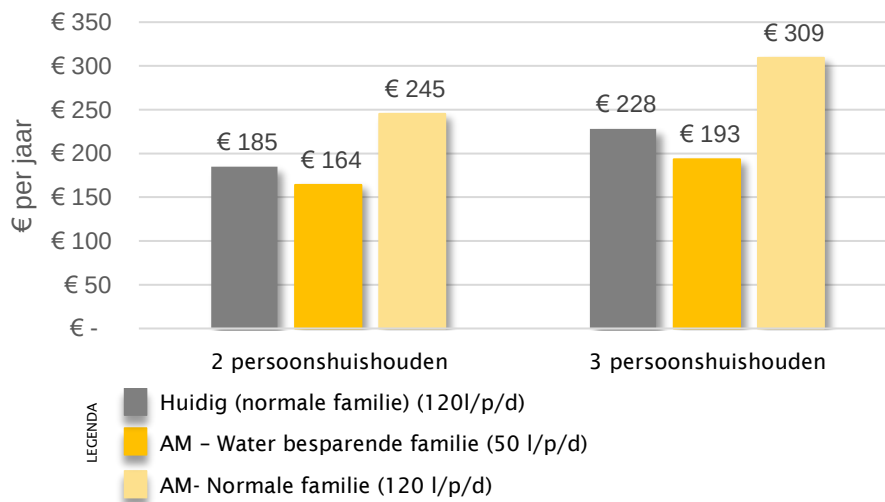
6.2 Gevolgen voor WML

In paragrafen 6.2.1 en 6.2.2 is beschreven wat de impact van de onderzochte scenario's is op de bedrijfsvoering van WML. In 6.3 wordt een korte vergelijking gemaakt met hetgeen hieronder beschreven en de situatie in het verzorgingsgebied van Dunea.

6.2.1 Scenario Aqua Minimal

De drastische daling van de totale vraag naar water met ongeveer 50% resulteert in hogere prijzen voor water. Slechts sommige delen van de organisatie van WML kunnen meekrimpen met de watervraag. De productie van water kan met 36% worden verminderd (sommige productielocaties worden gesloten) en de kosten voor aansluitingen met 41%. Niettemin blijft de distributie min of meer hetzelfde, omdat de meeste leidingen nog steeds nodig zijn. De kosten nemen licht toe (1%) als gevolg van investeringen in extra aanpassingen. Met een kostenallocatiemodel zijn de totale kosten van de organisatie in 2050 gemeten. Ondanks een totale daling van de vraag naar water met 50%, dalen de totale kosten voor WML slechts met 25%. Dat kan gecompenseerd worden door een stijging van de kuubsprijs met 51% en het vastrecht met 23%.

De impact op de jaarlijkse waterkosten voor huishoudens is duidelijk zichtbaar (Figuur 6-1). Een gezin van drie personen dat nog steeds hetzelfde consumptiepatroon kent, zal in 2050 een stijging van de jaarlijkse kosten met € 81 zien. Een gezin dat zijn consumptiepatroon drastisch verlaagt (tot ongeveer 50 l / p / d) zal juist een daling van de jaarlijkse kosten zien (€ 35). Dit leidt tot grotere ongelijkheid tussen arme gezinnen (die geen waterbesparende toepassingen kunnen betalen) en rijke gezinnen die dat wel kunnen.



FIGUUR 6-1: WATERREKENING AM-SCENARIO

Het AM-scenario creëert weinig problemen voor het functioneren van de huidige infrastructuur. Lagere piekfactoren resulteren in een geoptimaliseerd systeem waarin activa een betere bezettingsgraad hebben. Er is geen sprake van overdimensionering en dit scenario scoort daarom hoog op energie- en materiaalefficiëntie en kent minder systeemfouten. Zie Tabel 6-1 voor een overzicht van de duurzaamheidseffecten van het gecentraliseerde systeem in het AM-extreme scenario.

TABEL 6-1 DUURZAAMHEIDSAPECTEN AM-SCENARIO

DUURZAAMHEID	BESCHRIJVING	EFFECTEN
MINDER MATERIAAL IS NODIG	Minder materiaal is nodig voor de productie door een daling in de watervraag. Daarnaast zijn er ook minder assets nodig door de lagere max dag en uur. Materialen voor distributie blijven nagenoeg gelijk.	Milieu duurzaamheid
MINDER LAND IS NODIG	Minder waterproductie en win-locaties zijn nodig, vaak in beschermde natuur gebieden.	Milieu duurzaamheid
ENERGIE & KLIMAATNEUTRAAL	Lastig om zelfvoorzienend te worden wanneer het energie gebruik sterk piek afhankelijk is (gedestabiliseerd). Daarnaast is er een reductie in de energie efficiëntie doordat er een grotere kans is op problemen en omdat er meer energie nodig is voor het pompen in diepere bronnen.	Milieu en economische duurzaamheid
KOSTEN HUIDHOUDENS	Verwachte toename in kosten voor alle huishoudens (vast tarief).	Sociale duurzaamheid

6.2.2 Scenario Let It Flow

De toename van het verschil tussen de gemiddelde vraag naar water en de maximale piek (piekfactoren) zorgt voor een suboptimaal systeem. De toename van de maximale dag- en uurpiek van de scenariocombinatie LF-extreem en Limburg Hoog resulteert in extra investeringen op drie domeinen van het waterproductiesysteem: (1) distributie; (2) zuivering; en (3) waterwingebieden.

De eerste omvat nieuwe wateropslagcapaciteit om meer water beschikbaar te hebben tijdens de maximale dag- en uurpieken. Verder zijn er extra hogedrukpompen noodzakelijk om in de verhoogde levering te kunnen voldoen. En tot slot de uitbreiding en versterking van het transport- en distributienetwerk. Ten tweede is er voor de zuivering meer onthardingscapaciteit nodig die relatief hoge verbruikskosten met zich meebrengen. De zuiveringscapaciteit zelf is op dit moment groot genoeg voor het LF-extreme scenario en omvat geen extra investeringen. Ten derde, wanneer het grondwater op het laagste niveau is, komt WML te kort in zijn wateronttrekkingscapaciteit. Klimaatverandering heeft ook invloed op de grondwaterstanden die de beschikbaarheid van vers grondwater verder zouden kunnen verminderen. Daarom wordt ervan uitgegaan dat er een extra wateronttrekkingscapaciteit van 70% wordt geïnstalleerd. Nieuwe putten moeten worden geboord en geïnstalleerd (ca. 60). Er moeten dus mogelijk nieuwe locaties worden aangekocht en op twee locaties dienen er nieuwe zuiveringsinstallaties inclusief distributiepipleidingen worden gebouwd (deze zijn nog niet meegenomen in het financiële overzicht). De totale geschatte investeringskosten worden gegeven in tabel 6-2 met een marge van 50% en niet alle kosten inbegrepen.

TABEL 6-2: TOTAAL EXTRA KOSTEN LF SCENARIO

ONDERDEEL	KOSTEN € (±50%)
Distributie totaal	€136 miljoen
Zuivering totaal	€10 miljoen
Winning totaal	€10 miljoen + ?
Totaal	€156 miljoen + ?

Extra investeringen zijn niet het enige probleem met het LF-extreem scenario omdat de extra beschikbare capaciteit die zelden wordt gebruikt, resulteert in verschillende soorten problemen in het gecentraliseerde systeem (overzicht in Tabel 6-2). Ten eerste resulteert de zelden gebruikte capaciteit in meer onderhoud. Zo is er een toename in de kans dat putten verstopten, wat ook invloed heeft op de leveringszekerheid. Ten tweede betekent klimaatverandering minder grondwateraanvulling. In Zuid-Limburg kan dit problemen opleveren in droge perioden waarin het grondwater laag is en de pieken (vraag) hoog zijn. Ondiepe bronnen kunnen tijdens dergelijke perioden niet worden gebruikt. Daarom moeten alle nieuwe putten vrij diep zijn, inclusief extra investeringskosten. Ten derde, ook de kwaliteit van het water in de leidingen komt onder druk te staan. Wanneer de opslagcapaciteit van een huishoudelijk regenwatersysteem leeg is, schakelt deze terug naar het centrale net. Het water dat uit de kraan komt, zat mogelijk te lang in het leidingsysteem, met potentiële gezondheidsrisico's. Deze verhoogde verblijftijden van water in de leidingen als gevolg van de fluctuerende vraag naar water, met mogelijke gezondheidsrisico's, worden al ervaren in België. Maar op hetzelfde moment worden sedimenten die eerder zijn bezonken mogelijk omgewoeld en opgenomen in het water, wat leidt tot verhoogde kwaliteitsrisico's (zichtbaar in de vorm van bruin water). Dit heeft betrekking op het vierde probleem; de lagere vraag tijdens natte periodes verminderen de zelfreinigende capaciteit van het centrale distributienetwerk. En als laatste kunnen pompfouten vaker voorkomen vanwege het

fluctuerende gebruik. Al met al wijzen de hierboven genoemde aspecten erop dat in de LF-extreem scenario het centrale drinkwatersysteem minder goed functioneert uitgaande van de huidige situatie. Voor de volledige lijst zie tabel 6-3.

De kosten op het niveau van het huishouden zijn niet berekend voor het scenario LF-extreem vanwege de complexiteit van de berekeningen en het gebrek aan nauwkeurige gegevens over extra kosten (bijvoorbeeld de hierboven genoemde problemen). Niettemin zijn de maatschappelijke kosten, die niet zijn opgenomen in het kostentoewijzingsmodel, ook significant en niet optimaal. Zie Tabel 6-4 voor een overzicht van deze aspecten.

TABLE 6-3: PROBLEMEN ALS GEVOLG VAN HET LF-EXTREEM SCENARIO VOOR DE CENTRALE DRINKWATERINFRASTRUCTUUR

PROBLEEM	BESCHRIJVING	EFFECTEN
PUTVERSTOPPINGEN	Als putten/bronnen niet regelmatig gebruikt worden (of in de zelfde volumes) is er een toename in de kans dat ze verstopt kunnen geraken.	(1) Meer onderhoudskosten; (2) Afname energie efficientie; (3) Afname leveringszekerheid
NAGROEI & LEGIONELLA	Bacteriën kunnen groeien in bijvoorbeeld de filters wanneer er een oneven gebruik is van het distributienet.	(1) Meer onderhoudskosten; (2) Toename gezondheidsrisico's; (3) Toename kwaliteitsproblemen.
SEDIMENT-OPHOPIING	Tijdens periodes van een lage vraag (in dit geval natte periodes) kan sediment in de leiding achterblijven. Tijdens een droge periode wanneer gebruikers terugschakelen op het centrale net kan dit sediment worden opgewoeld met bruin water als gevolg.	(1); (2) Lagere kwaliteit water (kleur en geur); (3) Meer onderhoudskosten om de leidingen schoon te spoelen
POMP GEBREKEN	Wanneer pompen minder stabiel worden gebruikt (langer stil staan) en ook in een verlaagde capaciteit gebruikt worden ontstaan er meer gebreken.	(1) Afname leveringszekerheid; (2) Extra pompcapaciteit nodig in reserve.
ZELFREINIGEND VERMOGEN	Het zelfreinigend vermogen neemt sterk af in bijvoorbeeld de winter wanneer het veel regent en regenwatersystemen niet gebruikt worden voor tuintjes en zwembaden.	(1) Meer onderhoudskosten; (2) Meer energie nodig.
WATERWINGEBIEDEN (WATERWINNING)	Tijdens gebruikspieken (e.g. droge periodes) is het grondwaterniveau ook laag, zeker met het oog op klimaatverandering.	(1) Extra investeringen in nieuwe putten; (2) Extra pompcapaciteit nodig in reserve
VERBLIJFTIJDEN WATER	Er ontstaan langere verblijftijden wanneer het watergebruik onregelmatiger wordt. Met als gevolg kwaliteitsproblemen en mogelijke gezondheidsrisico's.	(1) Toename gezondheidsrisico's; (2) Toename kwaliteitsproblemen.

TABLE 6-4: DUURZAAMHEID VAN HET CENTRALE DRINKWATERSYSTEEM ALS GEVOLG VAN LF-EXTREEM SCENARIO

DUURZAAMHEID	BESCHRIJVING	DUURZAAMHEID PILAAR
MEER MATERIAAL NODIG	Meer materiaal is nodig zoals beton en pompen maar deze worden niet of nauwelijks gebruikt.	Milieuduurzaamheid 
MEER LAND NODIG	Meer waterproductie en win-locaties zijn nodig, vaak in beschermde natuur gebieden.	Milieuduurzaamheid 
ENERGIE & KLIMAATNEUTRAAL	Lastig om zelfvoorzienend te worden wanneer het energie gebruik sterk piek afhankelijk is (gedestabiliseerd). Daarnaast is er een reductie in de energie efficiëntie doordat er een grotere kans is op problemen en omdat er meer energie nodig is voor het pompen in diepere bronnen.	Milieuduurzaamheid 
KOSTEN HUIDHOUDENS HOGE	Verwachte toename in kosten voor alle huishoudens (vast tarief).	Sociale duurzaamheid 
INVESTERINGSKOSTEN	Investeringskosten aan WML assets a 150 miljoen met een foutmarge van 50%. Daarnaast zijn niet alle maatregelen financieel doorberekend. Dus de verwachting is dat het méér dan 150 miljoen is.	Economische duurzaamheid 

Samenvattend, de analyse heeft aangetoond dat de grootschalige introductie van regenwatersystemen en groene (duurzame) tuintjes een disruptieve impact kan hebben op het drinkwatersysteem. Het wordt minder efficiënt, terwijl tegelijkertijd het aantal storingen zal toenemen. En ten slotte leidt de verlaagde totale vraag naar water hoogstwaarschijnlijk tot hogere tarieven voor burgers.

6.3 Gevolgen voor Dunea

De gevolgen van de scenario's zijn voor Dunea minder ingrijpend dan voor WML. Dat komt onder andere omdat de huidige trend van bevolkingsgroei bij Dunea wordt afgevlakt in plaats van versterkt in beide scenario's. Bestudering van scenario's door de experts van Dunea levert de volgende conclusies op.

In combinatie met een lage bevolkingsprognose kan het AM-scenario leiden tot overcapaciteit in de winningen, zuiveringen en het distributienet. De zuiverings- en de wincapaciteit zijn eenvoudig aan te passen, maar het distributienet past zich, gezien het huidige vervangingspercentage langzamer aan. Dat kan leiden tot waterkwaliteitsproblemen in het distributienet, zoals sedimentophoping, nagroei en legionella net zoals in het net van WML.

Dit contrasteert sterk met het hoge bevolkingsgroei-scenario (zonder decentrale ontwikkelingen) waarbij juist heel veel extra winnings- en zuiveringscapaciteit nodig is. Daarbij is ook nog een uitbreiding van het rivierwatersysteem nodig, of een andere bron.

In het LF-scenario is, ongeacht de ontwikkeling van de bevolking, een uitbreiding van de win- en zuiveringscapaciteit nodig om de dag piek op te vangen. In plaats daarvan kan ook worden gekozen voor een andere oplossing, bijvoorbeeld het bergen van de maximale dagvraag in reservoir.

Om aan de maximale dagvraag te kunnen voldoen is ook extra pompcapaciteit nodig. Dit zorgt voor hogere drukken in het net gedurende dagen met een hoge vraag en daarmee voor extra storingen en lekkages.

Het is moeilijk een goede inschatting te maken van de gevolgen voor de m³-prijs en het vastrecht. In het algemeen geldt dat voor scenario's met een hogere watervraag dan de huidige, de experts van Dunea een lagere m³-prijs verwachten. De dalende watervraag in de andere scenario's wordt vooral gecompenseerd door een hoger vastrecht, omdat de verwachting is dat de infrastructurele kosten niet zullen dalen als de watervraag daalt.

7 Positionering

7.1 Inleiding

Het volgende onderdeel van deze studie betreft de positioneringsvraag: hoe moeten, willen of kunnen de drinkwaterbedrijven zich positioneren ten opzichte van decentrale ontwikkelingen en in het bijzonder het gebruik van regenwater? In overleg met de opdrachtgevers van het SPO is besloten deze discussie niet alleen met de betrokken drinkwaterbedrijven te voeren, maar ook het perspectief van andere organisaties in en om de watersector in te brengen.

Met het oog daarop is op 28 september een workshop georganiseerd waaraan naast de betrokken waterbedrijven ook I&M, het RIVM, technologiebedrijven, een projectontwikkelaar en waterschappen deelnamen. Bijzonder was ook de deelname van de Vlaamse Watergroep, vanwege hun ervaringen met het gebruik van regenwater in hun voorzieningsgebied.

In de workshop werden de resultaten van beide SPO projecten (Hofman-Caris en Bertelkamp, 2017) gepresenteerd aangevuld met een presentatie over decentrale technieken en het perspectief van een projectontwikkelaar op decentrale technologie in nieuwbouw. Daarna gingen de deelnemers met elkaar in gesprek over de positionering van de verschillende aanwezige organisaties en hun visie op de positionering van de drinkwaterbedrijven. De focus lag daarbij op de opvang en het gebruik van regenwater in huishoudens. Twee groepen werkten elk aan een tegenovergestelde positionering: meedoen en aanmoedigen versus afraden en ontmoedigen.

7.2 Meedoen en aanmoedigen

De eerste groep nam als uitgangspunt dat decentrale *drinkwatervoorziening* een non-issue zou moeten zijn. Er is te weinig hemelwater voor een constante voorziening en bovendien geen kwaliteitsgarantie. Ook als je naar decentraal watergebruik op woningniveau kijkt, lijken er weinig voordelen. Die voordelen komen pas als de systemen wijdverbreid zijn en je ze ook als buffercapaciteit kunt gebruiken

Waar voordelen te behalen zijn, is bij bedrijfsgebouwen zoals die van KWR, daar kan regenwater voor toiletspoeling heel nuttig zijn en een substantiële besparing opleveren. Maar dat biedt weer geen oplossing voor de stedelijke waterberging, die vooral acuut is in oude binnensteden.

Mits goed toegepast kunnen buffers een relevante oplossing zijn voor zowel opvang van extreme buien als het afvlakken van piekverbruik gedurende droge periodes. Een voorwaarde daarvoor is dat de buffers op het juiste moment leeg zijn of gevuld worden. Dat werkt waarschijnlijk het beste met centrale sturing. Wat je niet wil is dat iedereen een buffer heeft die net op het verkeerde moment vol zit of leeg is.

Maar wie moet dan die centrale knop van de buffers bedienen? Voor de hand ligt het waterschap, het waterbedrijf of de gemeente. Particulieren en fabrikanten kunnen dat niet doen, dat leidt tot een gebrek aan coördinatie. Waterschappen, gemeenten en waterbedrijven vormen in de meeste gevallen gescheiden organisaties, dus hoe regel je dat dan? Je zou kunnen kijken waar het grootste belang ligt en dan lijkt het erop dat de waterschappen en gemeentes met het dringendste vraagstuk worden geconfronteerd.

Ten aanzien van de ontwikkeling van buffers zien de deelnemers een rol voor de overheid, het bedrijfsleven en de drinkwaterbedrijven. De overheid kan het gebruik van buffers stimuleren, maar moet daarbij wel zorgvuldig zijn in het stimuleren van de goede soort buffer. Voor de drinkwaterbedrijven zou het gebruik van buffers een mooi alternatief zijn voor een beregeningsverbod, maar dat vraagt om slimme centrale sturing. Het bedrijfsleven is verantwoordelijk voor het ontwikkelen en plaatsen van opvangsystemen, maar kan bij het waterbedrijf aankloppen voor expertise op het gebied van het monitoren en beoordelen van de verschillende systemen.

Uiteindelijk gaan we wellicht naar een scenario waarin woningen als geheel slimmer worden. Het zou goed zijn als er dan niet alleen geoptimaliseerd wordt naar energieverbruik, maar ook naar het water dat op de daken valt en in de woningen wordt gebruikt.

Er zijn ook andere oplossingen, bijvoorbeeld een bovengrondse berging, zoals een plein dat je onder water laat lopen of parkeergarages.

7.3 Afraden en ontmoedigen

Er zijn tal van redenen om voorzichtig te zijn met de grootschalige introductie van regenwateropvang en -gebruik. Het maakt het lastiger de volksgezondheid te waarborgen, het vergroot de complexiteit van de waterketen, er is een groot risico op verkeerd gebruik, en het kan nadelige effecten hebben op het watersysteem.

Op zich is met het opvangen van regenwater niks mis, maar er moet een duidelijke splitsing zijn tussen watergebruik binnen en buiten het huis. Op die manier kan het risico van contaminatie van de drinkwaterleidingen door regenwater worden voorkomen.

Er is een veelheid aan instrumenten die kunnen worden ingezet om de koers van decentrale ontwikkelingen te beïnvloeden: beleidsnota's, voorlichting, samenwerkingsverbanden, innovatie van alternatieven. De verantwoordelijkheid ligt bij alle partijen in de watersector en het is van belang dat zij een eenduidige koers varen.

In de beeldvorming kan het ontmoedigen van regenwatergebruik in huis weleens heel negatief uitvallen. Als je het voor elkaar krijgt kan je het duidelijker en scherper maken, maar het vraagt veel afstemming en je moet goed op de beeldvorming letten. Want als je als waterbedrijf zelf een keer problemen hebt met kwantiteit of kwaliteit, krijg je dat twee keer zo hard terug. Als er een maatschappelijke ontwikkeling is die steeds decentraler is, kan het ook nog zijn dat je geweldig de boot mist.

Er wordt opgemerkt dat het vraagstuk van regenwatergebruik in Den Haag niet leeft, dus als de watersector dit belangrijk vindt, moet ze hier zelf het initiatief in nemen. Waterschappen zouden alternatieven kunnen bieden voor het regelen van de piekberging, maar de eerste aanzet tot coalitievorming moet bij de drinkwaterbedrijven liggen, aangezien zij tegen de grootste problemen aanlopen.

Het is te voorzien dat anderen iets gaan besluiten, klanten en burgers. Kopers van bouwpercelen kunnen de koppen bij elkaar steken en besluiten om regenwater in huis te gaan gebruiken. Als de waterbedrijven geen grip willen verliezen, moeten ze zelf initiatief nemen, anders gaan andere partijen voor hen besluiten.

7.4 Individuele positionering

De deelnemers werd ook gevraagd om een positionering voor hun organisatie te kiezen (grijze stickers) en hun positioneringsadvies aan de drinkwaterbedrijven (blauwe stickers). Men kon kiezen uit acht verschillende mogelijkheden:

KWR
Watercycle
Research
Institute

wml
Limburgs drinkwater

dunea
DUIN & WATER

POSITIONERING

Het 'Let it flow' scenario staat centraal binnen deze positionering van (drink)waterpartijen. In dit scenario wordt vol ingezet op klimaatadaptatie en zien we een sterke toename in het aantal groene tuintjes en regenwatersystemen, mede aangewakkerd door de verschillende overheden.

Op basis van dit scenario liggen een tweetal positioneringsvragen voor:

Hoe zou volgens u een drinkwaterbedrijf zich moeten positioneren?

Hoe zou u, vanuit uw eigen functie/bedrijf, zich positioneren t.o.v. dergelijke decentrale ontwikkelingen?

1. Standpunt innemen: met het oog op volksgezondheid zijn deze ontwikkelingen te riskant en deze ontwikkeling is niet wenselijk met het oog op de nadelige gevolgen voor de drinkwaterbedrijven.
2. Samenwerken met marktpartijen, gemeenten en waterschappen om slim om te gaan met de regenwaterpiek en de drinkwaterpiek. Multifunctioneel buffergebruik.
3. In de nieuwe vraag van consumenten voorzien door een decentrale service aan te bieden (levering van bijvoorbeeld regenwatersystemen) achter de meter.
4. Afzijdig houden van decentrale ontwikkelingen. Dit is niet de taak van een drinkwaterbedrijf/mijn organisatie.
5. Samenwerken met marktpartijen en gemeenten om ervoor te zorgen dat regenwatersystemen voldoen aan alle veiligheidsnormen (monitoring etc.)
6. Multi-utilities (water & energie) opzetten die decentrale systemen aanbieden, installeren, onderhouden en monitoren.
7. Drinkwaterbedrijven leveren ook regenwatersystemen voor de meter. Drinkwaterbedrijf is verantwoordelijk.
8. Algemeen verbod maar méér uitzonderingen toestaan in situaties waar er voordelen mogelijk zijn. Eisen voor uitzonderingen worden lager.
9. Voorlichting geven aan consumenten, installateurs en instanties om zo veilige systemen te garanderen.

ISM | Jozef van Brussel
Dunea | Maurice van de Roer

1.

1

1

BFD | Hans Hugo Smit
WATERNET | René van der Aa

3.

2

0

WML | Erwin de Bruijn

5.

0

1

Dunea | Maurice van de Roer
Zulderzeeland | Erik Delman

6.

2

0

RIVM | Monique van der Aa
GEF | Fred Prins

9.

2

0

WML | Erwin de Bruijn
OASEN | Arjen Roelandsse
KWR | Roberto Hofman
TAUW | Paul Telkamp
Dunea | Co van Dongen
Waterschap | Maarten Torbeys
WATERNET | René van der Aa
Zulderzeeland | Erik Delman

12.

5

1

Veruit de meeste deelnemers zijn het erover eens dat dit vraagstuk door samenwerking tussen de verschillende partijen moet worden opgelost. Dat heeft er vooral mee te maken dat de ene partij (bijvoorbeeld waterschappen en gemeenten) een keuze kan maken

(bijvoorbeeld regenwatergebruik stimuleren) die voor een andere partij (bijvoorbeeld de waterbedrijven) tot problemen kan leiden).

Vanuit het ministerie van I&M is terughoudendheid te verwachten om regenwater in te zetten. Er is contact geweest met de inspectie en ook die zijn terughoudend. Hergebruik leeft veel meer in andere landen dan in Nederland en dat geldt ook voor regenwatergebruik. Toch blijkt uit dit onderzoek dat het beleidsrelevant is en van belang voor I&M om hier iets mee te doen.

Naast samenwerking wordt ook het belang van voorlichting en communicatie benadrukt. Die moet vooral gericht zijn op installateurs en consumenten want dat zijn degenen die moeten werken en leven met deze nieuwe technologieën.

Mogelijk dwingt de technologie de waterbedrijven om aan de voorkant te integreren. Winning, zuivering en levering blijft wel wat het is, maar de interactie met de klant wordt anders. Het is de vraag wie daar in gaat springen. Wellicht komen er tussenpersonen die het contact met de nutsvoorzieningen (water, energie, afval, telecom) gaan organiseren. Vooral als het gaat om onderhoud en monitoring. Zou een waterbedrijf daarin gaan stappen?

Waterbedrijven hebben nu geen controle over het regenwatersysteem. Wat is dan het grootste belang? Vanuit het perspectief van de waterbedrijven is dat: geen gevaar voor volksgezondheid en geen gevaar voor centrale systeem. Waterbedrijven doen nu geen individuele controles van binnensystemen. Als de regenwatersystemen echt opkomen moet er misschien een andere risicobeoordeling worden gemaakt en gaat het aantal inspecties waarschijnlijk drastische omhoog.

8 Zelfvoorzienende wooneenheden

8.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een eerste verkenning gedaan naar de haalbaarheid om enkele wooneenheden zelfvoorzienend te maken qua waterlevering, waarbij zij volledig losgekoppeld kunnen worden van het centrale drinkwaternetwerk. Het gaat om kleine wooneenheden die vrij afgelegen liggen in landelijk gebied waarbij het aanleggen of vernieuwen van de waterleidingen naar de centrale drinkwatervoorziening kostbaar zijn.

8.2 Watervraag en waterbeschikbaarheid

Watervraag

In deze haalbaarheidsanalyse gaan we uit van een minimale watervraag in het AM extreem scenario dat 60 l/p.p.d. bedraagt. Er wordt uitgegaan van vijf huishoudens met een gemiddelde omvang van 2,2 mensen en een dakoppervlakte van 60m². Er wordt ook aangenomen dat enkel oppervlaktewater wordt gebruikt voor de tuin.

Regenwaterafvang

In overeenstemming met de regenwaterkwaliteitsanalyse voor decentrale zuiveren (Hofman-Caris en Bertelkamp, 2017), wordt er uitgegaan van een vereiste om een first flush van 2 millimeter te hanteren om vervuiling zoals takken, bladeren, depositie en vogelpoep af te koppelen van de verdere zuiveringsstappen. Het aantal millimeter afvang dat nodig is als first flush is echter sterk afhankelijk van het opvangoppervlak. Zonnepanelen hebben minder first flush afvang nodig en verschillende first flush afkoppelingsvolumes worden onderzocht voor specifieke oppervlakten en afvangsystemen. Deze technische specificaties zijn een onderdeel van het onderzoeksproject "POWER to X" waarbij regenwater afvang wordt onderzocht in een zonnepanelenpark naast het KWR gebouw op het terrein van Watertransportmaatschappij Rijn-Kennemerland (WRK).

Op dit moment wordt echter uitgegaan van een conservatieve aanname van 2 millimeter first flush voor elk type oppervlak. Daarnaast wordt rekening gehouden met evaporatie en het absorberend vermogen van het water opvangend oppervlak. Daarom wordt er gebruik gemaakt van een zogenaamde "run-off" coëfficiënt van 0,8 voor een gemiddeld dakoppervlakte. Nader onderzoek naar specifieke materialen kan een hogere wateropvang opleveren.

In deze haalbaarheidsanalyse worden verschillende opties uitgewerkt die het oppervlak dat gebruikt kan worden voor de opvang van regenwater vergroten. Voorbeelden hiervan zijn schuren, stallen en zonneparken. Het dakoppervlak van gemiddeld 60m² per huishouden is onvoldoende om aan de watervraag te voldoen. Omdat de locatie in landelijk gebied is, biedt dit mogelijkheden om meer regenwater opvangend oppervlak te creëren.

Bluswater

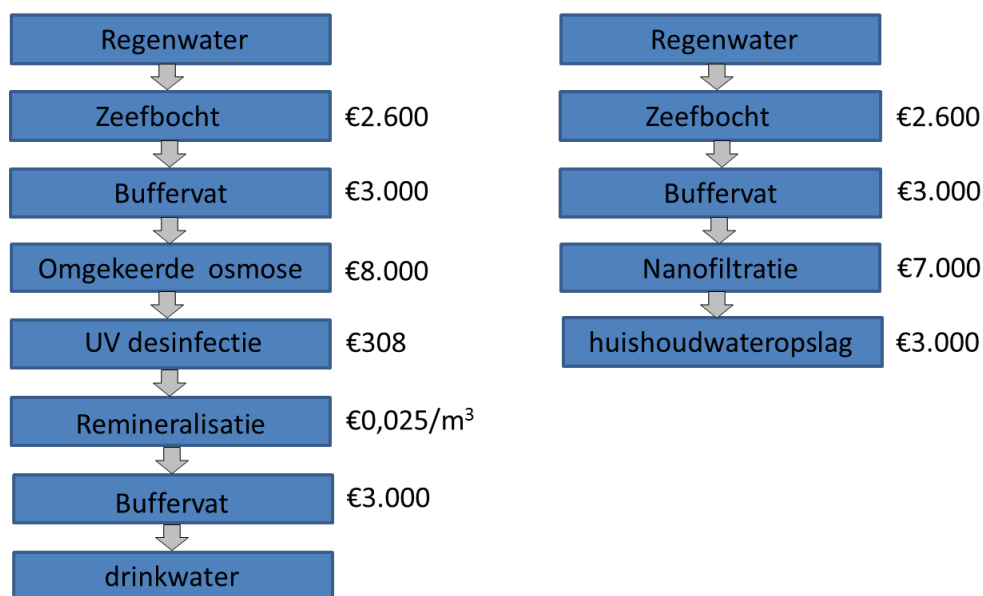
In geval van brand is er voldoende bluswater nodig om in elk geval de woningen volledig te kunnen blussen of voor langere perioden te kunnen blussen totdat er een bluswagen met watertank aanwezig is. Hiervoor moet er ten alle tijden voldoende buffer zijn om aan de maximale bluswatervraag te voldoen. In veel gevallen kan hiervoor oppervlaktewater worden gebruikt.

De normen voor primaire bluswatervoorziening zijn 60m³ per uur. Echter wanneer de gebouwen voldoen aan specifieke brandveiligheidseisen mag dit 30m³ per uur zijn³⁰. Dit geldt in Limburg voor de meeste woonwijken. Daarbij moet de eerste bluskraan binnen 100 meter van de woning liggen en een tweede binnen 200 meter.

Een tweede vereiste is dat er een secundaire bluswatervoorziening is in de vorm van een bluswagen. Er kan uitgegaan worden dat bluswater er eerder is dan een uur. Echter, er kunnen ook meerdere huizen tegelijkertijd brand vatten, of er kunnen stallen of extra gebouwen in brand staan. Er is daarom gekozen om de 30m³ als minimale opslageis voor bluswater te handhaven ongeacht dat de bluswagen mogelijk eerder dan na 1 uur aanwezig kan zijn. Deze opslag van 30m³ moet altijd gewaarborgd blijven en de huizen moeten voldoen aan strengere brandveiligheidseisen. Wanneer er geen oppervlakte water beschikbaar is kan er een aparte ondergrondse regenwateropslag gemaakt worden van 30m³. Deze opslag kan aangevuld worden met huishoudwater in de natte perioden waarin de regenval meer is dan de watervraag en opslagtanks kunnen opslaan.

8.3 Zuiveringsstappen en aankoopkosten regenwater

Voor de zuivering van regenwater naar huishoudwater en drinkwater is een inventarisatie gemaakt van de aankoopkosten voor kleinschalige zuiveringsinstallaties per zuiveringsstap.



FIGUUR 8-1: OVERZICHT ZUIVERINGSTAPPEN MET EEN EERSTE INDICATIE VAN DE AANSCHAFKOSTEN PER ZUIVERINGSTAP.

Zeeffocht

³⁰ Brandweer midden- en west Brabant 2007. Beleidsnotitie Bluswatervoorziening. http://www.google.nl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKewjrvS8gPzTAhXIDMAKHbPUBvYQFggnMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.brandweerkennisnet.nl%2Fpublish%2Fpages%2F1967%2Fbeleidsnotitiebluswatervoorziening.pdf&usg=AFQjCNHKWy8YFvz-dNX_TVG-ckGxwUtqlw&sig2=rwCUuvNMzJMVbIrSSIT-YA [6-06-2017]

De kosten van de zeefbocht bedragen maximaal €2.600,-³¹. Vermoedelijk kan deze aankoop prijs lager uitvallen omdat de capaciteit in deze toepassing laag is.

Buffervat

Een betonnen buffervat inclusief deksel en bijbehorende (circulatie)pomp zijn naar schatting €3.000,-³². Hierbij is gekozen voor een capaciteit van 30m³ om in staat te zijn intensieve regenbuien goed te benutten. Uit regenvalreeksen van droge en warme jaren die het meest overeenkomen met de verschillende klimaatscenario's blijkt dat dit belangrijk is om zelfvoorzienend te blijven.

Het opgevangen regenwater wordt verzameld in een tijdelijke opslagtank voordat het gezuiverd wordt. Voor de waterkwaliteit is het belangrijk dat de verblijftijd in deze tank minimaal is, om zo het ontstaan van biofilms, algen en chemische reacties tot het minimum te beperken. Vandaar dat in de dimensionering van omgekeerde osmose rekening gehouden is met een maximale verblijftijd van drie dagen in het eerste buffervat na een maximale regenwateropvang van 30m³. Het water dat de zuiveringsstappen heeft doorlopen en in het tweede buffervat terecht komt, is wel geschikt om voor langere perioden opgeslagen te worden mits er een circulatiepomp wordt aangesloten. Omdat het regenwater enkel drie dagen ongezuiverd kan worden opgeslagen moet de vereiste capaciteit van omgekeerde osmose systeem hoog zijn. Ook het tweede buffervat moet daarom vrijwel even groot zijn als het eerste buffervat omdat er in 3 dagen slechts 3.168m³ (3 keer 1,056m³/dag) geconsumeerd wordt.

UV lamp

TABEL 9-1 OVERZICHT KOSTEN UV LAMP KLEINSCHALIG GEBRUIK.

Aanschafprijs per installatie (€)	Capaciteit (l/min)	Levensduur (dagen gebruik)	Bron
308 ¹	22,71	375	Crystalquest.com

Omdat we uit gaan van een zeer zuinig watergebruik van 1.056 m³/dag. Kan de UV lamp lang mee gaan (in theorie 11,7 jaar).

Omgekeerde osmose

Tabel 9-2 geeft een overzicht van verschillende kleinschalige omgekeerde osmose installaties. De omgekeerde osmose installatie moet in staat kunnen zijn binnen 3 dagen 30m³ te kunnen zuiveren. Dit leidt tot hoge kosten dan wanneer de instroom regelmatig is.

³¹ Reko.com. Statische en vibrerende zeefbocht. <http://www.reko.com/nl/statische-en-vibrerende-zeefbochten> [20-06-2017]

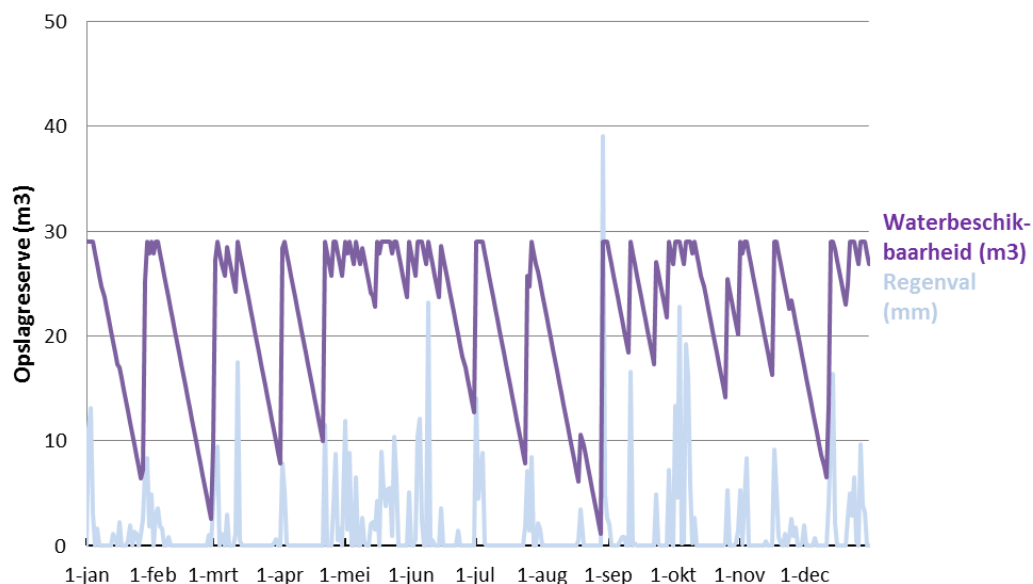
³² Regenwater.com. Flexoline Varitanks van beton. <http://www.regenwater.com/gep/regenwater-opvangen/regenwaterput/regenput> [19-06-2017]

TABEL 9-2 OVERZICHT KLEINSCHALIGE OMGEKEERDE OSMOSE SYSTEMEN.

Aanschafprijs per installatie (€)	Capaciteit (l/dag)	Aanschafkosten max. 3 dagen verblijftijd (€)	Onderhoudskosten (€/maand)	Bron
9.000	37.854	9.000		Crystalquest.com B ³³
998	1150	8.982		Watershop ³⁴
764.95	1140	6.885		Osmoseapparaat.nl ³⁵
699	1900-2400	4.194	17,50	Telewashwinkel.nl ³⁶

8.4 Resultaten haalbaarheid decentrale drinkwatervoorziening

Figuur 9-2 geeft een voorbeeld van de opslagreserve gedurende het gehele jaar 2003. Dit is een relatief droog jaar met langere periodes zonder regenval. Het is goed te zien dat er een aantal periodes in het jaar zijn die ervoor zorgen dat opslagcapaciteit hoog moet zijn om watertekort te voorkomen. Dit verhoogt de kosten aanzienlijk.



FIGUUR 9-2 VOORBEELDOVERZICHT WATERBESCHIKBAARHEID (M3) EN REGENVAL (MM) VOOR EEN OPSLAGCAPACITEIT VAN 30M3 MET EEN REGENWATER OPVANGEND OPPERVLAK VAN 3.425M3. DIT OPPERVLAK KAN BIJVOORBEELD BESTAAN UIT 5 WONINGEN (60M²), MET IEDER EEN SCHUUR (25M²), EEN STAL (2.000M²), EN EEN ZONNEPARK (1.000M²).

De variatie in neerslag per jaar kan aanzienlijke invloed hebben op het de regenwaterbeschikbaarheid. We kunnen uit figuur 9-3 en 9-4 zien dat:

- 1991 meest droog met lage neerslagfrequentie

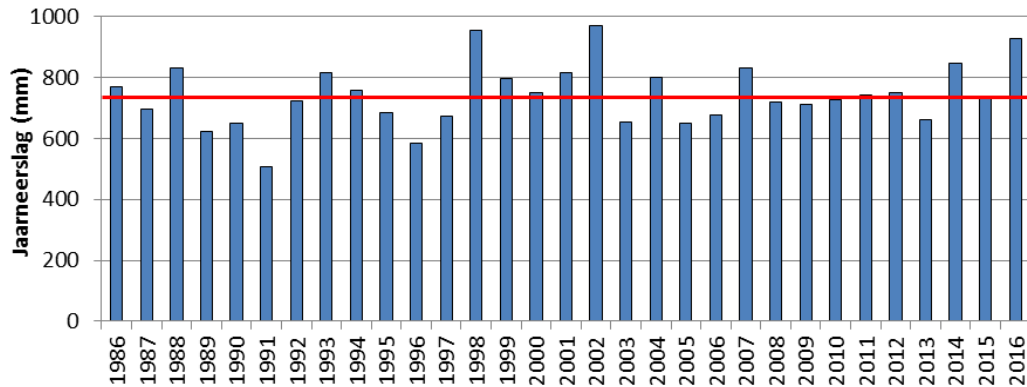
³³ Crystalquest.com A. Ultraviolet Water Sterilizer System - 6 Gallons Per Minute. <https://crystalquest.com/collections/ultraviolet-water-sterilization/products/ultraviolet-water-sterilizer-system-6> [26-06-2017] Commercial Reverse Osmosis Water Filter System - 10000 Gallons Per Day. <https://crystalquest.com/collections/commercial-reverse-osmosis/products/commercial-reverse-osmosis-water-filter-system-10000> [26-06-2017]

³⁴ Watershop. Osmose water systeem. http://www.watershop.aquatechnic.nl/index.php?item=omgekeerde-osmose&action=page&group_id=11&lang=NL [26-06-2017]

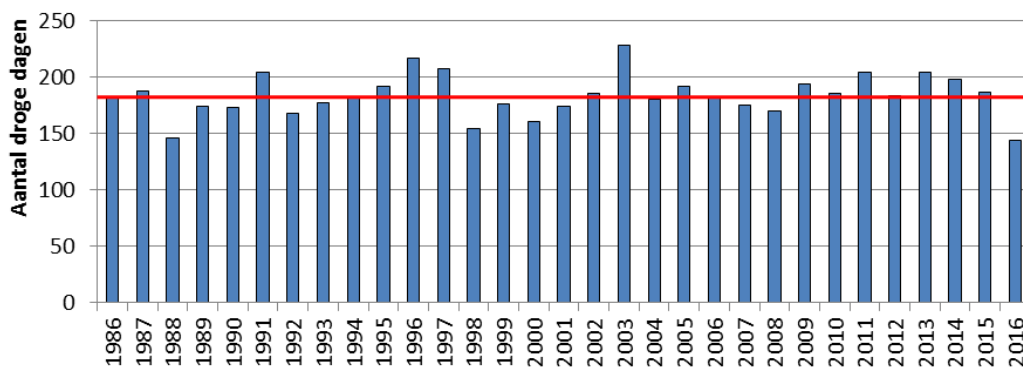
³⁵ Osmoseapparaat.nl. <https://www.osmoseapparaat.nl/glasbewassing.html> [26-06-2017]

³⁶ Telewashwinkel.nl. Osmose systeem Pro Line 1900-2400ltr per dag. <http://www.telewashwinkel.nl/producten/osmose-waterbehandeling-omgekeerde-osmose/> [26-06-2017]

- 2012 het meest gemiddelde jaar
- 1997 meest natte jaar met hoge neerslagfrequentie.

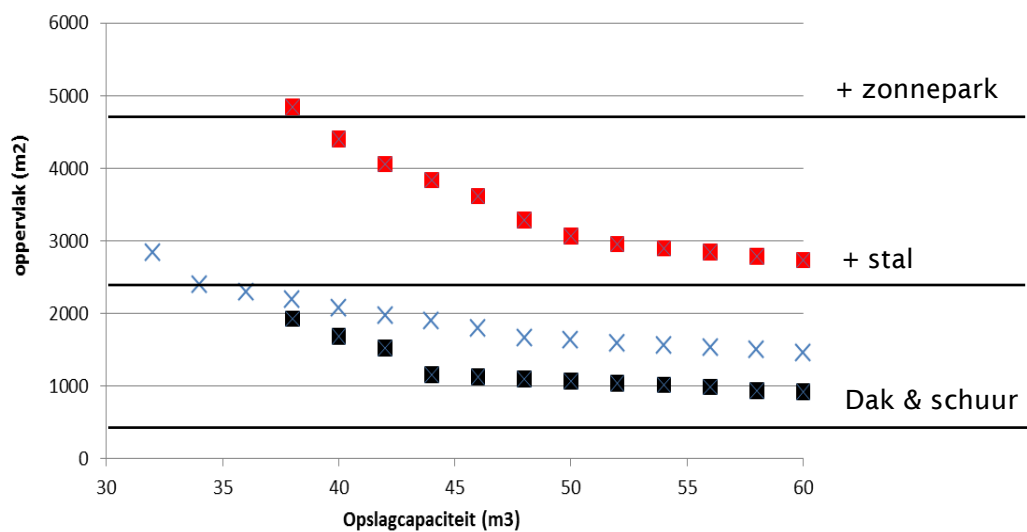


FIGUUR 9-3 JAARLIJKSE NEERSLAG IN MILLIMETERS IN DE PERIODE 1986 TOT 2016.



FIGUUR 9-4 AANTAL DAGEN ZONDER REGEN PER JAAR VOOR IN DE PERIODE 1986 TOT 2016.

Figuur 9-5 laat zien dat wanneer we uitgaan van 5 woningen van gemiddeld 60m² met iedere een schuur van 25m² dat het bij een realistische opslagcapaciteit niet haalbaar is om enkel van regenwater gebruik te maken. Wanneer het regenwater van de stal (2.000m³) wordt afgevangen, is de hoeveelheid regenwater afdoende om in de vraag te voorzien in een jaar met een gemiddelde neerslag. Wanneer er nog een stal of een zonnepark wordt toegevoegd dan is het mogelijk om met wat hogere opslagcapaciteit het hele jaar door voldoende water beschikbaar te hebben om in de watervraag te voorzien.



FIGUUR 89-5 OVERZICHT OPPERVLAKTE (DAT NODIG IS OM VOLDOENDE REGENWATER OP TE VANGEN) IN VERHOUDING MET OPSLAGCAPACITEIT VOOR EEN DECENTRAAL REGENWATERSYSTEEM VAN 5 HUISHOUDENS. IN HET RODE VIERKANTEN HET EXTREEM DROGE JAAR 1991, IN BLAUWE KRUIZEN HET GEMIDDELDE JAAR 2012, EN IN ZWARTE VIERKANTEN HET NATTE JAAR 1997.

Regen valt onregelmatig en vooral langere droge perioden met soms een intensieve regenbui leiden ertoe dat de opslagcapaciteit hoog moet zijn en dat de capaciteit van het omgekeerde osmose systeem hoog moet zijn om algengroei en biofilm te voorkomen in de ongezuiverde regenwateropslagtank. Het leidt er ook toe dat het water afvangend oppervlak hoog moet zijn om aan de watervraag te voldoen en dat het systeem kwetsbaar is voor droge jaren met enkele intensieve buien. Deze omstandigheden kunnen vaker voorkomen als gevolg van klimaatverandering.

Een optie die veel kosten zou besparen is om grondwater te gebruiken voor het zuiveren van drinkwater. Afhankelijk van de grondwatersamenstelling kan dit mogelijk gezuiverd worden met goedkopere waterzuiveringstechnieken dan dat het geval is voor regenwater. Een groot voordeel is dat grondwater een goed alternatief biedt om in tijden van droogte voldoende water aan te leveren waardoor de waterzuivering een lagere capaciteit kan hebben en daarmee de kosten aanzienlijk bespaard kunnen worden. Het regenwater kan dan afgevangen worden en gezuiverd worden tot huishoudwater.

9 Conclusie

Hoewel decentrale technologieën zich nog in een niche bevinden, laat de analyse van drijvende krachten zien dat er wel degelijk potentie is op de lange termijn. De opvang en het gebruik van regenwater kan een sterke impuls krijgen door inspanningen van gemeenten en waterschappen op het gebied van klimaatadaptatie in de gebouwde omgeving. Waterbesparing en -hergebruik hebben de meeste kans bij een groeiend besef van duurzaamheid en stijgende energieprijzen. In beide gevallen zijn wel aanzienlijke gedragsveranderingen en veranderingen in wetgeving nodig.

De twee socio-technische scenario's Let It Flow en Aqua Minimal vormen twee radicale, maar plausibele toekomstbeelden waarin de drijvende krachten sterker blijken dan de barrières. Zoals altijd moeten er bij scenario's wel de kanttekening worden geplaatst dat het hier niet om voorspellingen gaat, maar om 'what if' verhalen. Maar het is niet zo dat ze daarmee volledig vrijblijvend beschouwd kunnen worden. De ontwikkelingen die worden beschreven zijn nu al in de kiem aanwezig en kunnen in de periode tot 2050 uitgroeien.

Nog een reden dat de scenario's als beelden serieus genomen moeten worden, is dat een van de scenario's, Let It Flow, zich al een decennium lijkt te voltrekken bij onze zuiderburen van de Watergroep. Ook de gevolgen die in dit onderzoek worden beschreven, zijn realiteit in de Vlaamse context.

Zowel het Let It Flow scenario, waarin comfort en regenwatergebruik domineren, als de situatie in België laten zien dat regenwatergebruik invloed kan hebben op de gemiddelde watervraag en de maximale piekvraag. Vooral het grotere verschil tussen die twee stelt de waterbedrijven voor uitdagingen. Dit pakt wel heel verschillend uit voor WML en Dunea. Bij WML versterkt de afname van de gemiddelde vraag de al voorziene afname van de vraag als gevolg van een krimpende bevolking. Bij Dunea is juist sprake van een groeiende bevolking. De effecten daarvan op de totale vraag worden door het scenario juist afgezwakt, al vormt de hoge piek ook voor Dunea een uitdaging.

Bij zowel Dunea als WML biedt het LF scenario ook fysieke uitdagingen voor de infrastructuur. De lage gemiddelde vraag kan bijvoorbeeld leiden tot sedimentsophoping omdat de juiste stroomsnelheid niet kan worden gehaald. In het geval van een hoge piek kan dat juist weer leiden tot bruin water, maar ook pompgebreken of extra lekkages. De investeringen om de in hoofdstuk 6 genoemde problemen te verhelpen zijn hoog en het is de vraag of alleen infrastructurele maatregelen effectief en efficiënt zijn.

Het AM-scenario, waarin waterbesparing en waterhergebruik centraal staan, is door z'n kleinere piekfactor minder uitdagend voor de waterbedrijven. Voor WML kan een extreme besparing wel tot financiële uitdagingen leiden, wat dan misschien vertaald wordt in een hogere waterprijs. Voor Dunea zou het besparingsscenario juist een uitkomst kunnen bieden voor de verwachte stijging van de watervraag als gevolg van de bevolkingsgroei.

Uit de positioneringsworkshop kwamen ook nog uitdagingen naar voren op het gebied van waterkwaliteit, in het bijzonder wanneer regenwatersystemen slecht onderhouden of gebruikt worden of wanneer er water vanuit de regenwaterbuffers het leidingnet in stroomt. Het is niet eenvoudig voor waterbedrijven en andere organisaties in de watersector om een positionering te bepalen ten opzichte van deze ontwikkelingen. Er bestaat een breed gedeeld

idee dat er samenwerking nodig is tussen de verschillende partijen in de waterketen om tot een oplossing te komen voor de uitdagingen die decentrale (regenwater)systemen bieden. Dat heeft vooral te maken met het feit dat de individuele belangen van de verschillende partijen nogal uit elkaar kunnen lopen. Waterschappen en gemeenten hebben vooral voordelen van regenwateropvang (minder last van extreme buien), terwijl de waterbedrijven vooral met de uitdagingen te maken hebben. Het belangrijkste gedeelde belang is uiteindelijk de volksgezondheid en daarin kunnen alle partijen in de sector een rol spelen.

Het dilemma tussen meewerken en ontmoedigen is een hardnekkige. Meewerken heeft als voordeel dat de ontwikkeling gestuurd kan worden in een richting die voor alle partijen gunstig, maar op zijn minst geen grote uitdagingen voor één van de partijen biedt. Ontmoedigen is wellicht vanuit het perspectief van een efficiënt centraal systeem het beste, maar daarmee loopt de sector wel het risico controle over de ontwikkeling te verliezen, zeker als het ontmoedigen onsuccesvol lijkt.

Coördinatie tussen de verschillende partijen, het voorlichten van burgers en marktpartijen en het ontwikkelen van concepten die zowel klimaatadaptatie bevorderen als een probleemloze integratie van decentrale en centrale systemen lijken de meest veelbelovende strategische opties.

Referenties

- Agudelo-Vera, C. M., Blokker, E. J. M., Büscher, C. H., & Vreeburg, J. H. G. (2014). Analysing the dynamics of transitions in residential water consumption in the Netherlands. BTO: Nieuwegein, the Netherlands.
- Agudelo-Vera, C. M., Buscher, C. H., Palmen, L. J., Leunk, I., & Blokker, E. J. M. (2015). Transitions in the drinking water infrastructure – a retrospective analysis from source to tap, BTO: Nieuwegein, the Netherlands.
- Arends, J., & Schmeets, H. (2015). Sociaal en institutioneel vertrouwen in Nederland. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag.
- Baggelaar, P. K., & Geudens, J. J. G. (2008). Prognose landelijke drinkwatervraag t/m 2025. VEWIN.
- Brouwer, S. (2016) Van Klantbeleving tot Handelingsopties BTO2016.006
- De Ingenieur. (2017). Waterbesparing valt niet meer. Accessed on 01-05-2017 from <https://www.deingenieur.nl/artikel/waterbesparing-valt-niet-mee>
- De Graaf, R. E., et al. (2011) Perspectives on Innovation: a Survey of the Dutch Urban Water Sector. *Urban Water Journal*, Vol. 8(1), pp. 1-12.

- E'til. (2016). Bevolking en huishouden prognoses Limburg. Progneff E'til, Maastricht.
- Frazer-Williams, R., Avery, L., Winward, G., Jeffrey, P., Shirley-Smith, C., Liu, S., Memon, F., & Jefferson, B. (2008). Constructed wetlands for urban grey water recycling. *International Journal Environmental Pollution*, Vol. 33(1), pp. 93-109.
- Hegger, D. L. (2007). Bewonerservaringen met nieuwe toiletsystemen – De Willem Santemastraat in Sneek. Wageningen Universiteit, Netherlands.
- Hegger, D. L., Van Vliet, J., & Van Vliet, B. J. (2007). Niche management and its contribution to regime change: the case of innovation in sanitation. *Technology Analysis & Strategic Management* Vol. 19(6), pp. 729-746.
- H₂O. (2012). Nederland voorop in duurzaam water, achteraan in duurzame energie. *H₂O*, Vol. 14(15), pp. 7.
- Hofman-Caris CHM (2012) Effecten van alternatieve sanitatie. BTO rapport, Nieuwegein, the Netherlands.
- KNMI. (2014a). KNMI'14-Klimaatscenario's. Accessed on 05-04-2017 from <http://www.klimaatscenario's.nl/brochures/index.html>
- KNMI (2014b). Hoe vaak komt extreme neerslag zoals op 28 juli tegenwoordig voor, en is dat anders dan vroeger? Accessed on 29-06-2017 from <http://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/hoe-vaak-komt-extreme-neerslag-zoals-op-28-juli-tegenwoordig-voor-en-is-dat-anders-dan-vroeger>
- Koetse, E. (2005). The implementation of DESAR concepts in two projects in Germany. Wageningen University, Netherlands.
- Makropoulos, C. K., & Butler, D. (2010). Distributed Water Infrastructure for Sustainable Communities. *Water Resource Management*, Vol. 24, pp. 2795-2816
- Makropoulos, C., Memon, F. A., Shirley-Smith, C., Butler, D. (2008). Futures: an exploration of scenarios for sustainable urban water management. *Water Policy*, Vol. 10(4), pp. 345-373.
- Mankad, A., & Tapsuwan, S. (2011). Review of socio-economic drivers of community acceptance and adoption of decentralised water systems. *Journal of Environmental Management*, Vol 92, pp. 380-391.
- Marks, J. S., & Zadoroznyj, M. (2005). Managing sustainable urban water reuse: structural context and cultures of trust. *Social Natural Resources*, Vol. 18(6), pp. 557-572.
- Memon, F. A., Zheng, Z., Butler, D., Shirley-Smith, C., Liu, S., Makropoulos, C., & Avery, L. (2007). Life cycle impact assessment of greywater treatment technologies for new developments. *Environmental Monitoring Assessment*, Vol. 129, pp. 27-35
- Moglia, M., Cook, S., Sharma, A. K., & Burn, S. (2011). Assessing Decentralised Water Solutions: Towards a Framework for Adaptive Learning. *Water resources Management*, Vol. 25, pp. 217-238.

- POL. (2016). Provinciaal Omgevingsplan Limburg. Accessed on 02-04-2017 from http://www.limburg.nl/Beleid/Provinciaal_Omgevingsplan_Limburg
- Provincie Limburg. (2016). Woonmonitor Limburg 2015. Accessed on 04-05-2017 from http://www.limburg.nl/Beleid/Wonen_en_Leefomgeving/Onderzoek_en_Monitoring/Woonmonitor
- Provincie Limburg. (2016). Woonmonitor Zuid-Limburg 2015. Accessed on 04-05-2017 from http://www.limburg.nl/Beleid/Wonen_en_Leefomgeving/Onderzoek_en_Monitoring/Woonmonitor
- Provincie Limburg. (2016). Woonmonitor Midden-Limburg 2015. Accessed on 04-05-2017 from http://www.limburg.nl/Beleid/Wonen_en_Leefomgeving/Onderzoek_en_Monitoring/Woonmonitor
- Provincie Limburg. (2016). Woonmonitor Noord-Limburg 2015. Accessed on 04-05-2017 from http://www.limburg.nl/Beleid/Wonen_en_Leefomgeving/Onderzoek_en_Monitoring/Woonmonitor
- Ritchey, T. (2002). General Morphological Analysis, A general method for non-quantified modelling, *Swedish Morphological Society*, 2002.
- Rotmans, J., Kemp, R., & van Asselt, M. (2001). More evolution than revolution: transition management in public policy, *Foresight*, Vol. 3(1), pp. 15–31. <http://doi.org/10.1108/14636680310471253>
- Schyns, P. (2016). Kiezen bij de kassa: Een verkenning van maatschappelijk bewust consumeren in Nederland. Sociaal en Cultureel Planbureau, Den Haag.
- Telkamp, P. (2008). Separate collection and treatment of domestic wastewater in Norway A research into the establishment and performance of non-conventional sanitation systems at the sites “Kaja” and “Torvetua”. Wageningen University, Netherlands
- Tjandraatmadja, G. F., Burn, L.S., McLaughlin, M., & Biswas, T. (2005). Rethinking urban water systems – revisiting concepts in urban wastewater collection and treatment to ensure infrastructure sustainability. *Water Science & Technology: Water supply*, Vol. 5(2), pp. 145–154.
- Van Alphen, H. J. (2015). BTO Praktijk en Toekomst van Decentrale drinkwatervoorziening, (November 2014).
- Van den Bulk, J. (2008). New initiatives in sanitation systems: Comparative assessment of the implementation process and actual performance of the Casa Vita project (Deventer) and the Flintenbreite project (Lubeck). Wageningen University, Netherlands.
- Van Thiel, L. (2014). Watergebruik Thuis. TNS NIPO & VEWIN, The Hague, The Netherlands.
- Vreugdenhil, H. S. I., Slinger, J. H., Thissen, W. A. H., & Ke Rault, P. A. (2010). Pilot projects in water management, *Ecology & Society*, Vol. 15(2), pp. 13.

Water Research Foundation. (2013). Dual Water Systems: Characterization and Performance for Distribution of Reclaimed Water, Web Report #4333 accessed on 5 June 2017 from <http://www.waterrf.org/PublicReportLibrary/4333.pdf>

Yin, R. K. (2009). Case Study Research Design and Methods (4th Edition). *Applied Social Research Methods Series*, 5.

Bijlage I Technologie-overzicht

TABEL 9-I: LIJST MET WATERPRODUCTIE- EN -ZUIVERINGSTECHNIKEN

OPVANG EN OPSLAG	BRONNEN
Dak opslag	www.polderdak.nl
Regentonnen	www.nophadrain.nl
Tuinscheiding opslag	http://www.regenzuil.nl/regenzuil.html
Ondergrondse opslag	http://www.rainwinner.nl/
- Beton	https://www.postma-kunststof-tanks.com/nl
- Kunststof	http://www.betonputten.nl/RegenwaterBuffer
Bovengrondse opslag	http://www.climate-kic.org/start-ups/modutank
Binnenhuis opslag	http://www.regenwater.com/gep/regenwater-hergebruik/woningbouw/regenwaterrecuperatie/GEP-regenwater
Waterzak voor kelders en kruipruimtes	www.regenwater.com
FILTERS	BRONNEN
Huishoud filter	https://aquapurica.nl/products/
Voor-filter	https://www.123zuiverwater.nl/webwinkel/catalogus/waterzuiveringssystemen,1,1.html#p
Sediment filter	https://www.purewater.nl/producten/systemen/
Carbon blocker	http://www.lenntech.nl/ ; http://www.remon.com/
Gas Active Carbon Dioxide filter	
Active carbon filter	http://smarttanks.ie/products/rainwater-harvesting-systems/the-rainsafe/ ; https://www.mijnwaterfabriek.nl/waterzuivering.html
MEMBRAANTECHNOLOGIE	BRONNEN
Osmose filtratie	http://www.intewa.de/en/products/aqualoop/innovation/ ;
Nano-filtratie	http://www.lenntech.nl/ ; http://www.remon.com/
Electro dialyse	http://www.lenntech.nl/ ; http://www.remon.com/
	http://www.lenntech.nl/ ;
ANDERE TECHNIKEN	BRONNEN
UV-lamp	https://www.mijnwaterfabriek.nl/waterzuivering.html
Ion-verwisselaar	http://www.lenntech.nl/ ; http://www.remon.com/
Doseringssystem	http://www.remon.com/
Gecombineerde hergebruik technieken	http://ec.europa.eu/environment/eco-innovation/projects/en/projects/aqualoop#benefits
Helofytenfilters	http://www.killianwater.nl/
	http://www.wetlantec.com/nl/helofytenfilter/

Bijlage II SEPTED dimensies

In tabel III-1 staan de Sociale, Ecologische, Politieke, Technologische, Economische en Demografische ontwikkelingen (**SEPTED** ontwikkelingen) voor de verschillende scenario's weergegeven. De scenario's zijn onderverdeeld in de milde en extreme variant. Met behulp van morfologische methodieken zijn de elementen binnen de scenario's op elkaar afgestemd. Zo zijn er een aantal sessie geweest waarin de onderzoekers op basis van literatuur en ervaring de scenario's hebben doorontwikkeld. Daarnaast zijn er ook een tweetal sessies geweest met betrokken van WML om de input van de scenario's te verifiëren en controleren op consistentie van logica.

De kwalitatieve beschrijving zoals in tabel II gegeven is betreft een verdieping op het narratief zoals in hoofdstuk 4 beschreven is. En daarnaast diende dit als input voor de kwantitatieve input van het rekenmodel.

TABLE 9-II SEPTED DIMENSIES

SEPTED ELEMENTEN	LET IT FLOW		AQUA MINIMAL	
	Mild	Extreem	Mild	Extreem
SOCIAAL	<i>Kwaliteit van leven.</i> Low-tech in en rond het huis.	<i>Kwaliteit van leven.</i> Low-tech in en rond het huis.	<i>Technologisch individualisme.</i> Smart en online.	<i>Technologische individualisme.</i> Smart en online en meer circulariteit.
Duurzaamheid discourse	65% geïnteresseerd in duurzaamheid, waarvan 30% een prijs toename accepteert ³⁷ . Gebruik van regenwater wordt geaccepteerd maar gedragsverandering (besparen) niet.	65% geïnteresseerd in duurzaamheid, waarvan 30% een prijs toename accepteert ³⁸ . Gebruik van regenwater wordt geaccepteerd en gedragsverandering (alleen bij regenwater gebruiken) wordt geaccepteerd.	Mensen hebben een langetermijnvisie, ze investeren dan ook in besparende technieken omdat dit op de langer termijn baat brengt (financieel en duurzaam). Gedragsverandering is tot op zeker hoogte geaccepteerd.	Mensen hebben een langetermijnvisie, ze investeren dan ook in besparende technieken omdat dit op de langer termijn baat brengt (financieel en duurzaam). Gedragsverandering is tot op zeker hoogte geaccepteerd.
Gedrag	Mensen verlangen comfort.	Mensen verlangen veel comfort.	Mensen zijn bereid om minder comfort te hebben met het oog op het milieu en voor een	Mensen zijn bereid om minder comfort te hebben met het oog op het milieu en voor een

³⁷ Brouwer, S. (2016) Van Klantbeleving tot Handelingsopties BTO2016.006

³⁸ Brouwer, S. (2016) Van Klantbeleving tot Handelingsopties BTO2016.006

			nieuwe <i>minimalistische</i> levensstijl.	nieuwe <i>minimalistische</i> levensstijl.
Maatschappelijke organisaties	Campagnes die de nadruk leggen op het gebruik van regenwater en klimaatadaptatie.	Campagnes die de nadruk leggen op het gebruik van regenwater en klimaatadaptatie.	Campagnes en bewegingen die de nadruk leggen op circulariteit en het verlagen van onze voetafdruk.	Campagnes en bewegingen die de nadruk leggen op circulariteit en het verlagen van onze voetafdruk.
Tuinen	Meer groene tuintjes als klimaat maatregel	Nog meer groene tuintjes als klimaat maatregel	De trend van bestrating en tegels in de tuin zet door. De voortuin is geen onderdeel meer van de identiteit van mensen, dit is online.	De trend van bestrating en tegels in de tuin zet verder door. De voortuin is geen onderdeel meer van de identiteit van mensen, dit is online.
ECOLOGIE	Scenario KNMI W _L ³⁹ : 898mm/jaar neerslag.	Scenario KNMI W _H ⁴⁰ : 894mm/year 250mm neerslag in winter en 190mm in de zomer.	Scenario KNMI W _H ⁴¹ : 894mm/jaar 250mm neerslag in de winter en 190mm in de zomer.	Scenario KNMI W _L ⁴² : 898mm/jaar neerslag.
Weer	Meer extreme neerslag (hoosbuien) maar relatief gelijk verdeeld over het jaar	Meer extreme natte periodes en langere droge periodes.	Meer extreme natte periodes en langere droge periodes.	Meer extreme neerslag (hoosbuien) maar relatief gelijk verdeeld over het jaar
POLITIEK	Medium impact, gericht op de private sector.	Grote impact, gericht op de private sector.	Medium impact, gericht op marktwerking.	Grote impact, gericht op marktwerking.
Milieu beleid	Beperkte maatregelen, gericht op klimaatadaptatie.	Grote maatregelen, gericht op klimaatadaptatie.	Beperkte maatregelen gericht op klimaatverandering mitigatie en vermindering van de energie consumptie.	Grote maatregelen gericht op klimaatverandering mitigatie en vermindering van de energie consumptie.
Wetgeving	Nieuwe en gerenoveerde huishoudens moeten regenwateropvangen en gebruiken voor huishoudelijke doeleinden vanaf 2030.	Nieuwe en gerenoveerde huishoudens moeten regenwateropvangen en gebruiken voor huishoudelijke doeleinden vanaf 2020. Daarnaast moet de	Regels en nieuwe standaarden voor huishoudproducten zoals wasmachines (strengere energie en water eisen).	Regels en nieuwe standaarden voor huishoudproducten zoals wasmachines (strengere energie en water eisen).

³⁹ KNMI. (2014) Klimaatscenario's voor Nederland, pp. 13

⁴⁰ KNMI. (2014) Klimaatscenario's voor Nederland, pp. 13

⁴¹ KNMI. (2014) Klimaatscenario's voor Nederland, pp. 13

⁴² KNMI. (2014) Klimaatscenario's voor Nederland, pp. 13

		tuin water kunnen infiltreren.		
Subsidies	Waterschappen en gemeenten geven subsidies voor regenwaterafkoppeling vanaf 2020.	Waterschappen en gemeenten geven subsidies voor regenwaterafkoppeling vanaf 2020. Provincie en gemeenten geven subsidies om huizen klimaat adaptief te maken	Subsidies en belasting daling voor nieuwe lease constructies voor duurzamere huishoudt artikelen.	Subsidies en belasting daling voor nieuwe lease constructies voor duurzamere huishoudt artikelen.
Belasting	Laag Btw-tarief voor regenwatersystemen en mogelijkheid op belasting teruggave.	Laag Btw-tarief voor regenwatersystemen en mogelijkheid op belasting teruggave.	Afvalwater belasting per m ³ water in plaats van huishoudensgrote.	Afvalwater belasting per m ³ water in plaats van huishoudensgrote.
Risico acceptatie	Risico acceptatie voor kwaliteit van water is gemiddeld maar laag voor klimaat gerelateerde incidenten (stormen en overstromingen)	Risico acceptatie voor kwaliteit van water is gemiddeld maar laag voor klimaat gerelateerde incidenten (stormen en overstromingen)	Hergebruik van water is geaccepteerd omdat mensen weten wat er in hun eigen water zit. Maar lage acceptatie van regenwater omdat er stoffen inzitten waar mensen geen zicht op hebben (fijnstof, pesticiden etc.).	Hergebruik van water is geaccepteerd omdat mensen weten wat er in hun eigen water zit. Maar lage acceptatie van regenwater omdat er stoffen inzitten waar mensen geen zicht op hebben (fijnstof, pesticiden etc.).
TECHNOLOGIE	Regenwater-technieken worden opgeschaald en beter. Waterbesparings-technologieën worden niet doorontwikkeld.	Regenwater-technieken worden opgeschaald en beter. Waterbesparings-technologieën worden niet doorontwikkeld. Daarnaast worden renovatie technieken steeds beter.	Groei in technieken van waterbesparende technologieën aangewakkerd door de globale water crises.	Groei in technieken van waterbesparende technologieën aangewakkerd door de globale water crises.
Type technologische ontwikkeling	Low-tech en biomimicry.	Low-tech en biomimicry.	Efficiëntie en circulariteit.	Efficiëntie en circulariteit.

Prijs-verandering technologieën	Door 'economies of scale' worden de regenwatersystemen goedkoper in investerings- en instaleringskosten.	Door 'economies of scale' worden de regenwatersystemen goedkoper in investerings- en instaleringskosten.	Prijdsdaling voor water en energie besparende technologieën en apparatuur.	Grotere prijsdaling voor water en energie besparende technologieën en apparatuur.
ECONOMIE	Stabiel (0% per jaar) en een nivellerend effect.	Economische groei (2% per jaar) maar niet gelijk verdeel, meer groei voor de welvarende ⁴³ . Vrijstaande huizen in rurale gebieden hebben meer economische mogelijkheden.	Stabiel (0% per jaar) en een nivellerend effect.	Economische groei (2% per jaar) maar niet gelijk verdeel, meer groei voor de welvarende ⁴⁴ . Vrijstaande huizen in rurale gebieden hebben meer economische mogelijkheden.
Prijsverandering drinkwater	Gelijk met huidige prijs.	Door de tijd stijgt de prijs van water doordat het centrale systeem duurder wordt doordat er meer infrastructuur nodig is. Mede door een negatieve feedbackloop.	Gelijk met huidige prijs maar de prijs van energie stijgt.	Door de tijd stijgt de waterprijs doordat er minder inkomsten zijn voor de waterbedrijven maar de organisatie en infrastructuur gelijk moeten blijven. Daarnaast stijgen de energie prijzen verder.
Investerings	Investerings in adaptieve klimaat maatregelen.	Investerings in adaptieve klimaat maatregelen en comfortabele technologieën.	Investerings in waterbesparende technieken.	Investerings in waterbesparende technieken.
DEMOGRAFIE Deze worden in hoofdstuk 4 besproken	Bevolkingsgroei heeft de grootste impact op dit scenario	Bevolkingsgroei heeft de grootste impact op dit scenario	Bevolkingsdaling heeft de grootste impact op dit scenario.	Bevolkingsdaling heeft de grootste impact op dit scenario.

⁴³ CPB/PBL. (2015) Nederland in 2030 en 2050: Twee referentiescenario's, pp. 29

⁴⁴ CPB/PBL. (2015) Nederland in 2030 en 2050: Twee referentiescenario's, pp. 29

Bijlage III Kwantitatieve input scenario's

LEGENDA KWANTITATIEVE INPUT SCENARIOS

% = Percentage toegepast

k/p/d = aantal keer per persoon per dag

l/k = liters per keer gebruikt

t/k = aantal minuten (tijd) per keer gebruikt

l/t = aantal liters per keer gebruikt

t = tijd (in minuten)

m² = vierkante meters

m²/h = vierkante meters per huishouden

l/h = liters per huishouden

k/j = aantal keer gebruikt per jaar

mm/k = millimeters gebruik per keer



= Hoog stedelijke⁴⁵ bebouwing
(>5000 inwoners per m²)



+ = Hoog stedelijke nieuwbouw
of renovatie (>5000 inwoners per m²)



= Stedelijke en plattelands
bebouwing (<5000 inwoners per m²)⁴⁶



+ = Stedelijke en plattelands
nieuwbouw of renovatie (<5000 inwoners
per m²)

⁴⁵ Hier is meestal sprake van hoogbouw (vanaf 4 verdiepingen) waardoor er geen tuinen aanwezig zijn en het dakoppervlak per wooneenheid beduidend kleiner is.

⁴⁶ Bij dergelijke woningen is er altijd een tuin aanwezig.

KWANTITATIEVE INPUT SCENARIOS

TABLE 9-III INPUT TOILET LET IT FLOW SCENARIO

TOILET 	HUIDIGE SITUATIE	LET IT FLOW - MILD					LET IT FLOW - EXTREEM			
										
Gedrag; aantal keer gebruikt per person per dag (k/p/d)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Penetratiegraad spoelonderbreker (%)	73%	80%	100%	80%	100%	80%	100%	80%	100%	100%
Percentage dat spoelonderbreker is gebruikt (%)	69%	69%	69%	69%	69%	40%	40%	40%	40%	40%
Gebruikscapaciteit spoelonderbreker (l/k)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Penetratiegraad vacuüm toilet en vergelijkbare producten (%)	1%	1%	10%	1%	10%	1%	0%	1%	0%	0%
Gebruikscapaciteit vacuüm toilet (l/k)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gemiddelde gebruikscapaciteit regulier toilet (l/k)	7,90	7,70	6	7,70	6	7,20	6	7,70	6	6

TABEL 9-IV: INPUT TOILET AQUA MINIMAL SCENARIO

TOILET 	HUIDIGE SITUATIE	AQUA MINIMAL - MILD					AQUA MINIMAL - EXTREEM			
										
Gedrag; aantal keer gebruikt per person per dag (k/p/d)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Penetratiegraad spoelonderbreker (%)	73%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Percentage dat spoelonderbreker is gebruikt (%)	69%	69%	69%	69%	69%	69%	69%	69%	69%	69%
Gebruikscapaciteit spoelonderbreker (l/k)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Penetratiegraad vacuüm toilet en vergelijkbare producten (%)	1%	1%	25%	1%	20%	1%	50%	1%	40%	40%
Gebruikscapaciteit vacuüm toilet (l/k)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gemiddelde gebruikscapaciteit regulier toilet (l/k)	7,90	6	6	6	6	6	6	6	6	6

TABLE 9-V: INPUT DOUCHE LET IT FLOW SCENARIO

DOUCHE 	HUIDIGE SITUATIE	LET IT FLOW - MILD					LET IS FLOW - EXTREME			
										

WASMACHINE	
	HUIDIGE SITUATIE
Gedrag; aantal keren gebruikt (k/p/d)	0,29
Gebruikscapaciteit reguliere wasmachine (l/k)	57
Penetratiegraag semi-waterloze wasmachine (%)	0,00%
Gebruikscapaciteit semi-waterloze wasmachine (l/k)	8,00

LET IT FLOW - MILD					
0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	

LET IT FLOW – EXTREEM					
0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30

[illegible][illegible]

TABLE 9-X: INPUT AFWASMACHINE AQUA MINIMAL SCENARIO

[illegible]

TABLE 9-XI: INPUT TUIN LET IT FLOW SCENARIO

[illegible]

TABLE 9-XII: INPUT TUINEN AQUA MINIMAL SCENARIO

TUINEN 	HUIDIGE SITUATIE	AQUA MINIMAL - MILD				AQUA MINIMAL - EXTREEM			
									
Penetratiegraad tuin (%)	71%	30%	30%	100%	100%	30%	30%	100%	100%
Penetratiegraad regenwateropslag voor tuin (indien groen) (%)	17%	70%	70%	80%	80%	70%	70%	80%	80%
Waterbeschikbaarheid in droge periodes (%)	40%	70%	70%	70%	70%	80%	80%	80%	80%
Bewateringsoppervlakte (m²)	25	10	10	30	30	10	10	30	30
Penetratiegraad bestratetuinen of overwoekerde tuinen (%)	40%	60%	50%	40%	40%	70%	70%	60%	60%
Penetratiegraad groene tuinen (%)	60%	40%	50%	60%	60%	30%	30%	40%	40%
Aantal keer tuin bewateren (tijdens warme periodes) (k/j)	18	20	20	20	20	21	21	21	21
Aantal keer tuin bewateren (tijdens extreem warme periodes) (k/j)	3	4	4	4	4	3	3	3	3
Millimeters bewateren tijdens warme periodes (mm/k)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Millimeters bewateren tijdens extreem warme periodes (mm/k)	15	15	15	15	15	15	15	15	15

TABLE 9-XIII: INPUT REGENWATER LET IT FLOW SCENARIO

REGENWATER 	HUIDIGE SITUATIE	LET IT FLOW - MILD				LET IT FLOW - EXTREEM			
									
Penetratiegraad regenwatersystemen (%)	12%	50%	60%	70%	80%	100%	100%	100%	100%
Penetratiegraad huishoudensapplicatie aansluitingen (%)	0%	5%	50%	15%	50%	30%	100%	50%	100%
Gemiddelde dakoppervlakte (m²/h)	57	50	50	65	65	50	50	65	65
Gemiddelde buffercapaciteit (l/h)	500	2000	2000	5000	5000	3000	3000	7000	7000

TABLE 9-XIV: HERGEBRUIK IN AQUA MINIMAL SCENARIO

HERGEBRUIK		AQUA MINIMAL - MILD				AQUA MINIMAL - EXTREEM			
									
Penetratiegraad grijswatersystemen (%)	0%	10%	30%	10%	30%	20%	70%	20%	70%

Bijlage IV Betrokken experts

Gedurende de expertbijeenkomst van 31 Mei van 11:00 tot 15:00 zijn de uitkomsten van de scenario's gepresenteerd aan en besproken met een groep experts (Tabel 9-XV Experts Bijeenkomst 31 mei 2017). Tabel 9-XVI toont een overzicht van de experts die in de loop van het onderzoek geïnterviewd zijn.

TABEL 9-XV EXPERTS BIJeenKOMST 31 MEI 2017

Naam	Organisatie
Erwin de Bruin	WML
Willemijn Bouland-Oosterwijk	Dunea
Joost Verleisdonk	WML
Henk-Jan van Alphen	KWR
Willem van Pol	WML
Henk Vogelaar	WML
Maurice van de Roer	Dunea
Birgitta Putters (WML)	WML

TABEL 9-XVI: LIJST MET GEINTERVIEWDE EXPERTS

Naam	Organisatie	Format
Ad de Man	Waterschapsbedrijf Limburg (WBL)	Personal Communication (interview)
Albert Jansen	Water Innovative Consulting	Personal Communication (interview)
Annelies Bertram	Eigenaar boerderij	Personal Communication (interview)
Enna Klaversma	Waternet	Personal Communication (network & mail)
Frank Rijnders	Woongroep Munstergeleen	Personal Communication (interview)
Fred Prins	GEP regenwater	Personal Communication (interview)
Jan Rotmans	Professor Transition Studies	Lecture & Personal Communication (questions)
Jolanda Stemborn	VEWIN	Personal Communication (phone & mail)
Johan Bel	MijnWaterfabriek	Personal Communication (interview)
Judy Koopman & Tom van Duuren	Eigenaar off-grid woning	Personal Communication (interview)
Richard Janssen	Nering Bögel	Personal Communication (interview)

Theo Theunissen	Polderdrift	Personal Communication (interview)
N/A	REMON water	Personal Communication (phone interview)
Luc Keustermans	Watergroep België	Personal Communication (interview)
Gisele Peleman	Watergroep België	Personal Communication (interview)
Verdinand Jongeling	Servatius	Personal Communication (interview)
Paul van Noorden	Provincie Limburg	Personal Communication (interview)
Wilfred Rijnhold	Ministerie I&M	Personal Communication (phone interview & mail)
Department real estate (2 persons)	Woonpunt	Personal Communication (interview)
N/A	Heemwonen	Personal Communication (phone & mail)
N/A	Killian Water	Personal Communication (phone interview)
N/A	AquaWorld - Biosystems	Personal Communication (phone interview)
N/A	dBCOM consultants for alternative energy	Personal Communication (phone interview)
N/A	RLM Benelux	Personal Communication (phone interview)
N/A	Ecosave	Personal Communication (phone interview)

Experts WML

Willem van Pol
 Erwin de Bruin
 Marcel Kuyltjes
 Birgitta Putters
 Henk Vogelaar

TABEL 9-XVII: DEELNEMERS WORKSHOP ROLBEPALING

Naam	Organisatie
Monique van der Aa	RIVM
René van der Aa	Waternet
Henk-Jan van Alphen	KWR
Erwin de Bruin	WML
Jozef van Brussel	I&M
Erik Deiman	HH Zuiderzeeland
Co van Dongen	Dunea

Diederik van Duuren	WML
Jos Frijns	KWR
Roberta Hofman-Caris	KWR
Fred Prins	GEP
Arjen Roelandse	Oasen
Maurice van de Roer	Dunea
Hans-Hugo Smit	BPD
Paul Telkamp	Tauw
Maarten Torbeyns	De Watergroep

