

Onderzoek naar droogte en waterschaarste in Antwerpen

WP 4 Beleidsaanbevelingen

Stad Antwerpen
Stadsontwikkeling

RAPPORT 07 Februari 2020 - versie 2.0



Colofon

International Marine & Dredging Consultants

Adres: Van Immerseelstraat 66, 2018 Antwerpen, België

: + 32 3 270 92 95

: + 32 3 235 67 11

Email: info@imdc.be

Website: www.imdc.be

Document Identificatie

Project	Onderzoek naar droogte en waterschaarste in Antwerpen
Titel rapport	WP 4 Beleidsaanbevelingen
Opdrachtgever	Stad Antwerpen - Stadsontwikkeling
Contactpersoon	Ronny Van Looveren, Tel: +32 (0)3 338 36 58, Ronny.VanLooveren@antwerpen.be
Datum	07/02/2020
Projectref.	11556_P012641 - Droogte en waterschaarste in Antwerpen
Rapportref.	I/RA/11556/19.189/JWA/RAD
Besteknummer	GAC_2018_00239
Trefwoorden	

Auteur	Nazicht	Goedgekeurd
Jan Walravens Senior engineer	Roeland Adams Product Manager	Jan Walravens Senior engineer

Copyright @ IMDC 2020, Alle rechten voorbehouden. Deze publicatie of delen mogen niet worden gekopieerd, gereproduceerd of verzonden in welke vorm of op welke manier dan ook, digitaal of anderszins zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van IMDC. De inhoud van deze publicatie zal door de klant vertrouwelijk worden behandeld, tenzij anders schriftelijk overeengekomen. Verwijzing naar een deel van deze publicatie dat tot verkeerde interpretatie kan leiden, is verboden.

Classificatie

☐ niet geclassificeerd
 ☐ intern
 ☐ beperkt
 ☐ confidentieel

Versie	Datum	Omschrijving	Auteur	Nazicht	Goedgekeurd
1.0	16/12/2019	Concept	JWA	RAD	JWA
2.0	07/02/2020	Revisie 1	JWA	RAD	JWA

Inhoudsopgave

1	Inleiding	7
2	Managementsamenvatting	8
2.1	Werkpakket 1: De analyse van gegevens	8
2.1.1	Trends grondwaterstanden	8
2.1.2	Trends oppervlaktewaterstanden	9
2.1.3	Conclusies trendanalyse	10
2.1.4	Antropogene invloed op grondwaterstanden	10
2.1.5	Waterbalans	12
2.2	Werkpakket 2: De impactanalyse	17
2.2.1	Het grondwatermodel	17
2.2.2	Impact droogte	19
2.2.3	Impact waterbeschikbaarheid	25
2.2.4	Benchmarkstudie - voorbeeldprojecten	26
2.3	Werkpakket 3: De analyse van scenario's en strategieën	28
2.3.1	Droogte	28
2.3.2	Waterbeschikbaarheid	31
2.4	Conclusie	34
2.4.1	Analyse van gegevens	34
2.4.2	Impactanalyse	34
2.4.3	Strategieën	35
3	Situering beleidsaanbevelingen	37
4	Antwerpen vult de grondwatertafel aan	38
4.1	Strategische aanbeveling 1.1: opstellen bemalingsstrategie	38
4.2	Strategische aanbeveling 1.2: ontharden en infiltreren	41
4.3	Strategische aanbeveling 1.3 Indicatoren	42
4.4	Strategische aanbeveling 1.4: monitoren	42
5	Antwerpen streeft naar waterhergebruik en waterbesparing	45
5.1	Strategische aanbeveling 2.1: inzetten op particuliere regenwaterputten	45
5.2	Strategische aanbeveling 2.2: inzetten op publieke hemelwaterputten	45
5.3	Strategische aanbeveling 2.3: waterbeschikbaarheid en -verbruik en -kwaliteit monitoren	45
5.4	Strategische aanbeveling 2.4: onderzoek naar alternatief waternetwerk	46
5.5	Strategische aanbeveling 2.5: inzetten van circulaire oplossingen om lokaal afvalwater en regenwater te zuiveren	46
5.6	Strategische aanbeveling 2.6: het stadsgroen	46
5.7	Strategische aanbeveling 2.7: Stad als goede voorbeeld	46

Lijst van Figuren

Figuur 2-1: Kleurencode volgens de berekende trend op de jaarlijkse gemiddelde laagste grondwaterstand: beperkt dalend	8
Figuur 2-2: voorbeeld van peilbuismetingen en trend op gemiddeld hoog, gemiddeld en gemiddeld laagwater (zone Kontich-Mortsel-Ranst)	9
Figuur 2-3: voorbeeld van modelfit en extrapolatie van vijverpeilen, vijver Valaarpark	10
Figuur 2-4: ondergrondse structuren in de stad Antwerpen	11
Figuur 2-5: rioleringsdatabank water-link, diepteligging riolering t.o.v. maaiveld	12
Figuur 2-6: WOK: verharding (wit)	12
Figuur 2-7: totaal jaarlijks waterverbruik stad Antwerpen en verbruik per inwoners (oranje)	13
Figuur 2-8: Termen waterbeschikbaarheid en waterverbruik totaal exclusief havendistricten	17
Figuur 2-9: berekende grondwaterstand en -diepte huidige toestand	18
Figuur 2-10: voorbeeld van transecten van berekende gemiddelde stijghoogtes en vergelijking met peilbuismetingen gelegen op minder dan 200m van het transect	18
Figuur 2-11: gevoeligheidsanalyse drainagediepte ring, richtinggevend voor invloedszone (links); verschil in grondwaterpeilen tussen huidig en laag klimaatscenario (en contouren van stijghoogte, rechts)	19
Figuur 2-12: maandelijks grondwatervoeding gesommeerd over het volledige modeldomein voor referentieperiode 1982-1991 voor de huidige toestand en het klimaatscenario	20
Figuur 2-13: peildaling grondwaterstanden tijdens zomer t.h.v. de stadsvijvers als gevolg van het laag klimaatscenario	21
Figuur 2-14: peildaling grondwaterstanden tijdens zomer t.h.v. van droogtegevoelige ecotopen	21
Figuur 2-15: droogtetolerantie boom- en struiksoorten	23
Figuur 2-16 : termen waterbeschikbaarheid en waterverbruik exclusief havendistricten ingevolge laag klimaatscenario (ter vergelijking worden de termen bij huidig klimaatscenario weergegeven in stippellijn)	25
Figuur 2-17: weergave van de belangrijkste waterstromen in en rond de stad in de huidige toestand	26
Figuur 2-18: afbakening afwateringszones volgens cluster infiltratiegebieden voorgesteld in het Waterplan (links, en effect op grondwaterstand van infiltratie, rechts)	28
Figuur 2-19: toename van permanent bemalingswater van de ring (periode 2017-2018) bij het infiltratiescenario	29
Figuur 2-20: verlaging (in m) van de grondwatertafel bij bemaling van 100% van het vergunde debiet	30
Figuur 2-21: verlaging grondwatertafel zomermaanden als gevolg van het klimaatscenario (links), en het bestudeerde infiltratiescenario (rechts)	31
Figuur 2-22: buurtgebruiksgroen, en nabijgelegen hoofdleidingen van de riolering	32
Figuur 2-23: Beschikbaar dakoppervlakte per inwoner voor regenwaterrecuperatie. (uitgedrukt in % van potentieel regenwaterverbruik door huishoudens). Regenwaterreservoir wordt gelijk gesteld aan 1 maal het maandelijks verbruik met een bedrijfszekerheid van minimaal 20 % van de tijd. Links wordt het beschikbaar oppervlakte weergegeven in het huidige klimaat, rechts voor de neerslaghoeveelheid in het beschouwde laag klimaatscenario horizon 2100	32
Figuur 4-1 : Retourbemalingen en herinfiltratie faciliteren/aanmoedigen / zonering van het grondgebied volgens herinfiltratiemogelijkheden in publiek groen op middellange termijn	39
Figuur 4-2 : illustratie van de potentiële impact van bemalingen en grondwateronttrekkingen op de binnenstad (blauw: grondwaterstanden op 1 onder maaiveld, groen: grondwaterstanden zakken dieper weg dan 3 m onder maaiveld, rood: grondwaterstanden zakken dieper dan 6 m onder maaiveld)	40
Figuur 4-3 : Verlaging van het zomerpeil als gevolg van de klimaatwijziging wordt voor een groot deel gecompenseerd door doorgedreven ontharding/infiltratie, doch de effectiviteit van de strategie is ruimtelijk verdeeld. Links: verlaging van het zomerpeil als gevolg van de klimaatwijziging en zonder extra	

ontharding/infiltratie. Rechts: Verlagings van het zomerpeil als gevolg van de klimaatwijziging en mét extra ontharding/infiltratie. 41

Figuur 4-4 : Aanpassingen meetlatten aan extreem lagen oppervlaktewaterstanden 43

Figuur 4-5 : Ruimtelijke verdeelde gevoeligheid van de grondwaterstand voor de klimaatsverandering 43

Figuur 4-6 : superpositie van verlagingscontouren 44

1 Inleiding

In 2014 ondertekende Antwerpen de “Covenant of Mayors Adapt” en nam daarbij het engagement om een stedelijke klimaatadaptatiestrategie op te stellen en de noodzakelijke klimaatadaptatiemaatregelen te nemen in de lopende stadsplannen en –projecten. De stad hanteert daarbij een pragmatische aanpak met een combinatie van thematische kennisontwikkeling over de risico’s van de klimaatwijziging enerzijds en daarnaast een directe implementatie van maatregelen in pilootprojecten en plannen. In 2020 zal het klimaatplan (waar de adaptatiestrategie een onderdeel van is) in co-creatie met betrokken stakeholders worden geüpdatet tot Klimaatplan 2030.

De opdracht “onderzoek naar droogte en waterschaarste in Antwerpen” kadert binnen bovengenoemde thematische kennisontwikkeling. De resultaten zullen ook worden meegenomen in de update van het Antwerpse klimaatplan.

Het onderzoek heeft als doel voor de stad Antwerpen de kans op watertekorten en belangrijke wijzigingen in het grondwaterpeil te kwantificeren, de impact hiervan op de verschillende functies van dit water in te schatten, maatregelen/strategieën voor te stellen om deze effecten tegen te gaan of te mitigeren en te beoordelen en ten slotte dit alles door te vertalen naar beleidsaanbevelingen. De stad wil daarbij zowel kijken naar de wijziging van de grondwatertafel, maar ook naar de algemene waterbeschikbaarheid (en dit al naar gelang de waterkwaliteit) in de stad, dus de beschikbaarheid op langere termijn van drinkwater, proceswater, grijswater, hemelwater.

De opdracht bestaat uit vier werkpakketten:

- Werkpakket 1: analyse van gegevens
- Werkpakket 2: impactanalyse
- Werkpakket 3: analyse van scenario’s en strategieën
- Werkpakket 4: beleidsaanbevelingen

De twee bovengenoemde thema’s, het grondwater en de algemene waterbeschikbaarheid, spelen in elk van deze vier werkpakketten.

De studie werd aangestuurd door een begeleidingsgroep samengesteld uit vertegenwoordigers van de Stad (EMA, Publieke Ruimte), water-link, Aquafin en de VMM. Tussentijdse resultaten van werkpakketten 1, 2 en 3 alsook het voorstel tot beleidsaanbevelingen werden telkens afgetoetst in een uitgebreide begeleidingsgroep, met daarin ook INBO, AG Vespa, Havenbedrijf Antwerpen, Stad (EcoHuis, Ruimte, Groendienst, Milieuvergunningen, Vastgoed, Toezicht), Bekkenssecretariaat Beneden-Zeeschelde, ANB, INBO, Natuurpunt, AWW, MOW (Waterbouwkundig Laboratorium) en de provincie.

In voorliggend verslag worden de aanbevelingen uit de droogtestudie (§4 en §5) gekaderd binnen de strategische doelen van het Klimaatplan 2030 (§3) (in opmaak). Het rapport start met een managementsamenvatting van de eerste drie werkpakketten (§2).

2 Managementsamenvatting

2.1 Werkpakket 1: De analyse van gegevens

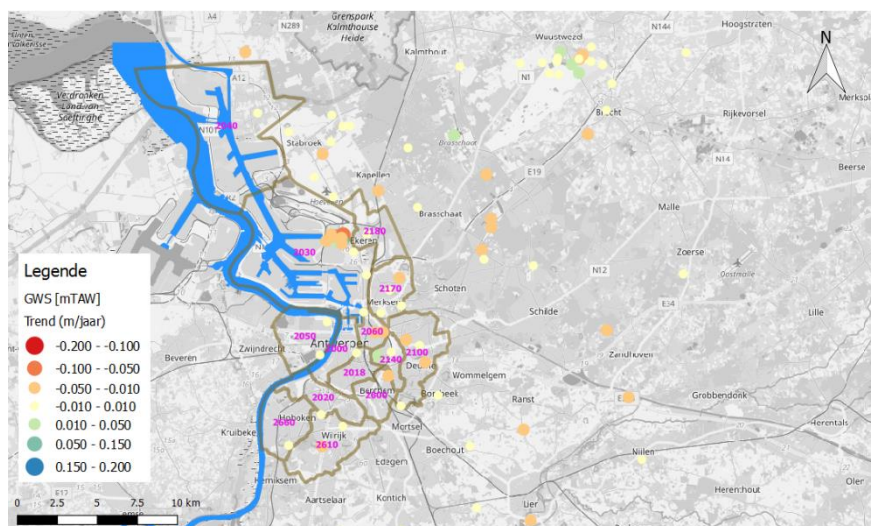
Werkpakket 1 “Analyse van gegevens” heeft als doel het verzamelen van alle relevante informatie m.b.t. droogte in de stad Antwerpen. De informatie wordt aangewend voor een analyse van de huidige toestand van het grondwater en de algemene waterbeschikbaarheid.

Op relevante gegevens is een ruimtelijke en temporele analyse uitgevoerd (trends) en is gezocht naar evoluties van watervoorraden (grondwater, oppervlaktewater), waterverbruik en antropogene invloeden.

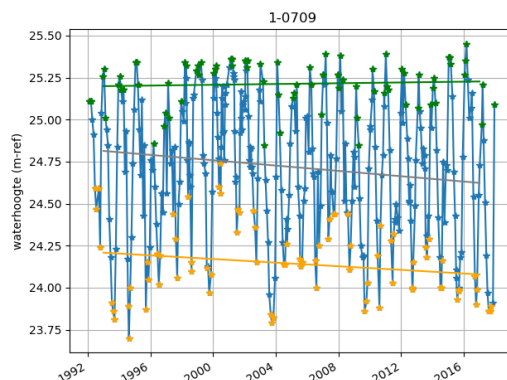
2.1.1 Trends grondwaterstanden

De stad beschikt over een uitgebreid peilbuismeetnet. Samen met peilbuisgegevens van VMM, INBO, Havenbedrijf Antwerpen en Pidpa, werden de gegevens geanalyseerd op korte termijn, seizoens- en lange termijn trends, en werden de mogelijke sturende factoren onderzocht.

In een eerste analyse, de lange termijn analyse (1980-2019), wordt gezocht naar aanwijzingen van gewijzigde grondwaterstanden als gevolg van klimaatwijziging. Voor de gemiddelde laagste grondwaterstanden (GLG) wordt een beperkte dalende trend waargenomen. De berekende gemiddelde en gemiddelde hoogste grondwaterstand vertonen geen significante trends.



Figuur 2-1: Kleurencode volgens de berekende trend op de jaarlijkse gemiddelde laagste grondwaterstand: beperkt dalend



Figuur 2-2: voorbeeld van peilbuismetingen en trend op gemiddeld hoog, gemiddeld en gemiddeld laagwater (zone Kontich-Mortsel-Ranst)

Vervolgens wordt in een tweede analyse gezocht naar potentiële trends zonder invloed van klimatologische omstandigheden. Hiervoor wordt een referentieperiode gezocht met een lage variabiliteit van de grondwatervoeding over de jaren heen (2006-2017). Op de tijdreeksen werd een model gefit dat de meteorologische beïnvloeding bepaalt: hoe hoger de correlatie hoe meer de grondwatertafel bepaald wordt door meteorologische omstandigheden. Hoe kleiner de correlatie hoe meer de grondwatertafel wordt beïnvloed door antropogene omstandigheden (verharding, bemaling). Uit de analyse bleek dat trends, zeker de stijgende, niet natuurlijk te verklaren zijn door veranderende meteorologische omstandigheden. Ze worden dus eerder gestuurd door antropogene factoren.

De verklarende variantie binnen de stadskern (de zone binnen de ring R1) is beperkt. Dit kan in relatie worden gebracht met de beperkte grondwatervoeding als gevolg van de hoge verhardingsgraad en als gevolg van de vele drainerende elementen die de seizoenale schommelingen onderdrukken.

Slechts een beperkt aantal locaties wordt herkend met een stijgende trend. Deze bevinden zich voornamelijk binnen de stadskern. Een groot aantal van de peilbuizen binnen de stadskern werden geplaatst in de omgeving van tijdelijke bemalingen. De plaatsing werd uitgevoerd ter controle van de invloedstraal van de bemaling en voor opvolging van het herstel van de grondwaterstanden na stopzetten ervan. Het herstel is het gevolg van het einde van de werf en de bemalingen, waardoor de globale trend van deze reeks stijgend is. Deze stijgende trend wil dus zeker niet zeggen dat de algemene trend van het grondwater in de stad stijgend is.

2.1.2 Trends oppervlaktewaterstanden

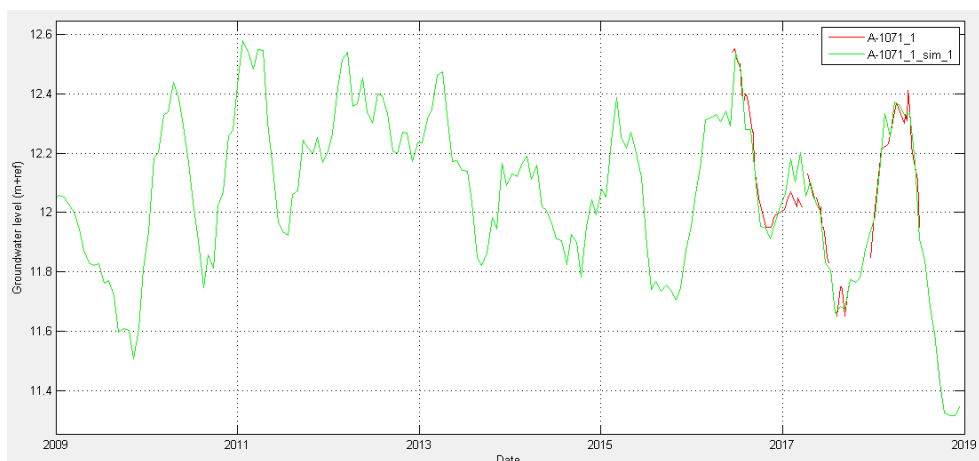
Voor een analyse van eventuele trends op oppervlaktewater wordt een beroep gedaan op 2 representatieve datasets:

- Afvoeren van de waterloop Groot Schijn ter hoogte van het VMM-meetstation te Wijnegem (referentie station L04_007 – www.waterinfo.be);
- De geregistreerde waterstanden in de stadsvijvers te Antwerpen.

De registraties van waterstanden van het Groot Schijn zijn beschikbaar voor de periode 1990 – heden. Op basis van deze gegevens kan geen duidelijke trend worden vastgesteld.

Op 22 stadsvijvers worden sedert 2016 wekelijks tot 2-wekelijks de waterstanden geregistreerd. Bij aanvang van de analyse werden registraties tot en met juli 2018 ter beschikking gesteld.

Naar analogie met de analyse van de grondwaterstanden wordt voor deze geregistreerde waterstandsmetingen een correlatie met de meteorologische condities gezocht. Waar een goede correlatie kon worden gevonden, konden de peilgegevens worden uitgebreid over de periode 1/1/2008-1/1/2019. Op die manier krijgen we een langere gegevensreeks van de vijvers beschikbaar. Een aantal vijvers vertonen een grotere fluctuatie van de oppervlaktewaterstanden (Boekenbergpark, de vijvers in het park van Merksem en Park Sorghvliedt) dan gemiddeld.



Figuur 2-3: voorbeeld van modelfit en extrapolatie van vijverpeilen, vijver Valaarpark

2.1.3 Conclusies trendanalyse

Met uitzondering van de grondwaterstandsmetingen in de stadskern vertonen de meetreeksen een sterke correlatie met de meteorologie. Er wordt een beperkte (dalende) trend van de gemiddelde laagste grondwaterstand waargenomen in de meetreeksen.

Indien een uitgesproken trend werd waargenomen is deze lokaal en kan deze worden gerelateerd aan antropogene factoren. In het bijzonder in de binnenstad worden meetreeksen aangetroffen met plotse daling of stijging (op een maand tijd) van de grondwaterstanden als gevolg van het starten op stopzetten van bemalingen.

2.1.4 Antropogene invloed op grondwaterstanden

Antropogene invloeden op grondwaterstanden werden zoveel als mogelijk in kaart gebracht. Er werd een onderscheid gemaakt tussen: drainage, ondergrondse (remmende) structuren, riolering en verharding.

2.1.4.1 Drainages

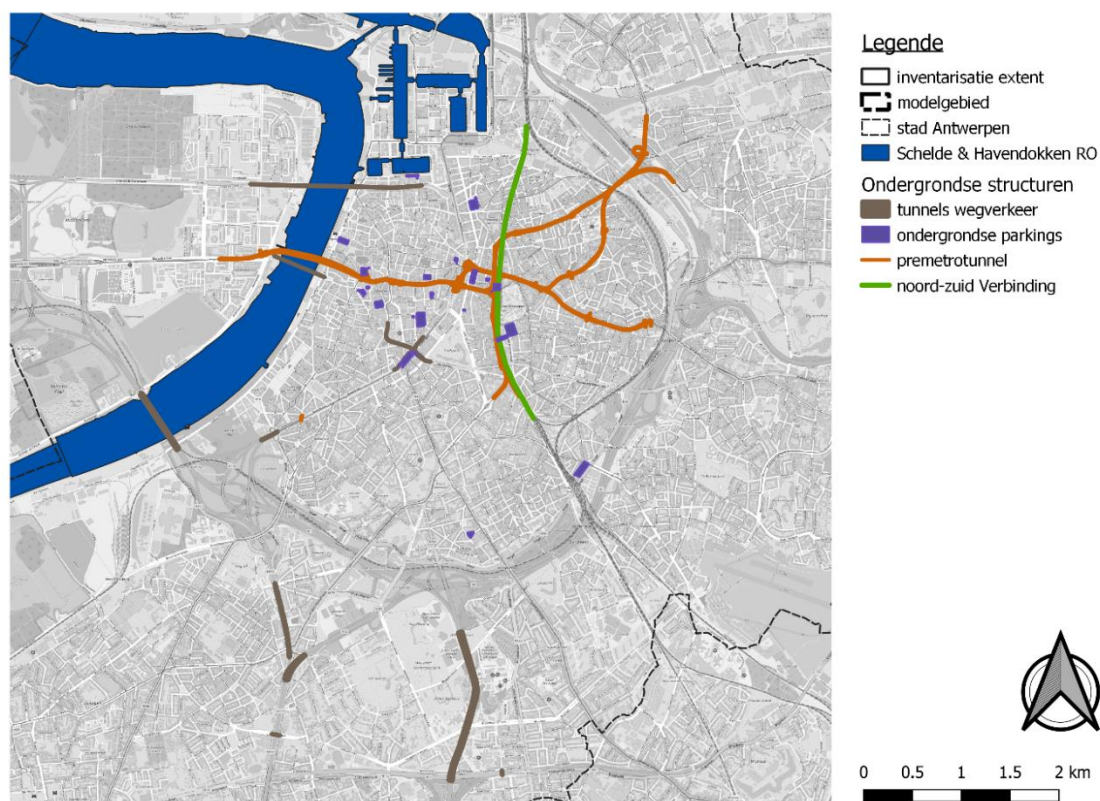
Voor de drainages wordt onderscheid gemaakt tussen permanente en tijdelijke installaties. Onder permanente installaties vallen grondwaterbemaling voor winning van grondwater en permanente drainages voor evacuatie van overtollig grondwater. Tijdelijke drainages worden doorgaans ingezet in het kader van bouwwerkzaamheden. Gegevens worden betrokken uit de vergunningendatabank van de VMM en het milieuloket van de Stad Antwerpen.

Onder de permanente drainages vermelden we onder andere de bemaling van de Craeybeckxtunnel (met afvoer naar het Nachtegalenpark) en van de Ring R1 (bemaling sinds midden jaren '60 met afvoer richting 2 pompgemalen).

Drainage parkings en andere ondergrondse structuren: De grondwaterdiepte binnen de grenzen van de stad bedraagt wel 6 meter onder maaiveld. Het valt daarom te verwachten dat een permanente drainage werd voorzien voor niet waterkerende wanden in de stad. Gegevens hierover zijn niet beschikbaar. Dit is een belangrijk hiaat in de kennis.

2.1.4.2 Ondergrondse structuren

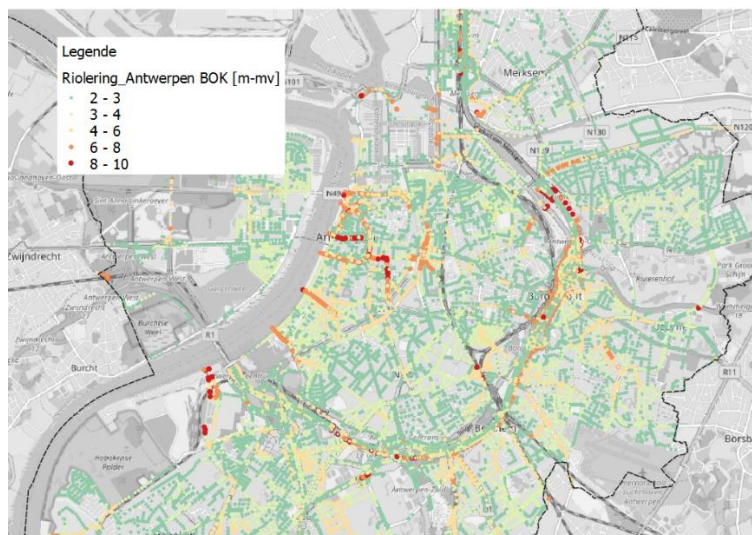
Ondergrondse structuren kunnen een remmende invloed uitoefenen op de grondwaterstroming in de watervoerende laag.



Figuur 2-4: ondergrondse structuren in de stad Antwerpen

2.1.4.3 Riolering

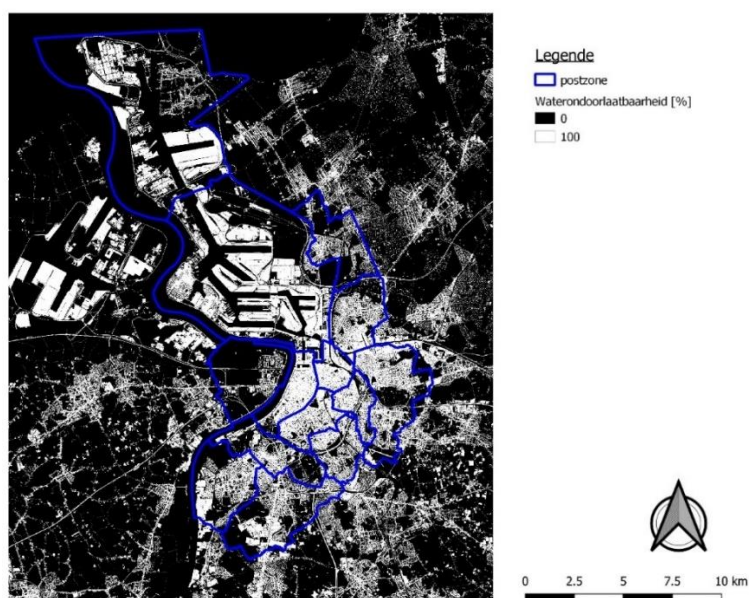
De waterdichtheid van de aansluitingen met mangaten en de voegen kan op lange termijn niet worden gegarandeerd. De riolering heeft hierdoor een potentieel drainerende of infiltrerende invloed op de grondwaterstanden. Het drainagepeil wordt afgeleid uit de rioleringsdatabank (water-link).



Figuur 2-5: rioleringsdatabank water-link, diepteligging riolering t.o.v. maaiveld

2.1.4.4 Verharding

De verhardingsgraad bepaalt in belangrijke mate de grondwatervoeding. Gegevensbronnen vormen de Wateronderlatendheidskaart (WOK) en het Grootchalig Referentie Bestand (GRB). Op wijkniveau (opdeling van het Nationaal instituut voor de statistiek in statische sectoren) werd de som gemaakt van de oppervlaktes van gebouwen en straten. Het onderscheid tussen beide oppervlaktes kan nuttig worden aangewend voor de begroting van de potentie tot regenwateropvang van daken t.o.v. opvang van wegnis (zie verder, Waterbeschikbaarheid).



Figuur 2-6: WOK: verharding (wit)

2.1.5 Waterbalans

De waterbalans vergelijkt de watervraag met het wateraanbod. Beide componenten worden geïnventariseerd en met elkaar vergeleken in een waterbalans. Voor beide componenten kunnen watertypes, verschillend in kwaliteit, onderscheiden worden

2.1.5.1 Watervraag

2.1.5.1.1 Drinkwater

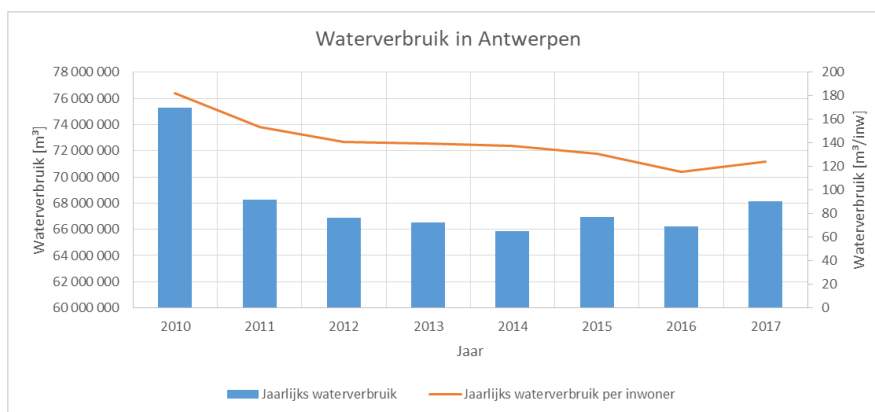
Het drinkwaterverbruik in de stad, van de gezinnen, bedrijven en stadsdiensten volgt uit de verbruiksgegevens van water-link.

Het drinkwaterverbruik voor de stad wordt berekend op basis van de facturatiegegevens van water-link voor de periode 2010 – 2017.

Het totale waterverbruik voor de stad (inclusief de haven) daalt in 2011 van 75 miljoen naar 68 miljoen m³/jaar. Tot 2010 werd door de firma BASF in de haven leidingwater afgenomen, thans wordt het verbruik aangevuld met andere bronnen. Vervolgens wordt een stijging van het waterverbruik over de periode 2011 – 2017 toegeschreven aan een bevolkingsaan groei van 440 000 naar 550 000 inwoners. Binnen de districten, exclusief de havendistricten met postcode 2030 en 2040 is het totaal waterverbruik per jaar relatief constant over de periode 2010-2017.

De door water-link gemaakte meerjarenplanning houdt rekening met een prognose van de demografische evolutie en toekomstig waterverbruik. De prognose wijst op een vermoedelijk status quo van het drinkwaterverbruik voor de komende 2 decennia.

In de havendistricten met postcode 2030 en 2040 wordt het verbruik gedomineerd door de industrie met een aandeel van meer dan 90 %. Het industrieel verbruik neemt af in de districten Hoboken en Wilrijk met een aandeel van 30 % voor de nijverheid langs A12 en Schelde. In de overige districten is het verbruik in hoofdzaak voor rekening van particulieren, met een afname van de staddiensten van ca. 5 %.



Figuur 2-7: totaal jaarlijks waterverbruik stad Antwerpen en verbruik per inwoners (oranje)

De watervraag in de woonkernen wordt vandaag quasi voor 100 % ingevuld door drinkwaterdistributie met een gemiddeld verbruik van 125 l/dag/inwoner. In vergelijking: het totale gemiddeld waterverbruik op Vlaamse schaal werd anno 2016 begroot op 114 l/inw/dag (VMM, 2018).

Hiervan wordt slechts 1/10 gebruikt voor drank en voedsel. Circa 50 l/inw/dag of 44% van het verbruik vereist drinkwaterkwaliteit (bad, douche, wastafel, handwas textiel, vaatwasser). Voor de overige helft volstaat het gebruik van water met lagere kwaliteitseisen (vb. regenwater) voor toiletspoeling (1/5), wasmachine, poetsen, planten en tuin.

2.1.5.1.2 Grondwaterwinningen

Meerdere bedrijven maken gebruik van grondwater. De actieve grondwaterwinningen in het modelgebied kunnen teruggevonden worden in de VMM-databank vergunningen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen winningen in de freatische grondwaterlagen boven de Boomse klei en deze in de gespannen niet freatische grondwaterlagen.

2.1.5.2 Wateraanbod

Onder waterbeschikbaarheid wordt onderscheid gemaakt tussen de potentiële types van water:

- Drinkwaterproductie;
- Recyclage van grijswater (douches en keukens);
- Hemelwater;
- Grondwateraanvulling door infiltratie;
- Effluent van RWZI's;
- Hergebruik van permanente bemalingen (bemalingen parkings, bemaling van de Ring R1, ...).

Er wordt in de afweging vraag-aanbod vooralsnog abstractie gemaakt van de transportmiddelen en opslagmogelijkheden. Alleen voor de watervraag “drinkwater” is een gebiedsdekkend distributienetwerk beschikbaar (water-link distributienetwerk). Het aanbod via het drinkwaternet kan daarom over de volledige stad worden verrekend. Dit in tegenstelling tot regenwateropvang, recuperatie van grondwaterbemalingen, grondwaterwinning en effluënten van RWZI's waarvoor vooralsnog geen gebiedsdekkend distributienetwerk of opslagmogelijkheden bestaan. Vraag en aanbod worden daarom op lokale schaal (districtsniveau) begroot.

2.1.5.2.1 Drinkwater

Water-link staat in voor de bevoorradsingszekerheid van drinkwater voor particulieren, stadsdiensten en bedrijven. Het aanbod drinkwater in de stad is afhankelijk van de wateraanvoer van de Maas. Om de bevoorrading ook in de toekomst te kunnen verzekeren onderzoekt water-link via pilootprojecten de opzuivering van grijs water, en brak water (Schelde- of dokwater). De bevoorradsingszekerheid wordt gegarandeerd door water-link, en maakt geen onderdeel uit van deze studie.

Het aanbod aan drinkwater is vandaag nagenoeg volledig gelijk aan de watervraag in het algemeen.

2.1.5.2.2 Recyclage van grijswater

Volgens VMM (2018) zou meer dan de helft (56 %) van het water kunnen worden verzameld en worden opgezuiverd als grijs water (dit is het totaal verbruik verminderd met toiletspoeling en niet-recupereerbaar gebruik zoals planten en tuin, poetsen en voeding).

2.1.5.2.3 Recuperatie neerslag

De potentie tot recuperatie van neerslag is functie van de beschikbare verharde oppervlakte en opslagmogelijkheden. In geval van onbeperkte opslag kan men over de

jaargemiddelde neerslagrecuperatie beschikken. In de opgestelde balans wordt rekening gehouden met een maximale opslag gedurende 1 maand.

Naast een gemiddelde seizoenale variatie dient men rekening te houden met grote verschillen in neerslag tussen de jaren. Een korte analyse van de beschikbare tijdreeksen van de stad Antwerpen over de periode 1900 – 2005 wijst op een gemiddelde mediaan neerslag van 65 mm/maand met een minimum (10-percentiel) van 30 mm/maand. Als bij recuperatie van verharde oppervlaktes tevens rekening gehouden wordt met een interceptie en verdamping op het oppervlak van maximaal 1 mm per regendag, dan bedraagt de maandelijkse netto neerslag 55.5 mm/maand.

De berekende oppervlaktes (dakoppervlakte en wegenis – cf. Verharding) worden vermenigvuldigd met 55.5 mm/maand of 666 mm/jaar. De resulterende volumes worden berekend per district. Mits uitsluiting van de havendistricten met postcode 2030 en 2040 kunnen opvang van wegenis en gebouwen instaan voor nagenoeg 100 % van het totale (drinkwater)verbruik. Als voorwaarde wordt een voldoende buffer verondersteld en de mogelijkheid tot opwaardering naar hetzij drinkwaterkwaliteit, hetzij water van lagere kwaliteit. Het opzuiveren van het hemelwater van wegenis tot drinkwater wordt afgeraden. Opvang en zuivering van neerslag van gebouwen komt overeen met ongeveer de helft van het totale waterverbruik en volstaat voor het voldoen aan de watervraag met lagere kwaliteitseisen voor toiletspoeling wasmachine, poetsen, planten en tuin.

2.1.5.2.4 Recuperatie grondwater

De grondwateraanvulling werd met een model berekend. De grondwatervoeding is seizoensgebonden met een hogere grondwatervoeding tijdens de wintermaanden dan tijdens de zomermaanden. Voor ieder district worden seizoens- en jaarlijkse sommen weergegeven t.o.v. het totale jaarverbruik. Met uitzondering van de districten met postcode 2050 (linkeroever) en 2180 (Ekeren) is de totale grondwatervoeding beduidend kleiner dan de watervraag.

Hierbij moet worden vermeld dat grondwatervoeding slechts beperkt beschikbaar is voor recuperatie en in eerste instantie zou moeten dienen voor de aanvulling van de grondwatertafel. Bovendien kan de waterkwaliteit niet steeds worden gegarandeerd door potentiële antropogene verontreinigingen en dient men rekening te houden met het voorkomen van brak grondwater in de omgeving van de Schelde.

In de balans voor de waterbeschikbaarheid kan rekening worden gehouden met het debiet van de huidige permanente bemalingen en drainages. In de balans wordt de bemaling van de Ring R1 als enige bron van permanent bemalingswater beschouwd. Volgens de debietsmetingen uitgevoerd ter hoogte van de pompen en de resultaten van de grondwatermodellering kan een totaal van 4.0 miljoen m³ per jaar in rekening worden gebracht.

2.1.5.2.5 Recuperatie effluentwater

Het afvalwater van de stadsdistricten wordt behandeld in 10 verschillende rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's).

Neerslagafvoer naar de RWZI's wordt niet in rekening gebracht in de waterbalans, aangezien deze op termijn zal worden afgekoppeld en beter lokaal wordt herbruikt. Er wordt dus aangenomen dat enkel dit basisdebiet in aanmerking komt voor valorisatie door opzuivering. Dit berekende basisdebiet is een maat voor de afvalwaterproductie in de stad, vermeerderd met het thans door de riolering gedraineerde grondwater.

Drie van de zuiveringsgebieden (Antwerpen-Zuid, Deurne en Merksem) liggen volledig binnen de grenzen van de stad Antwerpen. Voor deze zuiveringsgebieden is het

derhalve mogelijk om het totale drinkwaterverbruik te vergelijken met het basisdebiet van de zuiveringsinstallaties. Het verschil tussen dit basisdebiet en het drinkwaterverbruik wijst op een “extra bemaling” van 60l/inw/dag, of 50 % extra bovenop het gefactureerde waterverbruik. Dit is wellicht het resultaat van parasitaire debieten (aansluiting van voormalige grachten; rechtstreekse drainage van grondwater door rioleringen; lozing van gedraineerd water (ondergrondse constructies) op het rioleringsstelsel), en van lozing van gewonnen grond- en oppervlaktewater op de riolering.

Indien geen lokale recuperatie en opzuivering van grijswater wordt toegepast (schatting 50 % van het drinkwaterverbruik – zie eerder) komt de volledige basisafvoer van de RWZI's in aanmerking voor opzuivering. In de balans wordt vooralsnog enkel rekening gehouden met debietrecuperatie van de op grondgebied Antwerpen gelegen RWZI's Antwerpen-Noord, Antwerpen-Zuid, Berendrecht, Burcht, Deurne en Merksem. Het totale basisdebiet voor de 6 RWZI's bedraagt 113 500 m³/dag of ca. 42 miljoen m³/jaar. In geval van lokale recuperatie van grijs water wordt het basisdebiet verminderd met 14 miljoen m³/jaar.

2.1.5.3 Balans

De bovenvermelde brontermen worden, exclusief voor de havendistricten met postcode 2030 en 2040, gesommeerd en weergegeven.

Watervraag

Het totale (drinkwater-)waterverbruik voor de stad bedraagt ca. 27.5 10⁶ m³/jaar.

12.1 10⁶ m³/jaar hiervan is een potentiële vraag naar een lage kwaliteiten.

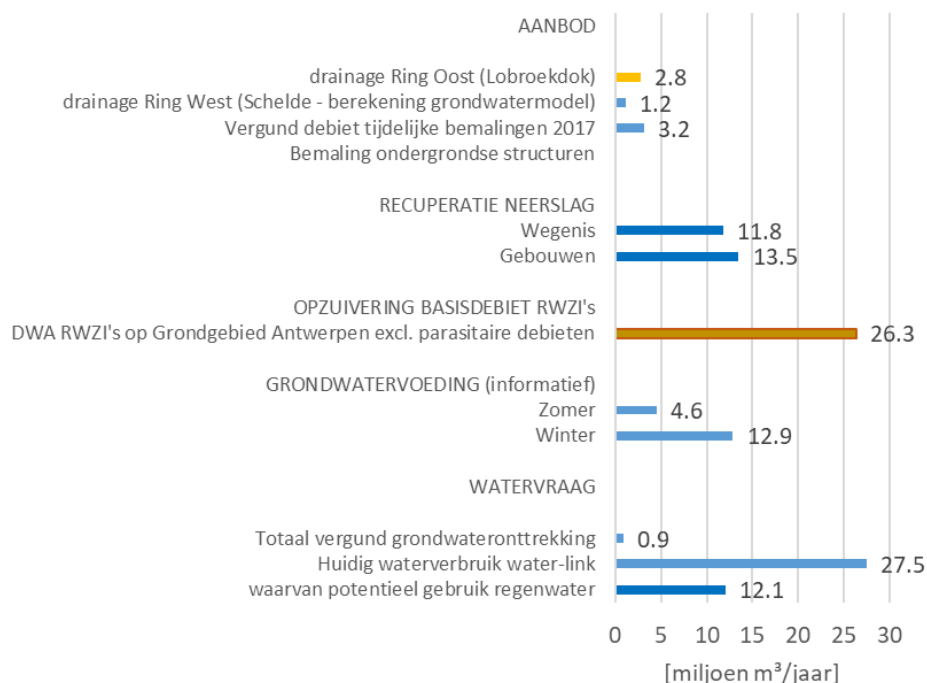
Het totaal aan grondwaterwinningen bedraagt 0.9 10⁶ m³/jaar.

Wateraanbod

Volgende potentiële brontermen kunnen (mits eventuele behandeling) hieraan gedeeltelijk invulling geven:

- Het neerslagtotaal voor de stad bedraagt 26.6 10⁶ m³/jaar, na verlies door interceptie en verdamping wordt een netto neerslag van ca. 25.3 10⁶ m³/jaar beschikbaar voor gebruik, een cijfer vergelijkbaar met het totale waterverbruik. Mits voldoende opslag zou neerslagrecuperatie van gebouwen kunnen instaan voor meer dan 50 % van het totale verbruik, overeenkomstig het waterverbruik waarvoor geen drinkwaterkwaliteit wordt vereist (watervraag “potentieel gebruik regenwater”);
- De totale grondwaterbemaling van de freatische laag voor drainage van de ring bedraagt ca. 4.0 10⁶ m³/jaar of 4 maal het vergund debiet voor permanente grondwaterwinning (“Totaal vergund grondwateronttrekking”) (0.9 10⁶ m³/jaar);
- Het totale basisdebiet van de RWZI's in de stad bedraagt in totaal ca. 42 10⁶ m³/jaar. Indien het grijs water lokaal wordt gerecupereerd (15.5 10⁶ m³) blijft er 26.0 10⁶ m³ over voor opzuivering in de RWZI's;
- Het totaal vergund debiet anno 2018 voor tijdelijke bemalingen in het kader van de bouwerven bedraagt ca. 4.0 10⁶ m³/jaar. Het werkelijk onttrokken debiet is niet gekend. Een verhoogde infiltratie van de thans afgevoerde neerslag van wegenis (11.8 10⁶ m³/jaar) kan ruimschoots instaan voor compensatie van het vergunde debiet.

Totaal Stad excl. haven (postcodes 2030 2040)



Figuur 2-8: Termen waterbeschikbaarheid en waterverbruik totaal exclusief havendistricten

2.2 Werkpakket 2: De impactanalyse

In dit werkpakket wordt de invloed van de klimaatwijziging op de grondwaterstanden en de waterbeschikbaarheid onderzocht en wordt nagekeken wat de mogelijke gevolgen hiervan zijn voor een stad als Antwerpen.

Er werd hiervoor een grondwatermodel opgebouwd en doorgerekend voor het huidige klimaat en voor een klimaatscenario (§2.2.1) en nagekeken wat de impact is op de waterbeschikbaarheid voor stadsvijvers en natuurgebieden, stadsgroen en de bouwtechnische stabiliteit (§2.2.2).

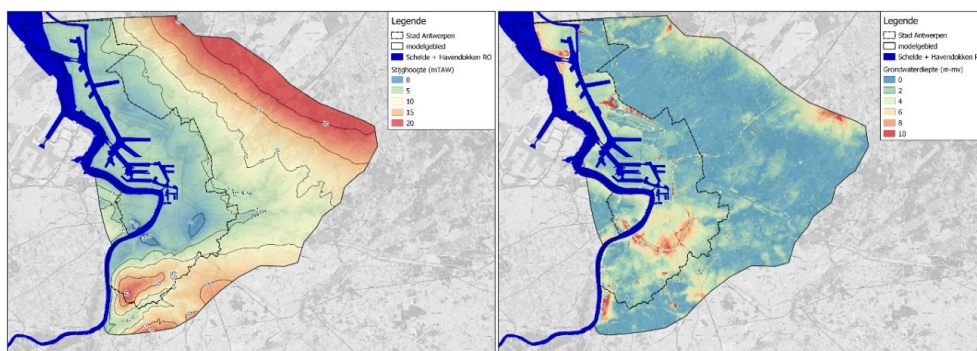
Daarnaast werd de impact van de verminderde neerslag en gewijzigde grondwaterstroming op de waterbalans bepaald (§2.2.3).

Bij dit werkpakket hoort tevens een benchmarkstudie waarin gekeken wordt naar ervaringen in binnen- en buitenland om 'best-practices' te detecteren van maatregelen tegen de effecten van klimaatverandering (§2.2.4).

2.2.1 Het grondwatermodel

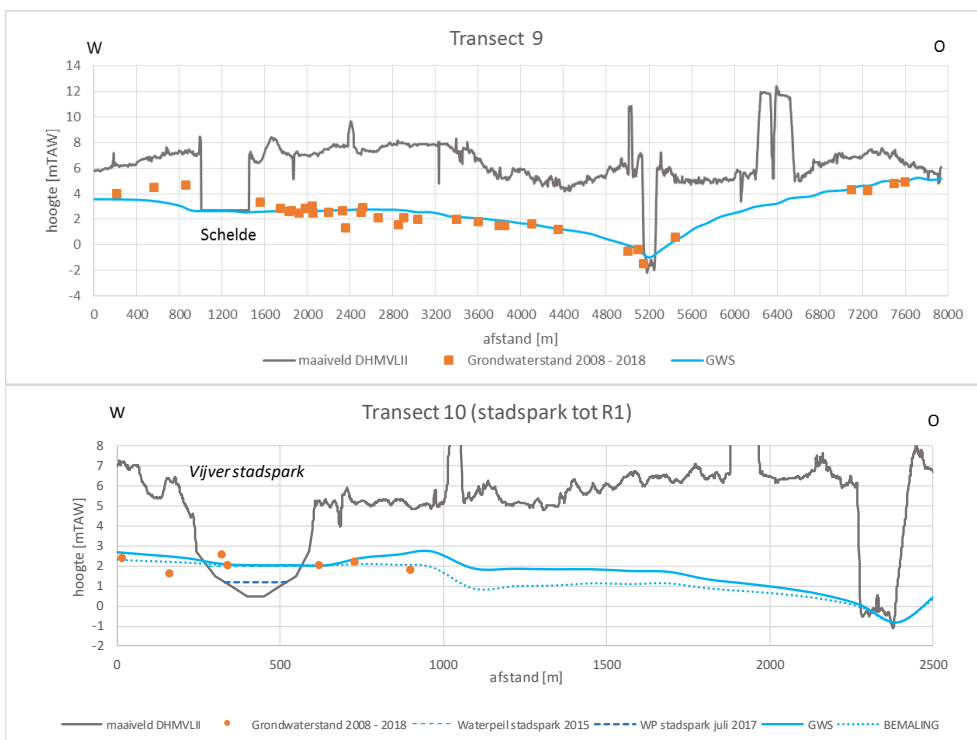
In het grondwatermodel (resolutie van modelrooster van 100 bij 100 meter) worden alle relevante gegevens m.b.t. grondwaterstromingen verzameld en opgeslagen in het hoogste detail: topografie, hydrogeologie, hydrografie, bemalingen, ondergrondse structuren etc.

Het model berekent de grondwaterstanden en stromingen voor een periode van 2008 t.e.m. 2017 waarvan onderstaand in Figuur 2-9 de gemiddelde situatie over die periode wordt weergegeven.



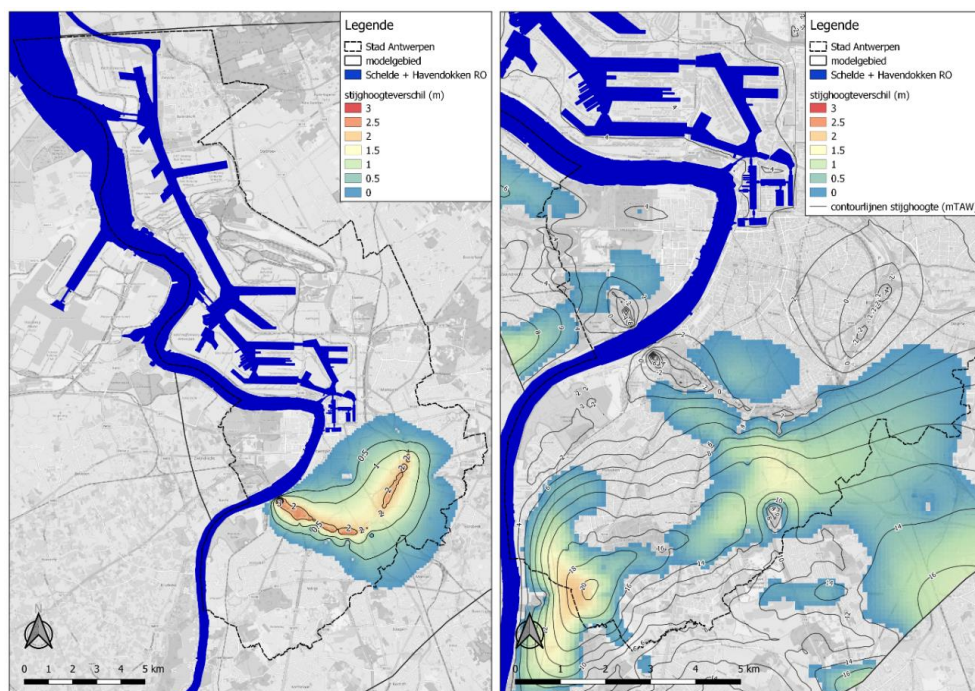
Figuur 2-9: berekende grondwaterstand en -diepte huidige toestand

Er wordt een modelgebied geselecteerd dat ruimer is dan de grenzen van de stad Antwerpen. Dit wordt gedaan om een mogelijke invloed van de gekozen randvoorwaarden op de gesimuleerde stijghoogtes binnen het studiegebied tot een minimum te beperken.



Figuur 2-10: voorbeeld van transecten van berekende gemiddelde stijghoogtes en vergelijking met peilbuismetingen gelegen op minder dan 200m van het transect

De impact van de bemaling van de ring op de grondwaterstanden wordt geïllustreerd door de berekening uit te voeren met een (hypothetische) verhoging van het drainageniveau van de ring. De invloedssfeer van de ring overlapt quasi de volledige binnenstad.



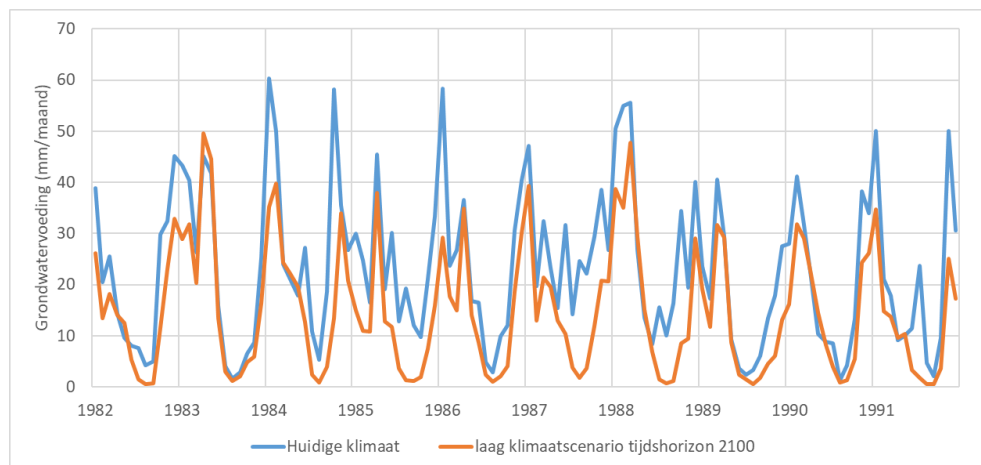
Figuur 2-11: gevoeligheidsanalyse drainagediepte ring, richtinggevend voor invloedszone (links); verschil in grondwaterpeilen tussen huidig en laag klimaatscenario (en contouren van stijghoogte, rechts)

2.2.2 Impact droogte

Voor de impactberekening van klimaatverandering wordt beroep gedaan op de neerslag- en potentiële evapotranspiratietijdreeksen waarvoor een klimaatprojectie beschikbaar werd gesteld in het kader van een hydrometrische studie door KULeuven in opdracht van de stad Antwerpen. Uit de verschillende klimaatscenario's werd de projectie weerhouden met de meest negatieve potentiële impact op de grondwatervoeding, het zogenaamde "laag klimaatscenario", waarvoor een sterke daling van de neerslag tijdens de zomermaanden wordt berekend. Verwacht wordt dat (met 95% kans) de uiteindelijke gewijzigde neerslag tussen deze van het huidige klimaat en dit laag klimaatscenario ligt.

2.2.2.1 Impact grondwatervoeding

De grondwatervoeding daalt jaargemiddeld met ongeveer een derde. De voeding van zoet grondwater als buffer tegen potentieel indringend brak water uit de Schelde en de dokken daalt. Ook het aandeel van zoet grondwater in de grondwater gevoede kwelzones daalt wat een impact inhoudt op verschuiving in het ionenevenwicht, een standplaatsvereiste voor kwelafhankelijke natuur.



Figuur 2-12: maandelijkse grondwatervoeding gesommeerd over het volledige modelldomein voor referentieperiode 1982-1991 voor de huidige toestand en het klimaatscenario

2.2.2.2 Impact grondwaterstanden

In de laaggelegen zones zoals de stadskern (met uitzondering van de hoger gelegen Sint Willibrorduswijk te Berchem), de Schijnvallei, polder van Hoboken etc. worden dalingen van de grondwaterstanden berekend van minder dan 50 cm.

Binnen de grenzen van de stad worden de grootste grondwaterstandswijzigingen berekend t.h.v. de heuvelruggen en opgevolde zones. In de lagergelegen zones waar de grondwaterstroming wordt afgevangen door de drainage allerhande heeft de verminderde grondwatervoeding (ca. 30 % op jaarbasis) een beperktere impact op de grondwaterstand. Volgende zone worden met significant lagere grondwaterstanden gekarteerd:

- De cuesta van de Boomse klei vanaf de Sint-Bernardsesteenweg ten zuiden van Fort 7 (Wilrijk) - Fort 6 (Hoboken) - Park Steytelinck. De grondwaterstands daling bereikt een maximum ter hoogte van Park Den Brand/Middelheimpark;
- Hierbij aansluitend het cuestafront Mortsel-Hove;
- In de binnenstad wordt een significante verlaging gemodelleerd voor de hoger gelegen zone Berchem met een maximum tot 0.5 m daling ter hoogte van het Albertpark;
- Op linkeroever komen zones met significante grondwaterstands daling voor in achtereenvolgens de aanvulgronden in de Waaslandhaven en de uitloper van de cuesta van de Boomse klei te Kruibeke-Burcht.

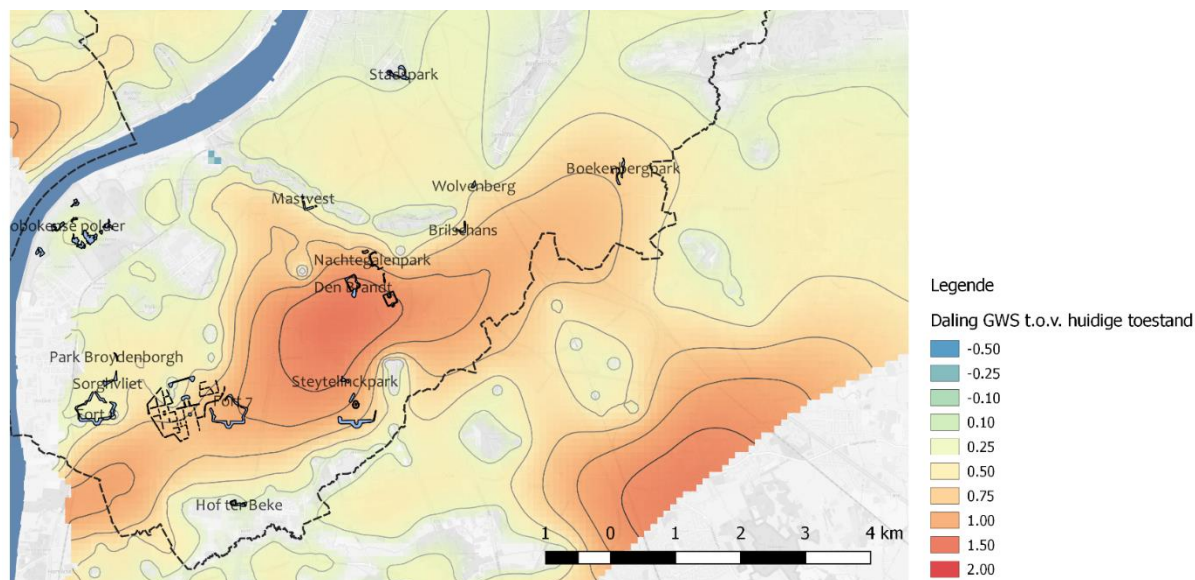
2.2.2.3 Waterbeschikbaarheid stadsvijvers en natuurgebieden

Als gevolg van de verminderde grondwatervoeding vermindert de kweldruk naar de waterpartijen. Hiervoor worden de drainagefluxen van het huidige klimaat en het laag klimaatscenario met elkaar vergeleken.

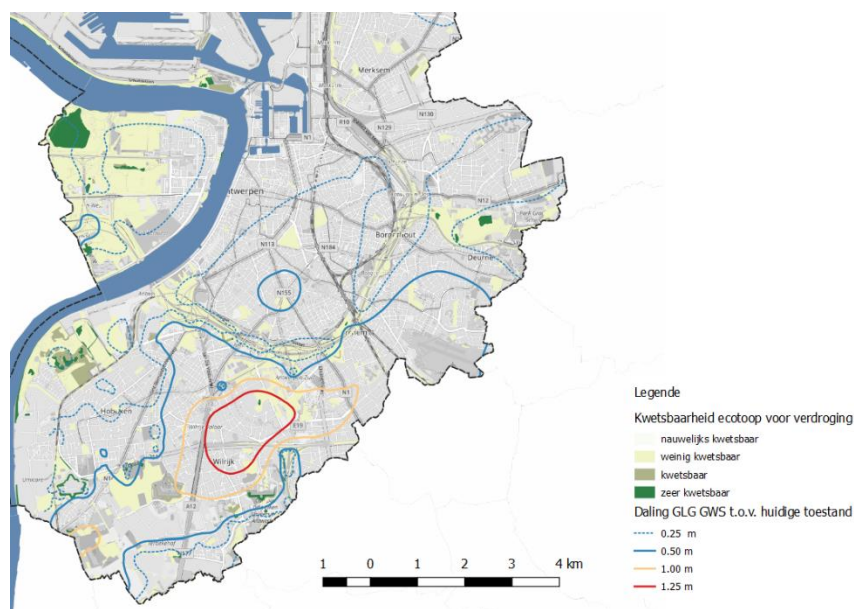
Voor de stadsvijvers bedraagt de percentuele afname van de grondwatervoeding minimaal 25 % met een gemiddelde van 45 %. Voor de beschouwde natuurgebieden wordt gemiddeld een beperktere afname van de drainageflux berekend van 30 %.

De modelresultaten wijzen op een significante waterstandswijziging (> 0,5 m) en afname van grondwaterkwel voor vijverpartijen ter hoogte van de heuvelrug Fort 8 – Schoonselhof – Park den Brandt en Middelheim. De vijverpartijen verder van deze as

gelegen kennen een gematigdere daling van de grondwaterstand tijdens de zomermaanden.



Figuur 2-13: peildaling grondwaterstanden tijdens zomer t.h.v. de stadsvijvers als gevolg van het laag klimaatscenario



Figuur 2-14: peildaling grondwaterstanden tijdens zomer t.h.v. van droogtegevoelige ecotopen

Laaggelegen natuurgebieden (Blokkeerdijk) kennen geen of slechts een beperkt voedingsgebied. De daling van de grondwatervoeding en neerslag heeft er een rechtstreekse invloed op de waterbalans.

2.2.2.4 Stabiliteit van gebouwen en onroerend erfgoed

Grondwaterstandwijzigingen hebben een potentiële impact op de draagkracht van de geologische formaties. Bodemzetting in kleilagen en veeninklinking zijn potentiële rechtstreekse gevolgen van grondwaterstands daling. Als onrechtstreeks gevolg kan een wijziging van het bodemvochtregime en zuurstofbeschikbaarheid aanleiding geven tot rotting van houten funderingen.

Wijzigingen in grondwaterstanden in kleihoudende en andere vervormbare bodems kunnen leiden tot zettingen, vooral bij (niet gewapende) funderingen op staal of bij gebouwen met niet homogene funderingen (bv. deels onderkelderde) woningen. Vooral differentiële zettingen, waarbij delen van gebouwen meer zetten dan andere, vormen een bedreiging voor de stabiliteit en de integriteit van bouwwerken.

Toekomstige grondwaterstandsverlagingen ten gevolge van klimaatverandering zijn in hoofdzaak te verwachten in de hoger gelegen cuesta van de Boomse klei en de verhoogde zone te Berchem. In het zuiden van de stadskern (zone Berchem) treden de grondwaterstands dalingen op waar de grondwaterstanden zich thans al meer dan 3 meter onder maaiveld bevinden. Bovendien ligt de zone binnen de invloedssfeer van de bemaling van de Ring R1.

Uit deze analyse kunnen we opmaken dat er in het historische centrum van Antwerpen (binnen de Leien) geen invloed te verwachten is van een grondwaterpeildaling als gevolg van de klimaatwijziging op de daar aanwezige gebouwen. De wijzigingen die het gevolg zijn van het aanleggen van riolering en verstedelijking hebben reeds in het verleden hun volledige uitwerking gehad.

De grondwaterstand wordt enkel in het gebied tussen de Leien en de Singel in het zuiden significant beïnvloed door de klimaatscenario's. Ook hier geldt dat het overgrote deel van het gebied binnen de invloedssfeer van de drainage van de R1 valt. De invloed van de verstedelijking (en meer bepaald de sloop van de Spaanse wallen in 1864) hebben hier reeds aanleiding gegeven tot een significante grondwaterstandwijziging.

Enkel in de wijken Markgrave en Harmonie (omgeving Hof Van Leysen/ Harmoniepark) is nog een beperkte grondwaterstandswijziging te verwachten.

Buiten de R1 zien we wel een omvangrijk gebied waarin significante wijzigingen in de grondwatertafel te verwachten zijn.

- Omgeving Fort 8/ Fort 7 en Nachtegalenpark (Hoboken);
- Omgeving Middelheimpark (Berchem);
- Tentoonstellingswijk;
- Veldekens (Berchem);
- Groenenhoek (Deurne).

De belangrijkste wijzigingen doen zich voor ter hoogte van Hoboken, waar grondwaterstands dalingen op jaarbasis tot meer dan 1,5 meter worden vastgesteld. Daarnaast worden ook in de omgeving van het Middelheimpark belangrijke grondwaterstandswijzigingen tot 1 meter vastgesteld.

In grote lijnen doet de impact zich in de toekomst voor in gebieden die tot op heden het minst verstedelijkt zijn en die qua bodemsamenstelling minder gevoelig zijn aan zettingen. Met uitzondering van enkele kasteeldomeinen en defensief erfgoed is de bebouwing in hoofdzaak 20e-eeuws. Voor zover als kon worden nagegaan hebben eerdere grondwaterstandsverlagingen (o.m. ten gevolge van de aanleg van de R1) geen negatieve gevolgen gehad op de stabiliteit van de gebouwen. De kans op ernstige schade aan de funderingen wordt in globa daarom eerder laag ingeschat.

De mate waarin de archeologische resten aangetast worden, is niet of zeer moeilijk te kwantificeren. Aangezien het hier gaat om grondwaterstandsverlagingen met een permanent karakter is de schade mogelijk aanzienlijk. Het is zo goed als onmogelijk om na te gaan waar archeologische resten zich bevinden. Verder onderzoek, dat de diepte van archeologische lagen koppelt aan de daar verwachte grondwaterschommelingen, maakt de bepaling van de mogelijke impact mogelijk.

2.2.2.5 Impact stadsgroen en natuurgebieden

Het belangrijk aantal openbare en private groene ruimten, bestaande uit parken, tuinen, braakliggende terreinen, begraafplaatsen, groendaken, gevelgroen en laanbomen vormt een netwerk dat garant staat voor het behoud van biodiversiteit in de stedelijke omgeving en tevens klimaatadaptieve baten biedt. Deze baten komen echter enkel tot hun recht indien voorzien kan worden in de juiste groeiomstandigheden voor het stedelijk groen. Droogte als gevolg van grondwaterstands daling en beperktere (hemel)waterbeschikbaarheid vormt slechts één van de mogelijke milieudrukken, naast versnippering, verontreiniging, verstoring, invasieve exoten, bodemverdichting (tevens effect op het infiltratie- en vochtbindend vermogen van de bodem), beschadigde wortels, aantasting door organismen etc. die een impact kunnen hebben op de standplaatsgeschiktheid voor stedelijk groen.



Figuur 2-15: droogtetolerantie boom- en struiksoorten

Aangezien de grondwaterstanden in de bebouwde deelgebieden in de huidige toestand al ver onder maaiveld zakken (de aanwezige boomsoorten wortelen gezien de diepte van de grondwaterstand grotendeels in het hangwaterprofiel), zal de toenemende droogte in het klimaatscenario voor het stedelijk groen voornamelijk het gevolg zijn van een verminderde neerslag.

Een zogenaamde 'klimaatadaptieve groeiplaats' wordt gekenmerkt door optimale groeiomstandigheden, waarvan de waterbalans een onderdeel is. Een strategie om duurzaam om te gaan met beschikbaar hemelwater in functie van het stedelijk groen is een wezenlijk onderdeel hiervan:

- Er dienen algemene maatregelen te worden genomen om een (verdere) daling van het grondwaterpeil te voorkomen.

- Gezien het grootste aandeel van de stadsbomen gebruikt maakt van een hangwaterprofiel – (de grondwaterstand staat reeds te laag) is het minstens zo relevant in te zetten op (hemel)waterbeschikbaarheid indien men droogtegevoelige soorten (al dan niet tijdelijk) wil behouden.
Omdat droogte zich mogelijk sneller inzet dan de vervanging van boomsoorten en omdat het om andere redenen (stedenbouwkundig, landschappelijk, ...) nodig kan zijn om ook in de toekomst minder droogtetolerante bomen en struiken in de stad te behouden, moet gekeken worden naar mogelijkheden om waterbeschikbaarheid te verhogen.
- Aandacht voor voldoende droogteresistente soorten bij toekomstige aanplanten – in het bijzonder op plaatsen (lanen, geïsoleerde bomen,...) waar niet op eenvoudige of kostenefficiënte wijze een waterbergende functie geïntegreerd kan worden in de groeiplaats – is essentieel en dient meegenomen te worden als onderdeel van een toekomstvisie voor de groenontwikkeling in Antwerpen.

Naast het stedelijk groen behoren een aantal natuur(lijkere) gebieden tot het grondgebied van de stad Antwerpen.

Voor het bepalen van de impact van het klimaatscenario wordt een kwetsbaarheidsbenadering gevolgd. De gebiedsdekkende kwetsbaarheidskaart voor verdroging (Vriens and Peymen, 2016) is gebaseerd op de biologische waarderingskaart en toont kwetsbaarheid van ecotopen voor verdroging. Kwetsbaarheid wordt gezien als een combinatie van gevoeligheid van een ecotoop voor verdroging in combinatie met de biologische waarde. Zeer gevoelige ecotopen die ook een hoge biologische waarde hebben, krijgen daarom de hoogste kwetsbaarheidsscore. De gevoeligheid werd bepaald op basis van de abiotische standplaatsvereisten van de ecotopen.

De kwetsbare tot zeer kwetsbare gebieden bevinden zich in de natuurgebieden waar grondwaterafhankelijke vegetatie voorkomt. Het zijn gebieden die een hoge beschermingsstatus kennen (Habitat- en/of Vogelrichtlijngebied, VEN-gebied, natuurreservaat) en waarbij het klimaatscenario relevant zal zijn voor het behalen van eventuele toekomstige doelstellingen voor natte natuur.

Kwetsbare (en beschermde) gebieden die een belangrijke daling van de grondwaterstand (>0.5m) en een afname van kwel kennen in dit klimaatscenario zijn in het bijzonder de Burchtse Weel (VEN-gebied) en Blokkersdijk (VEN-gebied en natuurreservaat):

- De Burchtse Weel werd ingericht als compensatie voor het verdwijnen van slik en schor voor de Oosterweeltunnel. Het behouden/ ontwikkelen van de vooropgestelde vegetaties in een klimaatscenario zijn meer nog dan de impact van droogte, afhankelijk van de ingrepen op de Schelde.
- In het gebied Blokkersdijk wordt ingezet op natte, grondwaterafhankelijke natuur (open water, rietland, moerasbos) mede als biotoop voor avifauna. Door lange droogteperiodes en daling van de grondwaterstand - momenteel worden in de zomerperiodes al lage waterpeilen in de centrale plas en lage grondwaterstanden gemeten - zal het voorkomen van de natte vegetatietypes verder verminderen: verruiging treedt op, waardoor deze biotopen niet meer geschikt zijn voor de tot doel gestelde soorten.

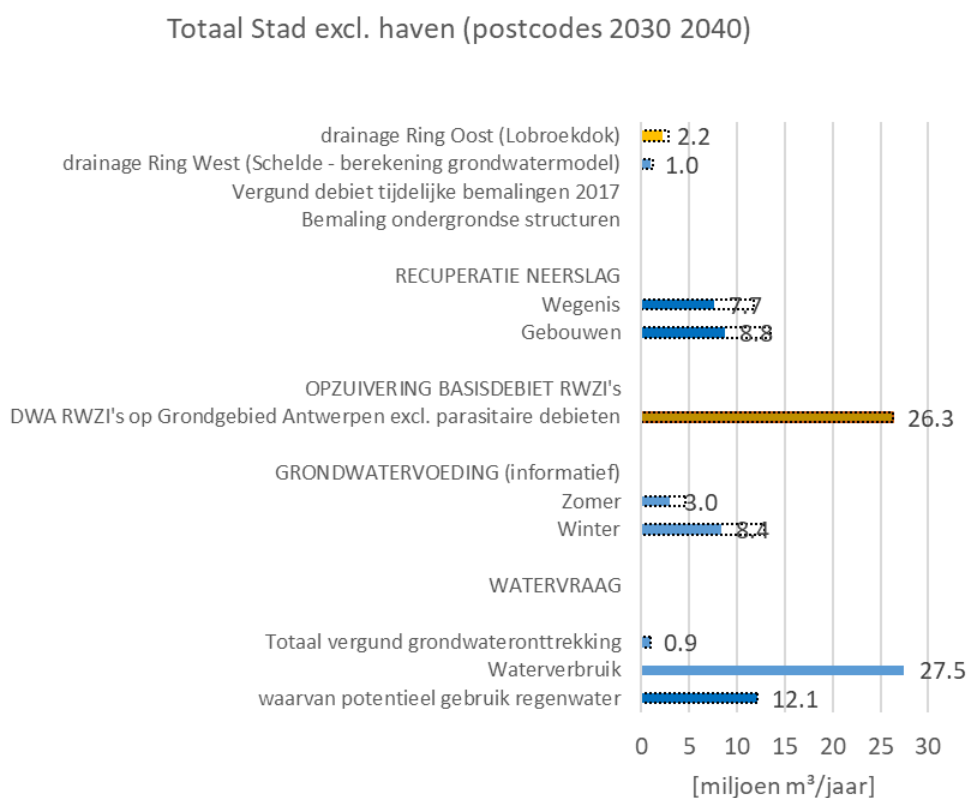
De kwetsbaarheid van de vesten (Mastvest en Brilschanspark - deels natuurreservaat) en de grachten rond de forten van Hoboken, Wilrijk (Schoonselhof) en Wilrijk (Campus drie eiken) die zich ook bevinden in de zone met de grootste grondwaterstandsverschillen in het klimaatscenario, dient hier ook te worden vermeld.

2.2.3 Impact waterbeschikbaarheid

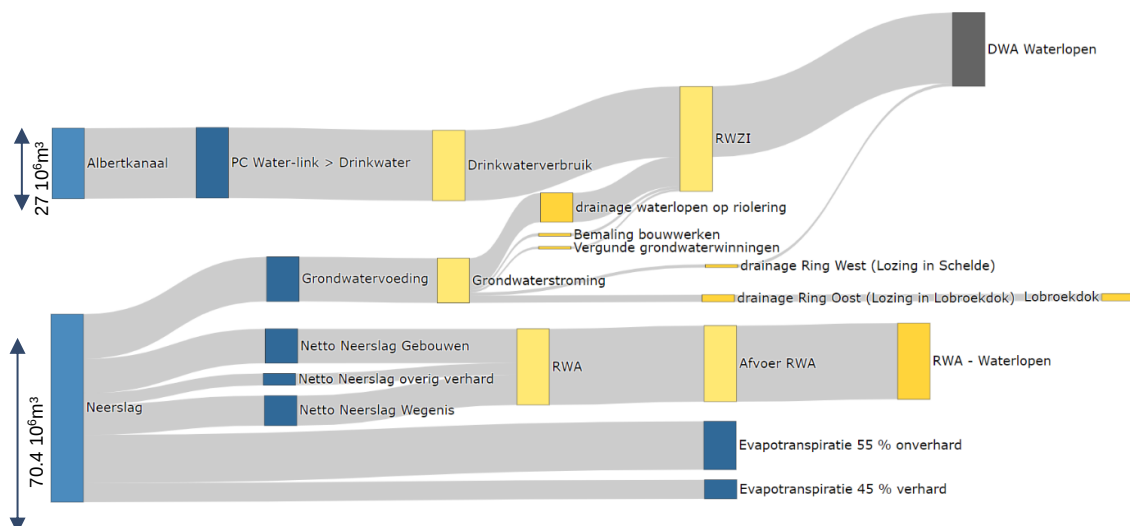
In Werkpakket 1 werden de verschillende termen van de waterbalans afgewogen onder het huidige klimaat. Het klimaatscenario leidt tot een sterkere seizoensafhankelijkheid van de neerslag en grondwatervoeding. De resultaten met het grondwatermodel wijzen verder op een verandering van een aantal termen in de grondwaterbalans met mogelijke impact op de totale waterbalans zoals een afname van de drainage van de Ring en een potentiële afname van de voeding van vijvers en natuurgebieden via grondwater.

Aan aanbodzijde worden volgende termen beïnvloed:

- De potentiële neerslagrecuperatie. De goede spreiding van de neerslag over de verschillende maanden in het huidige klimaat wordt in het klimaatscenario vervangen door een neerslagpatroon met een langdurige periode van droogte tijdens de zomermaanden. Er zal bijgevolg een hogere opslagcapaciteit vereist zijn. Zonder rekening te houden met vermeerderde opslagcapaciteit, moet alvast rekening gehouden worden met een afname van de neerslaghoeveelheid met ca. 30%.
- Als gevolg van een verminderde grondwatervoeding en stijghoogtegradiënt neemt de drainage van de ring, toch een permanente waterbron, af met gemiddeld 20 %.
- Er wordt ook een afname verwacht van het door de riolering gedraineerde grondwater en parasitaire debieten van aangesloten grachten. Er wordt verwacht dat deze term evenredig afneemt met de grondwatervoeding.



Figuur 2-16 : termen waterbeschikbaarheid en waterverbruik exclusief havendistricten ingevolge laag klimaatscenario (ter vergelijking worden de termen bij huidig klimaatscenario weergegeven in stippellijn)



Figuur 2-17: weergave van de belangrijkste waterstromen in en rond de stad in de huidige toestand

2.2.4 Benchmarkstudie - voorbeeldprojecten

In een benchmarkstudie werd gekeken naar ervaringen in binnen- en buitenland om 'best-practices' te detecteren van maatregelen tegen de effecten van klimaatverandering. Er kunnen verschillende soorten van acties onderscheiden worden.

Hieronder een oplistijng van dergelijke acties, met voorbeelden van de meest relevante en concrete projecten:

- Sensibilisering om waterverbruik te verminderen bij particulieren:
 - Zaragoza: demonstratieprojecten, ...
 - Guelph: onderwijsprogramma's, mobiele app, ...
- Financiële ondersteuning voor particulieren:
 - Guelph, Canada: gratis wateraudit voor residenten, kortingen op waterbesparende huishoudtoestellen, ...
- Minimalisatie waterverlies in waterdistributie-netwerk:
 - Guelph, Canada: jaarlijkse lekdetectie, monitoring met debietmeters, ...
- Geïntegreerde planning van het landgebruik en het watersysteem:
 - Rotterdam: plan op het niveau van de stad als geheel in relatie tot de topografie en het watersysteem, rekening houdend met de toekomstige risico's, kwetsbaarheden, ...
- Rechtstreeks hergebruik afvalwater vanuit rioleringsnetwerk van gebouwen:
 - Sydney, Australië: hergebruik afvalwater met toepassing van geavanceerde zuiveringstechnieken
- Productie drinkwater uit afvalwater:
 - Queensland, Australië: geavanceerde afvalwaterzuiveringsinstallatie in Bundamba (hergebruik door energiecentrales en landbouw)
- Grootschalige regenwateropvang:
 - Melbourne, Australië: zuivering via biofiltratie en ondergrondse opslag als grijs water

- Regenwateropvang stadskwartier:
 - Sydney, Australië: zuivering en desinfectie voor niet-drinkbare doeleinden
 - Suwon, Korea: wettelijke basis promotie opslag regenwater, subsidie regenwaterreservoirs
 - Fukuoka, Japan: promoten van lokale regenwaterinzameling in dicht bebouwde stedelijke milieus
- Watervraag en aanbod in balans houden:
 - Londen: combinatie van een aantal van de reeds genoemde maatregelen

2.3 Werkpakket 3: De analyse van scenario's en strategieën

In Werkpakket 3 worden verschillende strategieën voor het beperken van effecten van droogte en waterschaarste geformuleerd en doorgerekend. De resultaten van deze berekeningen kunnen bijdragen aan het formuleren van beleidsaanbevelingen voor de stad in Werkpakket 4.

2.3.1 Droogte

Er werden drie pistes onderzocht om de effecten van klimaatverandering op de verminderde grondwatervoeding te compenseren:

- Aanleg van buffers en infiltratie van regenwater langs de ring. Dit werd in het Waterplan voorgesteld als mogelijke maatregel tegen wateroverlast. In de droogtestudie wordt onderzocht of zo het drainagedebiet (permanente alternatieve waterbron) kan worden verhoogd (Onderzoek naar drainage van de Ring);
- Beperken van bemalingen in de stad (Hoe omgaan met bemalingen?);
- Ontharding en infiltratie.

2.3.1.1 Onderzoek naar drainage van de Ring

Er zijn voorsnog geen ambities of plannen om de drainage van de ring te minderen of om deze op te heffen. De drainage van de ring kan daarom worden beschouwd als een permanente bron van weliswaar minder kwalitatief water. Het quasi onveranderlijke aanbod van grondwater biedt een hoge bedrijfszekerheid.

In het kader van het Waterplan wordt ingezet op het lokaal bufferen en infiltreren van hemelwater. Overtollig regenwater kan desgewenst worden afgevoerd naar externe buffer- en infiltratiezones. In onderhavige strategie wordt de extreme situatie bekeken, waarbij er geen bronmaatregelen zouden worden genomen en alles zou worden afgevoerd naar de ring. Er werden voorstellen geformuleerd om deze infiltratie uit te voeren in de huidige vijvers en nieuw aan te leggen infiltratie- en buffervoorzieningen langs de ring R1. De infiltratievoorzieningen hebben als hoofddoel om de piekafvoeren van de harde oppervlakte te bufferen en ten slotte te infiltreren in het grondwater.

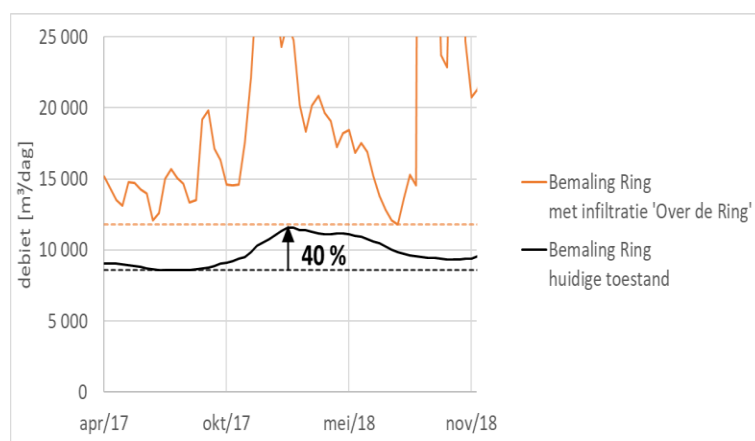


Figuur 2-18: afbakening afwateringszones volgens cluster infiltratiegebieden voorgesteld in het Waterplan (links, en effect op grondwaterstand van infiltratie, rechts)

In simulaties met het model van de bestaande toestand wordt over de totale periode tussen april 2017 en einde 2018 6,4 miljoen m³ door de ring bemaald. Via de infiltratievijvers wordt 9,7 miljoen m³ extra water naar de ringzone gevoerd. 80% hiervan komt uiteindelijk in de bemaling van de ring terecht. Hierdoor stijgt het totaal bemaalde jaarlijkse debiet van de ring met 7,5 miljoen m³ tot 13,9 miljoen m³.

Of het extra bemaalde water zinvol kan worden gebruikt hangt onder meer af van de stabiliteit van het bemaalde debiet. Het maximaal bemaalde debiet stijgt kortstondig tot meer dan 100 000 m³/dag. Het minimum bemaalde debiet stijgt van 8 600 m³/dag met ca. 40 % naar 11 800 m³/dag.

Opmerking: Er zijn slechts beperkt meetgegevens beschikbaar van het bemaalde debiet voor slechts 1 pompstation voor het jaar 2006. De resultaten van het grondwatermodel komen goed overeen met de gemeten waarden. Gelet op de beperkte beschikbare meetgegevens zijn de vermelde bemalingsdebieten slechts indicatief.



Figuur 2-19: toename van permanent bemalingswater van de ring (periode 2017-2018) bij het infiltratiescenario

Bovenstaand voorbeeld is slechts richtinggevend voor verdere inrichtingsalternatieven in het kader van de lopende studie Water & Energie (Over de Ring). Indien een hoger rendement of afvlakking van het door de ring bemaalde debiet wordt geambieerd kan worden gekozen voor een alternatief scenario met de plaatsing van de buffervijvers op een grotere afstand van de ring. Het rendement (aandeel van het geïnfiltreerde water dat wordt bemaald door de ring) zal dalen doordat het geïnfiltreerde water zal worden gedraineerd door andere drainages zoals de Schelde, Schijn, bemalingen in de stad, stadspark etc.

2.3.1.2 Hoe omgaan met bemalingen

Bemalingen zijn vergunningsplichtig krachtens de Vlarem indelingslijst (rubriek 53.2). Een omgevingsvergunning moet worden bekomen alvorens de werf kan worden gestart.

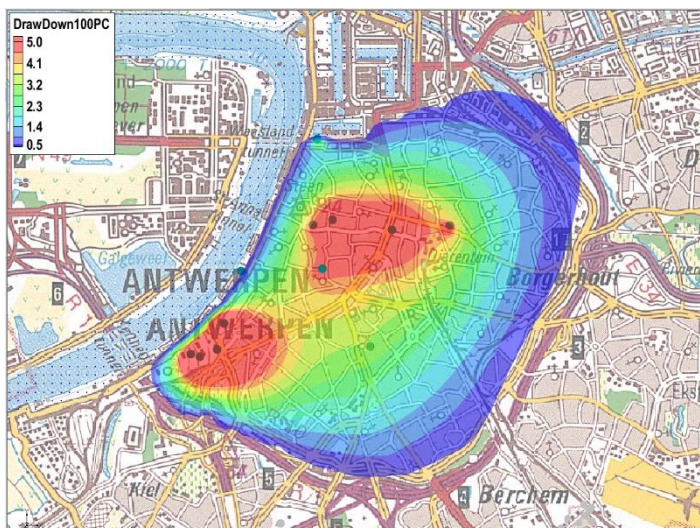
Met het grondwatermodel wordt naar het werkelijke bemaalde grondwater gezocht door het gradueel verhogen van het winningsdebiet tot een goede overeenkomst wordt bekomen met de waargenomen grondwaterstand in de stad. Vanaf een winning van 30 à 40 % van het totaal vergund debiet wordt voor de huidige situatie een grondwaterstand in de stad bekomen die het waargenomen peil benadert.

Vanaf dat er meer dan 50 % van het vergunde debiet wordt bemaald dalen de grondwaterstanden stadsbreed met meer dan 2 m, bij 100 % vergund debiet worden onrealistische dalingen van meer dan 4 m berekend.

De ervaring van de Vlaamse Milieumaatschappij toont dat in buitengebieden het werkelijke bemaalde debiet minimaal gelijk is aan het vergunde debiet. Mogelijk is dit in een stad als Antwerpen dus anders. Er zijn momenteel onvoldoende metingen om deze hypothese te bevestigen of te ontkennen.

Wanneer 1/3 van het vergund debiet aan grondwater wordt opgepompt komt dit quasi overeen met de grondwatervoeding in de kernstad. Het verlies van bemalingen, drainage naar de ring en de overige drainages in de stad wordt slechts gedeeltelijk gecompenseerd door stroming vanuit de haven. Stroming van potentieel brak water uit de Schelde zorgt voor een sluiting van de waterbalans.

Bij een bemaling van grondwater voor 100 % van het bemalingsdebiet verschuift het evenwicht verder naar een hogere flux uit de noordrand (+ 80 %) en de Schelde (+ 270 %). Het aandeel van Scheldewater t.o.v. zoetwaterstromen verhoogt.



Figuur 2-20: verlaging (in m) van de grondwatertafel bij bemaling van 100% van het vergunde debiet

De infiltratie van brak Scheldewater is het rechtstreeks effect van een te hoog bemalingsdebiet (zonder retourbemaling of infiltratie) in verhouding tot de beperkte grondwatervoeding. Een strenge reglementering van de bemalingspraktijken afgestemd op de grondwatervoeding is noodzakelijk om een opbolling van de watertafel in het centrum van de stad te bekomen en om de infiltratie van brak water te vermijden.

Grote groenzones in de stad kunnen overwogen worden als locaties voor centralisatie voor de infiltratie van bemalingswater. Hiervoor zouden de nodige (permanente) voorzieningen aangelegd kunnen worden.

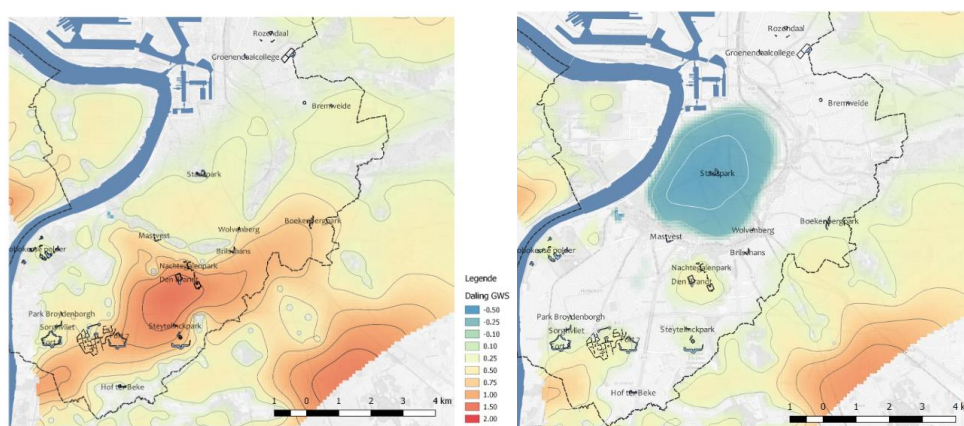
2.3.1.3 Infiltreren in de stad

Als gevolg van het klimaatscenario werd een verlaging van de grondwaterstanden berekend (zowel de jaargemiddelde als zomer- en winterextremen) gaande van minder dan 50 cm in de laagste gelegen delen tot meer dan 1 m op de heuvelruggen.

Ontharding van de wegenis, hetzij door het voorzien van waterdoorlatende bestrating, hetzij door afstroming naar plaatselijke infiltratiegrachten of wadi's, biedt een waaier aan voordelen. De piekafvoer van de RWA-leidingen naar waterloop of RWZI wordt gereduceerd en het geïnfilterde water kan lokaal zorgen voor een verhoogde vochttoestand in groenzones en bomenaanplant.

In het kader van de droogtestudie rijst de vraag welke milderende invloed de ontharding heeft op de grondwaterdynamiek en of het mogelijk is de verminderde neerslag ingevolge het klimaatscenario te compenseren door ontharding, en zo ja welk percentage ontharding hiervoor moet worden gerealiseerd.

Hiervoor werden oriënterende berekeningen met het grondwatermodel uitgevoerd met een ontharding van de openbare wegenis. De grondwatervoeding door ontharding is sterk afhankelijk van de wijze waarop het water naar de infiltratievoorziening (wadi, infiltratiegracht, afvoer naar ondergrondse infiltratievoorzieningen, geperforeerde bestrating) wordt gestuurd: bij een afstroming van de verharde oppervlakte naar een ondergrondse infiltratievoorziening wordt nagenoeg de volledige neerslaghoeveelheid beschikbaar gemaakt voor infiltratie. In het geval van oppervlakkige afwatering naar een groot infiltratieoppervlak stijgt het verlies door evapotranspiratie en benadert de infiltratie de grondwatervoeding voor een onverharde oppervlakte. In deze oriënterende berekeningen wordt voor de resulterende grondwatervoeding beschouwd dat de helft van de infiltratie gebeurt door waterdoorlatende bestrating en de andere helft via afvoer naar centrale (al dan niet ondergrondse) infiltratiezones. Ook in het Waterplan zijn immers beide mogelijkheden opgenomen.



Figuur 2-21: verlaging grondwatertafel zomermaanden als gevolg van het klimaatscenario (links), en het bestudeerde infiltratiescenario (rechts)

Uit de resultaten blijkt dat een volledige ontharding/infiltratie van het openbaar domein de grondwaterpeildaling als gevolg van de klimaatwijziging zou kunnen compenseren. In de kernstad wordt er zelfs een netto stijging gerealiseerd.

Niet doorgerekend, maar ook belangrijk is de ontpitting op privéterrein.

2.3.2 Waterbeschikbaarheid

In de impactanalyse (Werkpakket 2) werden de watervraag en de (toekomstige) waterbeschikbaarheid tegenover elkaar afgezet.

In de analyse van scenario's en strategieën worden pistes voor alternatief watergebruik verkend. Pistes voor verdeling en opslag van alternatieve waterbronnen worden verkend, en er wordt rekening gehouden met de ruimtelijke verdeling van de watervraag binnen de stad.

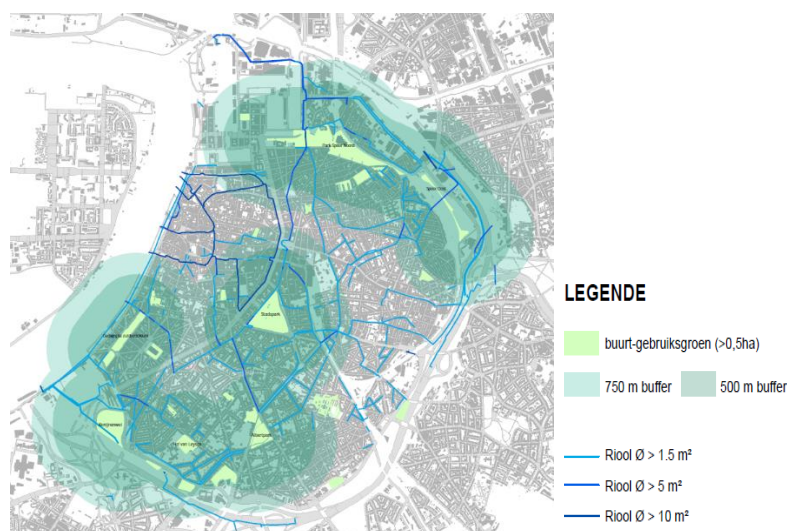
Van de huidige vraag van particulieren naar drinkwater van 24 miljoen m³/jaar, wordt het potentieel voor een overschakeling op alternatieve bronnen op 44% of ca. 10 miljoen m³/jaar geschat.

Voor de stad zijn er verschillende pistes voor het overschakelen naar alternatieve bronnen mogelijk. Voor stadsgroen, bomen, fontein, veegwagens, reinigen

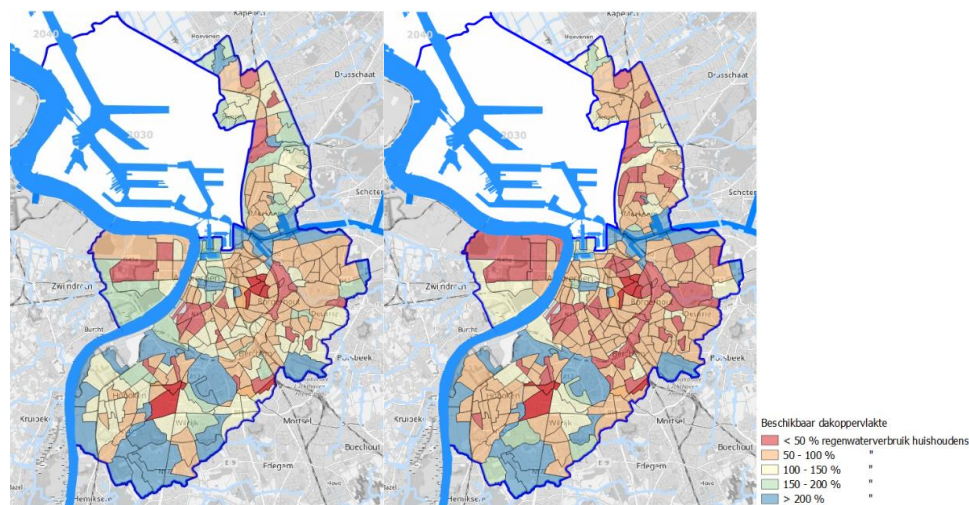
stadswagens, openbare toiletten, geldt een huidig verbruik van 43 000m³/jaar. Dit zou volledig op alternatieve bronnen omgeschakeld kunnen worden.

In het klimaatscenario kan voor bomen de droge periode worden overbrugd door een watergift van 7m³/maand/boom. Voor bomen met lage droogtetolerantie (dat zijn er 77000), is een totale buffer nodig van 544 000 m³/maand. Voor het onderhouden van grotere groenpartijen die een rol kunnen spelen in de bestrijding van hittestress (150 van de 416ha) wordt een nood van 41 600m³/maand verwacht.

Globaal over de stad is er op jaarbasis (zowel volgens het huidige klimaat als de geselecteerde klimaatprojectie) een overaanbod aan regenwater, effluentwater en drainagewater om te voldoen aan de potentiële vraag. Vraag en aanbod zijn echter niet optimaal verdeeld. Mogelijk is een combinatie van lokaal gebruik en een beperkt verdeelnet voldoende om al een hoge gebruiksvraag van alternatieve waterbronnen te realiseren. Hiervoor moeten zowel distributie als opslagmogelijkheden worden voorzien.



Figuur 2-22: buurtgebruiksruimte, en nabijgelegen hoofdleidingen van de riolering



Figuur 2-23: Beschikbaar dakoppervlakte per inwoner voor regenwaterrecuperatie. (uitgedrukt in % van potentieel regenwaterverbruik door huishoudens). Regenwaterreservoir wordt gelijkgesteld aan 1 maal het maandelijks verbruik met een bedrijfszekerheid van minimaal 20 % van de tijd. Links wordt de beschikbare oppervlakte weergegeven in het huidige klimaat, rechts voor de neerslaghoeveelheid in het beschouwde laag klimaatscenario horizon 2100

Transport moet worden voorzien voor zowel aanvoer (naar verdeelpunt, opslag) als voor verdere distributie.

Volgende snel te realiseren potentiële distributiemodi kunnen worden beschouwd:

- Ring R1. Transport van bemalingswater langs de ring R1. Thans wordt het bemalingswater via een persleiding achtereenvolgens van pompstation 1 naar de Schelde en van pompstation 2 naar het Lobroekdok bemaald. De beschikbare ruimte langs de ring biedt echter de mogelijkheid om een persleiding langs weerszijden van de ring te leggen en dit over het volledige tracé van de ring. Het water kan hier ook worden hergebruikt voor de vegetatie op het dak van de ring.
- Transport langsheen verkeersassen voorzien van collectoren met grote doorvoeroppervlakte. De collectoren zijn thans gedimensioneerd op de ontwerpbuilen. Bij de dimensionering is geen rekening gehouden met de ambities van het Waterplan tot afkoppeling van de regenwaterafvoer (afkoppeling van dak naar opslag, afkoppeling van straatoppervlak naar infiltratievoorziening). De kans bestaat dat de collectoren in de toekomst te groot gedimensioneerd zijn voor de ontwerpaanvoer. Er bestaat vervolgens de mogelijkheid om een in de thans gemengde riolering ruimte te voorzien voor een extra transportleiding voor de verdeling van alternatief water.
- Transport RWA-leidingen. Bij de uitbouw van een volledig gescheiden stelsel wordt via de regenwatercollectoren (onder voorbehoud van calamiteiten, illegale lozingen etc.) geen huishoudelijk afvalwater afgevoerd. Een opzuivering door de RWZI's is derhalve niet noodzakelijk voor de verdeling van niet-drinkbaar water.
- Assen zoals de spoorwegen en de Scheldekaaien kunnen worden vermeld vanwege de beschikbare ruimte.
- Havendokken. De dokken kunnen transportmedium worden beschouwd. Gelet op de verschillende functies van het watervolume in de dokken (regelpeil) als waterkwaliteit (zoetwateraanvoer van Albertkanaal voor terugdringen zoutfront) moet de waterrecuperatie uit de dokken nauw afgestemd worden met de extra aanvoer. Indien men in periodes van droogte een status quo van de huidige zoetwateraanvoer wenst te behouden is het nodig om bv. extra water via de bemaling van de ring te voorzien en erover te waken slechts het extra aanbod terug te winnen.
- Ruien. In het kader van de het Waterplan Antwerpen werden de verschillende functies van de voormalige kanalen en waterpartijen in de stad weergegeven

2.4 Conclusie

In het onderzoek is de problematiek van droogte en waterschaarste in de stad Antwerpen beschreven. De huidige grondwaterstroming is in beeld gebracht, en watervraag en -aanbod zijn gekwantificeerd. De potentiële impact van een klimaatscenario op de grondwatervoeding, grondwaterstroming, grondwatertafel, en het wateraanbod is begroot, alsook de mogelijke effecten daarvan op vijvers, stadsgroen, natuurgebieden, stabiliteit van gebouwen en onroerend erfgoed. Op deze wijze is in beeld gebracht wat droogte en watertekort voor de stad betekenen. Pistes van oplossingen zijn verkend. De inzichten van het onderzoek laten toe beleidsaanbevelingen te formuleren voor de bescherming tegen droogte en watertekorten.

2.4.1 Analyse van gegevens

Een analyse van beschikbare peilbuisgegevens liet toe de huidige toestand van de grondwaterstand te beschrijven. Het is mogelijk om een onderscheid te maken tussen zones waar klimatologische omstandigheden de grondwaterdynamiek sterk beïnvloeden. Dit gaat vooral om de hoger gelegen zones buiten de ring. In de referentiepeilbuizen in deze zones zijn buiten de meteorologische invloeden beperkt dalende trends te herkennen en dit voor de gemiddelde en laagste grondwaterstanden. Binnen en rond de ring wordt de grondwatertafel sterk beïnvloed door antropogene factoren (bemalingen, drainage, verharding, enz.). De antropogene factoren zijn beschreven en in kaart gebracht. In deze zones zijn trends gekoppeld aan het opstarten of stopzetten van bemalingen.

De analyse van vijverpeilen laat toe vijvers te identificeren waarvan het peil varieert met de meteorologische omstandigheden (grondwater gevoed), en die dus gevoelig zijn voor de effecten van verminderde grondwatervoeding als gevolg van de klimaatverandering.

Het watergebruik is geïnventariseerd. Het drinkwatergebruik kent een status quo, ondanks de bevolkingstoename en dit dankzij het dalend verbruik per inwoner. Het gebruik is vergeleken met de beschikbare alternatieve waterbronnen in de stad: drainagewater van de ring, effluentwater, regenwater op verharde oppervlaktes met een onderscheid tussen wegenis en daken, bemalingswater (permanent en tijdelijk). Hieruit blijkt dat het aanbod de vraag in principe overstijgt. Het overtollig water wordt vandaag echter grotendeels afgevoerd, en gebruik van alternatieven bronnen is beperkt.

2.4.2 Impactanalyse

Er is een grondwatermodel opgebouwd en afgeijkt voor de huidige toestand. De geïnventariseerde gegevens van hydrogeologische laagopbouw, drainagediepte van rioleringen, bemalingen, zijn hiervoor gebruikt. Neerslag zorgt voor de aanvulling van de grondwatertafel. Er is gebruik gemaakt van een grondwatervoedingsmodel dat rekening houdt met de verharding. Tevens wordt de grote invloed van de drainage van de Ring aangetoond alsook de belangrijke invloed van drainage door het rioleringstelsel.

De verminderde voeding met neerslag voor het klimaatscenario met de grootste impact werd doorgerekend. Er wordt van uitgegaan dat toekomstige wijziging van de grondwaterstroming zich zal situeren tussen deze toestand en de huidige.

Deze situatie toont de gevoeligheid van de grondwatertafel in de hoger gelegen infiltratiezones, zowel binnen als buiten de ring. De grondwaterdaling in de stad zelf is beperkt, maar de verminderde voeding wordt gecompenseerd door een grote toestroming vanuit de Schelde en de dokken. Dit laatste kan ongunstig zijn omwille van de verhoogde instroming van brak Scheldewater, met beperking van zoetwaterreserves en mogelijke impact op ondergrondse infrastructuur (corrosie) als gevolg.

Een directe impact door de waterstandsval op de stabiliteit van gebouwen valt evenwel niet te verwachten, daar gebouwen op gevoelige funderingen liggen buiten de zones met grote grondwaterstandswijzigingen. Binnen en om de ring, is de grondwaterstand door antropogene invloeden al sterk verlaagd door bemalingen en drainage van de ring, en zijn er geen gekende gevolgen van zettingen. De impact op archeologisch erfgoed van de zones met grondwaterstandsval is mogelijk zones wel groot, maar moeilijk te begroten, omwille van het ontbreken van gegevens over de precieze ligging en diepte.

Een directe impact wordt verwacht op vijvers in de zone met grote grondwaterstandswijzigingen (Fort 8, Den Brandt, Nachtegalenpark, Steytelinckpark) en op grondwaterafhankelijke natuur- en groengebieden (met name: Bloktersdijk, de vesten (Mastvest en Brilschans), de grachten rond de forten van Hoboken) en Wilrijk (Schoonselhof, Campus Drie Eiken). Naast verminderde kwel kunnen daar ook wijzigingen optreden in de biochemische standplaatsfactoren, waardoor habitats onder druk kunnen komen.

De meeste boom- en struiksoorten zijn matig tot goed droogtetolerant. De eventuele verdroging van stadsgroen heeft vaak eerder te maken met een verdroging van de bodemlaag, en dus met watertekort voor bevoeiing eerder dan met een lage grondwaterstand. Naast een goede inrichting van de standplaats van de boom, is mogelijke bevoeiing en aandacht voor voldoende droogteresistente soorten bij toekomstige aanplanten bijgevolg essentieel en dient meegenomen te worden als onderdeel van een toekomstvisie voor de groenontwikkeling in Antwerpen.

In de context van gewijzigde neerslag- en grondwaterstroming wijzigen ook de beschikbare watervolumes van alternatieve waterbronnen. De beschikbare hoeveelheden blijven echter groter dan de actuele vraag (drinkwatergebruik).

2.4.3 Strategieën

Met het grondwatermodel zijn pistes onderzocht om strategieën te ontwikkelen rond het aanpakken van de effecten van droogte.

Een strategie rond het infiltreren van regenwater rond de ring toont een verhoogde beschikbaarheid van drainagewater. Het drainagewater is een permanente alternatieve bron. Het infiltreren in de onmiddellijke nabijheid van de ring zorgt voor een relatief snelle opname door de drainage. Gericht infiltratie verder van de ring (cf. bronmaatregelen) kan ingezet worden om de grondwatertafel te verhogen en de verhoging van de toevoer naar de (ring)drainage meer 'uit te smeren' in de tijd.

De invloed van (tijdelijke) bemalingen is onderzocht. Er wordt geschat dat een 30% van de vergunde debieten effectief opgepompt wordt. Voor het klimaatscenario komt dit min of meer overeen met de volledige neerslagafhankelijke grondwatervoeding. Het oppompen van het volledige vergunde debiet heeft een drastische impact op de grondwatertafel en stroming, met een sterk verhoogde toevoer van brak water uit de Schelde. Het is van belang om bij het verlenen van vergunningen het evenwicht te bewaken tussen voeding en het opgepompt debiet.

Een strategie rond ontharding en verhoogde infiltratie in de zones gevoelig aan meteorologische grondwaterstandswijziging toont het belang van de grondwatervoeding. Bij een infiltratie door 100 % ontharding van de wegenis, is er een sterke mate van herstel van de effecten van verminderde neerslag op de grondwatertafel. Binnen de ring neemt de grondwaterstand toe ten opzichte van de huidige.

Voor het waterverbruik zijn de effecten moeilijker kwantificeerbaar. Het is duidelijk dat er voldoende alternatieve waterbronnen aanwezig zijn in de stad. Naast sensibiliseren van het gebruik van alternatieve bronnen, ligt de uitdaging in het verdelen van het water van alternatieve bronnen, en het plaatselijk opslaan van water. Dit vergt een ruimtelijk analyse die geen onderwerp vormt van dit onderzoek. Een kartering van een perimeter rond het buurtgebruiksgroen geeft bijvoorbeeld wel aan waarnaar bemalingswater zou kunnen worden gevoerd. Een analyse van dakoppervlak in relatie tot de vraag van huishoudens per wijkniveau geeft aan waar de meeste potenties voorkomen voor lokale neerslagrecuperatie, en waar het meeste nood is aan aanvoer van elders.

Mogelijke projecten liggen in lijn van reeds uitgevoerde pilootprojecten en praktijken in het buitenland. Uit de uitgevoerde benchmarkstudie worden enkele projecten uitgelicht die toepasbaar (en al toegepast worden) en inspirerend kunnen zijn voor Antwerpen. Deze zetten in op: sensibilisering (zoals het betrekken van de burgers - cf. Waterplan), financiële ondersteuning (bijvoorbeeld bij plaatsing van regenwaterputten), beperken van verliezen (taak voor de beheerders van de rioleringen en drinkwaterdistributie), geïntegreerde planning van het landgebruik en watergebruik (denk aan Over de Ring), rechtstreeks hergebruik van afvalwater, productie van drinkwater uit afvalwater, grootschalige regenwateropvang en het uitvoeren van pilootprojecten waarbij de burgers betrokken worden (niveau stadskwartier, denk aan Zuiderdokken), afstemmen vraag en aanbod, ...

3 Situering beleidsaanbevelingen

Het onderzoek naar droogte en waterschaarste in Antwerpen kadert binnen de update van de klimaatadaptatiestrategie (die samen met een update van de mitigatiestrategie in de loop van 2020 zal resulteren in een nieuw Klimaatplan 2030). Twee van de mogelijke strategische doelstellingen uit dit klimaatplan houden direct verband met de resultaten uit deze droogtestudie, namelijk:

- Antwerpen vult de grondwatertafel aan
- Antwerpen streeft naar waterhergebruik en waterbesparing

De aanbevelingen uit de droogtestudie worden in volgende twee hoofdstukken 'opgehangen' aan elk van deze twee mogelijke strategische doelstellingen.

4 Antwerpen vult de grondwatertafel aan

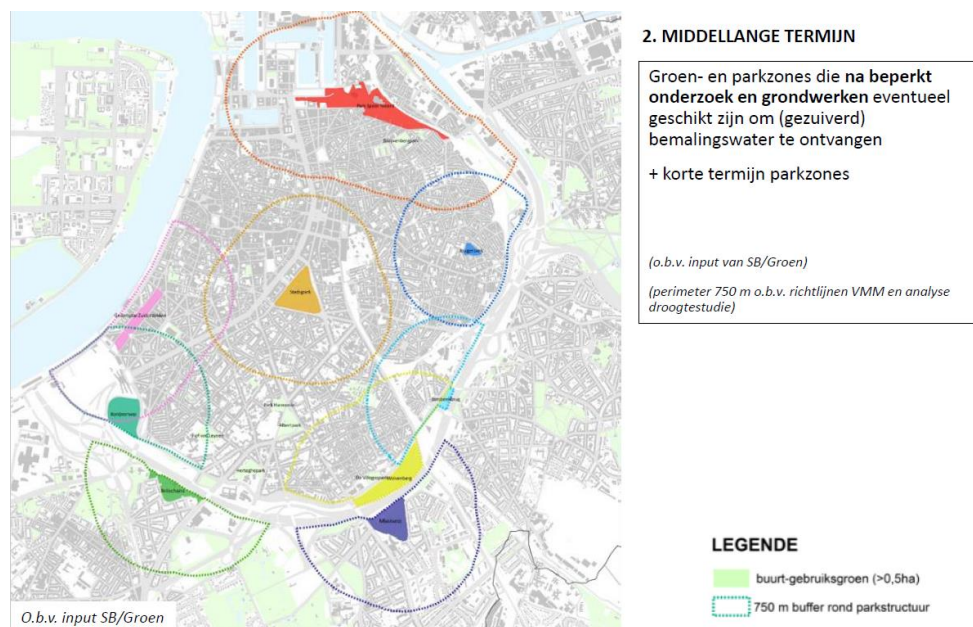
De gevolgen van droogte op grond en oppervlaktewater zijn in het voorliggende onderzoek beschreven en onderzocht. Ook de impact van antropogene activiteiten zoals verharding en bemalingen werden gekwantificeerd. Een daling van de grondwaterstand heeft kwantitatieve nadelige effecten op het oppervlaktewaterpeil in de vijvers en op grondwaterafhankelijke natuurgebieden en stadsgroen. Aanvullend verhoogt het risico op het binnentrekken van brak Scheldewater met een vermindering van de zoetwatervoorraden, en mogelijke aantasting van infrastructuur als gevolg (corrosie).

Voor een mitigatie van droogte en de antropogene invloeden werd in werkpakket 3 gewerkt rond de pistes bemalingen en ontharding. De positieve resultaten van de voorgestelde maatregelen leidden tot de aanbevelingen in het kader van een bemalingsstrategie (cf. sectie 4.1) en ontharding van openbare wegenis (cf. sectie 4.2). Het nemen van maatregelen tegen droogte is een relatief complexe materie en met steeds evoluerende inzichten. Om te komen tot duidelijk meetbare resultaten worden indicatoren (sectie 4.3) opgesteld voor deze doelstelling en wordt een monitoring noodzakelijk geacht (cf. sectie 4.4).

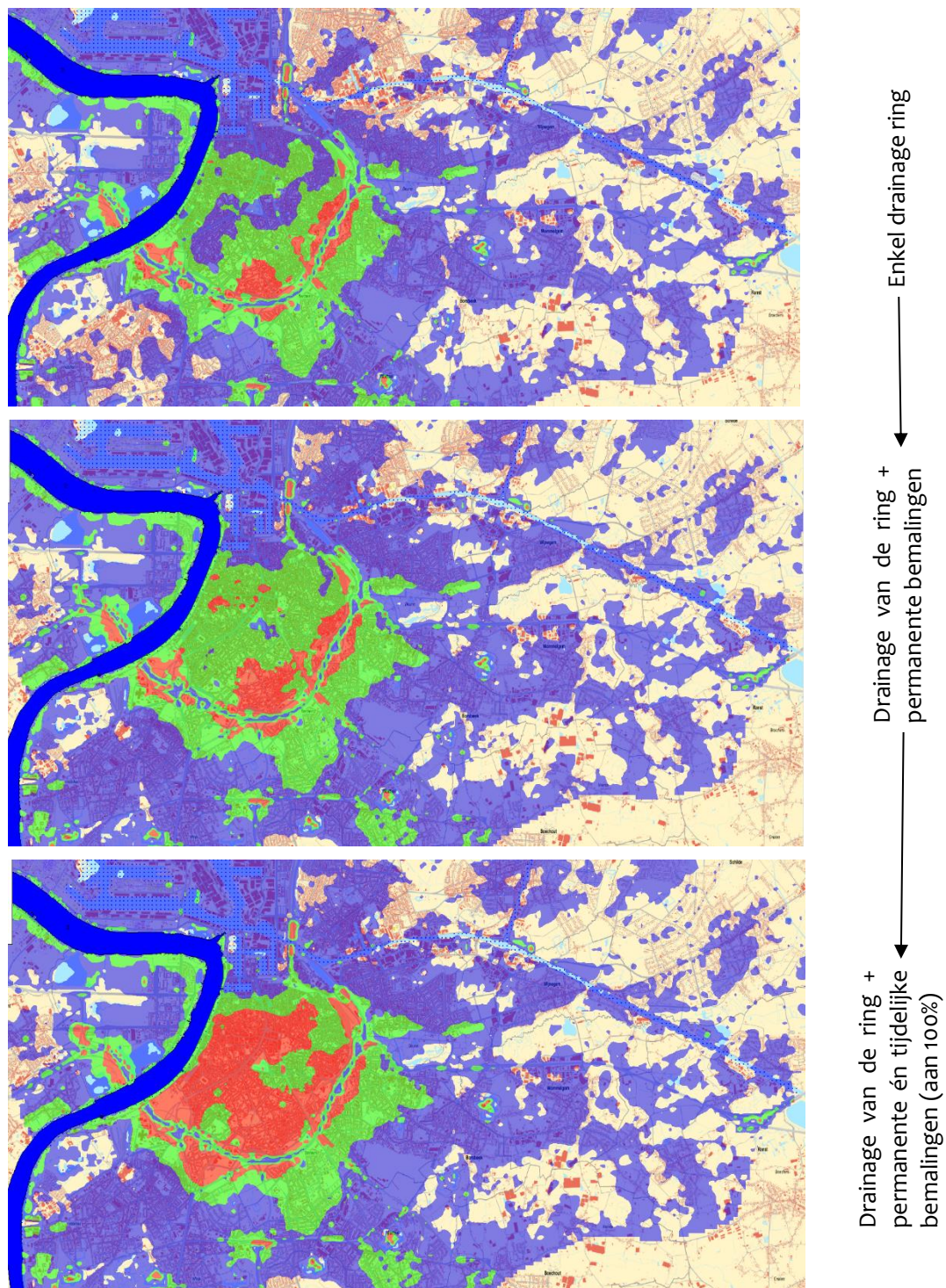
4.1 Strategische aanbeveling 1.1: opstellen bemalingsstrategie

De negatieve impact van bemalingen op het grondwaterpeil moet worden tegengegaan. Dit kan door:

- Verscherpt toezicht, handhaving van de verplichting van de bouwcode om retourbemaling toe te passen in functie van de kwaliteit van het grondwater
- Een gemeentelijke saneringsbijdrage op het lozen van bemalingswater zonder retour,
- Aanpassen van de vergunningsvoorwaarden. Gelet op de tijdspanne tussen bemalingsaanvraag en werfinrichting kunnen naburige bemalingen voorkomen die een versterkend cumulatief effect teweegbrengen. Het vergunde debiet wordt daarom afgestemd op dat van gelijklopende vergunningsaanvragen. Bij risico op cumulatieve effecten van gelijktijdige bemalingen wordt het toegestane bemalingsdebiet beperkt.
- Conform de Vlarew wetgeving wordt slechts een bemalingsnota opgevraagd indien de bemaling een debiet van meer dan 30 000 m³ per jaar onttrekt en indien en er lager dan 4 meter onder maaiveld wordt bemaald. In de kernstad met een beperkte aanvoer van zoet water (beperkte grondwatervoeding door de hoge verhardingsgraad) hebben ook bemalingen met beperkte onttrekkingsdebiet een potentieel negatieve impact op de grondwaterstanden. Er wordt aanbevolen om voor de niet vergunningsplichtige bemalingen een minimale verlagingscontour in rekening te brengen en deze te verrekenen in de cumulatieve effecten.
- Retourbemalingen en herinfiltratie faciliteren/aanmoedigen door bijvoorbeeld de bemaling via grote rioolleidingen in verbinding te brengen met infiltratiezones in publiek groen. In de stad is ter hoogte van de werf niet steeds ruimte beschikbaar voor retourbemaling. Als alternatief kan de stad de retournering van bemalingswater faciliteren door inrichting van openbare ruimtes, en de nodige machtigingen voor het transport van bemalingswater tot infiltratievoorziening. In onderstaande Figuur 4-1 wordt een voorzet van zonering weergegeven voor de binnenstad, geënt op de ligging van openbaar groen op middellange termijn.



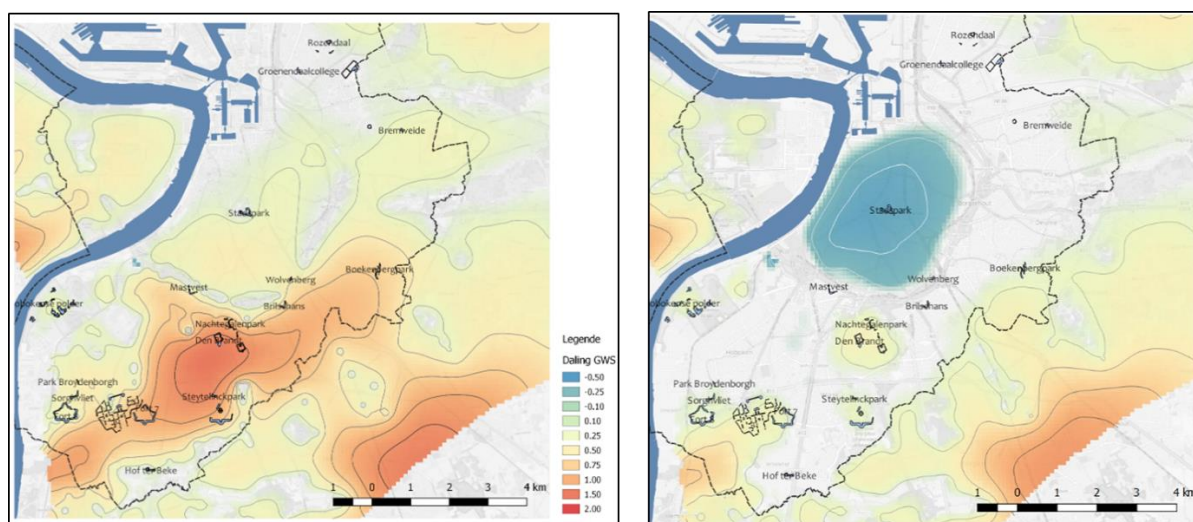
Figuur 4-1: Retourbemalingen en herinfiltratie faciliteren/aanmoedigen / zonering van het grondgebied volgens herinfiltratiemogelijkheden in publiek groen op middellange termijn



Figuur 4-2 : illustratie van de potentiële impact van bemalingen en grondwateronttrekkingen op de binnenstad (blauw: grondwaterstanden op 1 onder maaiveld, groen: grondwaterstanden zakken dieper weg dan 3 m onder maaiveld, rood: grondwaterstanden zakken dieper dan 6 m onder maaiveld)

4.2 Strategische aanbeveling 1.2: ontharden en infiltreren

Infiltratie gebeurt volgens de principes van het Waterplan. Grondwatermodelleringen in het kader van de studie bevestigen het milderend effect op de grondwaterstanden van ontharding en infiltratie. De resultaten tonen ook aan dat een verregaande ontharding nodig is om voldoende resultaat te boeken met de strategie. Daarom wordt waar mogelijk het regenwater bij voorkeur verzameld en afgevoerd en geïnfiltreerd naar zones waar de impact het hoogst is (bv. afvoer naar vijvers, infiltratiesloten langs bomenrijen, afwatering naar lager gelegen watergebonden natuur,...). Dit wordt mee opgenomen in de uitwerking van lokale wijkwaterplannen.



Figuur 4-3 : Verlaging van het zomerpeil als gevolg van de klimaatwijziging wordt voor een groot deel gecompenseerd door doorgedreven ontharding/infiltratie, doch de effectiviteit van de strategie is ruimtelijk verdeeld. Links: verlaging van het zomerpeil als gevolg van de klimaatwijziging en zonder extra ontharding/infiltratie. Rechts: Verlaging van het zomerpeil als gevolg van de klimaatwijziging en mét extra ontharding/infiltratie.

4.3 Strategische aanbeveling 1.3 Indicatoren

Er werden 3 doelen vooropgesteld waarop de resultaten van het beleid kan worden beoordeeld:

- 1/ Handhaving van de gewenste vijverpeilen
- 2/ de goede toestand van de grondwaterafhankelijke natuurgebieden
- 3/ controle op de indringing van brak water.

Doelwaarden voor de indringing van brak water volgen uit de Vlarem wetgeving. Voor de twee andere indicatoren is nog intern en extern overleg nodig om de doelwaarden te bepalen.

4.4 Strategische aanbeveling 1.4: monitoren

De toestand van het grondwater en oppervlaktewater en de elementen die hierop een impact hebben (winningen, bemalingen, ...) dienen te worden gemonitord en bijgehouden.:

- Er wordt een grondwaterpeilbuizenmeetplan opgesteld om de doelstellingen van de adaptatiestrategie te evalueren. Hier worden zo veel als mogelijk de bestaande peilbuizen mee in opgenomen. Hiervoor wordt een onderhoudsprogramma opgesteld. De uitlezingen worden geleidelijk aan geautomatiseerd. De monitoring betreft metingen van stijghoogtes en elektrische conductiviteit waar nodig.
- Gelet op de sterke ruimtelijke verdeling van de grondwaterstanden, de densiteit en het soms tijdelijk karakter van de vele antropogene invloeden is het niet mogelijk om een permanent monitoringsnetwerk op te zetten waarmee alle potentiële wijzigingen kunnen worden gemonitord. Het monitoringsnetwerk is daarom een weldoordachte selectie van de bemeaten locaties. Niet louter in een regulier meetrooster maar eerder in functie van de te bereiken doelen (omgeving natuurgebieden / kwelgebieden/ opvolging in wijken na realisatie van ontharding/...). Bij voorkeur wordt het monitoringsnetwerk uitgebreid met signaalgebieden. Dichtbij de Schelde, dokken, ring is de invloed van bemalingen minder uitgesproken. Ook de impact van bemalingen en gewijzigd klimaat is sterk afhankelijk van de locatie (Figuur 4-5).
- De waterpeilen van alle stadsvijvers worden gemonitord. Waar nodig, worden nieuwe peillatten geplaatst, peillatten die niet goed werden gepositioneerd worden verplaatst. De uitlezingen worden geleidelijk aan geautomatiseerd.



Figuur 4-4 : Aanpassingen meetlatten aan extreem lagen oppervlaktewaterstanden

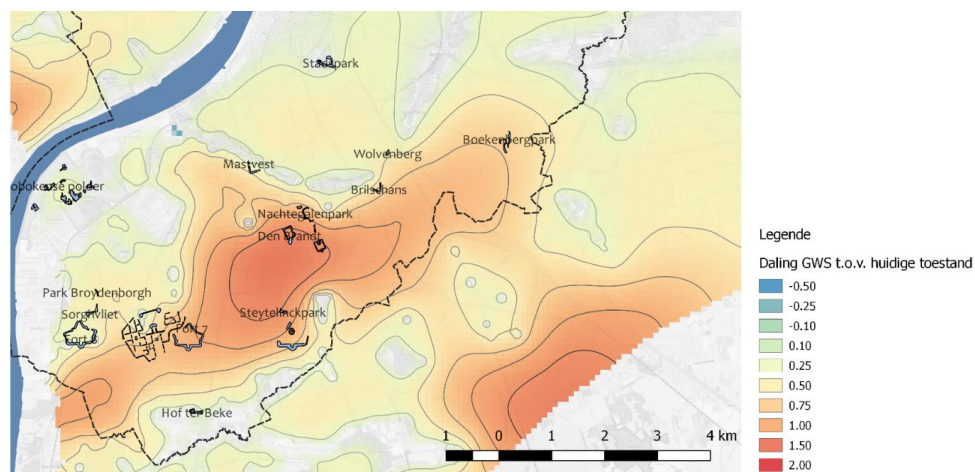
- Vlare bijlage II klasseert een bemaling als een activiteit van klasse 2 wanneer 1/ meer dan 30.000 m³/jaar wordt bemaald én 2/ tot meer dan 4 m onder maaiveld wordt bemaald. Voor deze klasse 2 van bemaling wordt een bemalingsnota opgesteld en wordt door de VMM advies verstrekt.

Voor lagere bemalingsdebieten wordt geen bemalingsnota opgesteld.

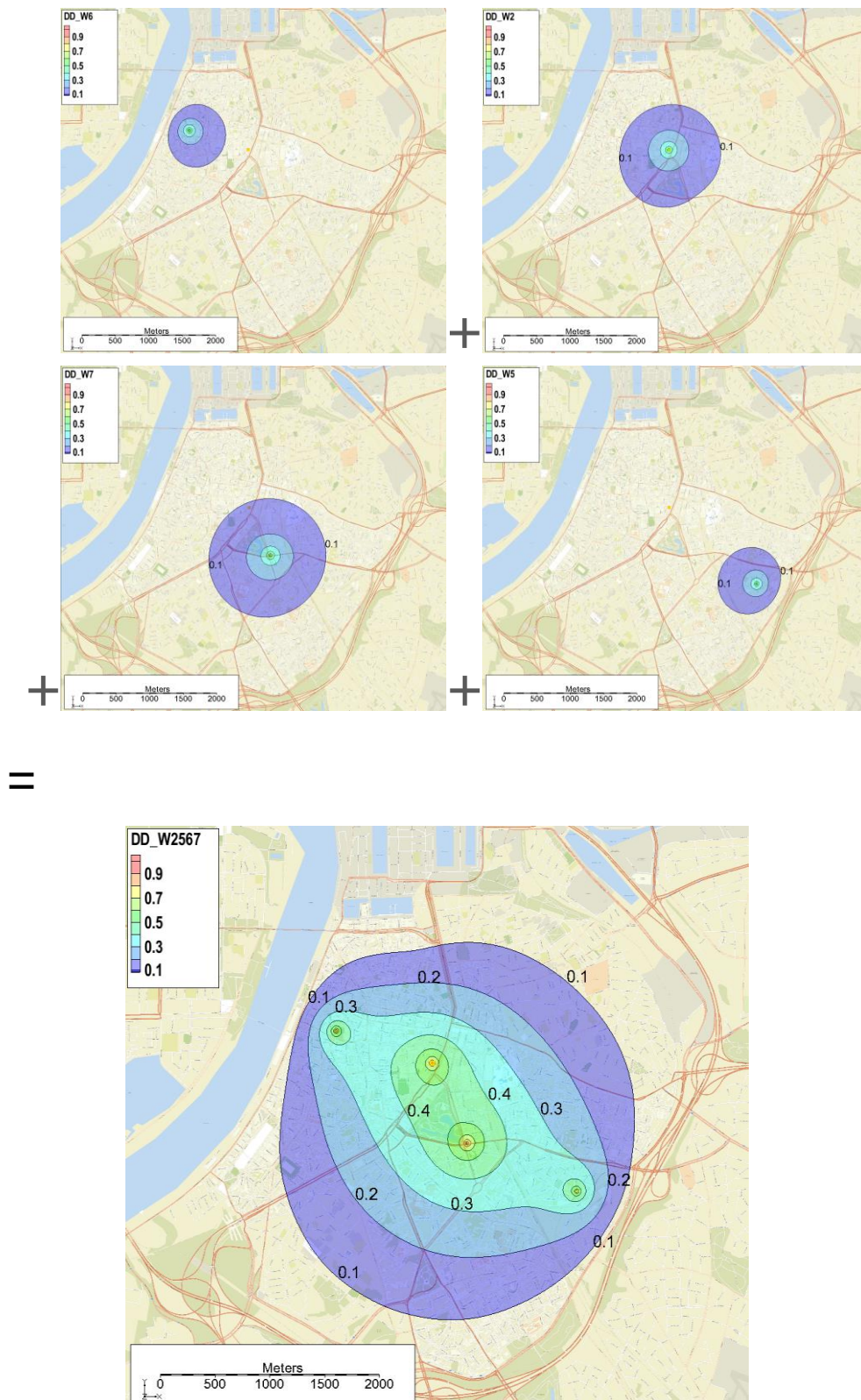
Algemeen wordt in de bemalingsaanvraag geen rekening gehouden met de cumulatieve impact van meerdere bemalingen. Voor gematigde debieten voldoet de verlagingcontour aan het superpositiebeginsel: de invloed van meerdere bemalingen is de som van de invloeden van de individuele bemalingen (cf. superpositie van verlagingcontouren in Figuur 4-6).

De ligging, de grootte en invloedstraal van de permanente bemalingen worden daarom in kaart gebracht, verlagingcontouren ingeschat en samengeteld bij overlappende bemalingsperiodes.

- Aan AWW en andere grote permanente bemalingen wordt gevraagd de bemalingsgegevens (van de Ring, ...) ter beschikking te stellen met een frequentie gelijkgesteld aan die van grondwaterwinningen (maandelijks),
- De gegevens van alle tijdelijke bemalingen binnen de stad worden samengebracht in een database eenvoudig te consulteren intern en extern.



Figuur 4-5: Ruimtelijke verdeelde gevoeligheid van de grondwaterstand voor de klimaatsverandering



Figuur 4-6 : superpositie van verlagingscontouren

5 Antwerpen streeft naar waterhergebruik en waterbesparing

De stad zet in op meer water hergebruik en duurzame omgang met water.

5.1 Strategische aanbeveling 2.1: inzetten op particuliere regenwaterputten

Er wordt meer ingezet op de realisatie en waterhergebruik van individuele regenwaterputten op privaat domein.

- Door een evaluatie van de huidige regelgeving (bouwcode) en premies rond individuele hemelwaterputten op te maken.
- Deze regenwaterputten kunnen ook gebruikt worden in de strijd tegen wateroverlast door ze slim te sturen.
- Bij keuring door een erkend controlemechanisme wordt enkel de installatie gecontroleerd. (hemelwaterput, pomp, buitenkraan alsook scheiding van stadsnet met regenwaterleiding). Het gebruik van de hemelwaterinstallatie kan vooralsnog niet worden opgelegd. Een aanmoedigend beleid kan steunen op bemetering van de installatie (cf. supra) voor opvolging van het verbruik en verrekening in de waterfactuur.
- Specifiek voor de dicht bebouwde stadskernen met beperkingen op de aanleg van individuele hemelwaterputten wordt een collectief gebruik van particuliere regenwaterputten aangemoedigd.

5.2 Strategische aanbeveling 2.2: inzetten op publieke hemelwaterputten

- Bij de herinrichting van openbare ruimte wordt de mogelijkheid tot collectieve regenwaterputten (cf. Zuiderdokken) met hergebruik steeds onderzocht. In eerste instantie voor gebruik door de stadsdiensten (irrigatie stadsgroen, veegwagens, aanvullen vijvers, ...). In een latere fase kan worden onderzocht of de stad deze kan openstellen voor particulier gebruik (na de aanleg van de nodige distributie).
- Gelet op het significante ruimtebeslag van de collectieve buffers wordt de locatie en grootte van deze buffers reeds mee opgenomen in de lokale wijkwaterplannen. De financiële haalbaarheid van publieke regenwaterputten dient geval per geval verder worden onderzocht.

5.3 Strategische aanbeveling 2.3: waterbeschikbaarheid en -verbruik en -kwaliteit monitoren

In de droogtestudie werden op stads- en wijkniveau de alternatieve waterbronnen in kaart gebracht en waterbalansen opgesteld. Op niveau van de stad zijn voldoende alternatieve waterbronnen beschikbaar voor een omslag van 100 % drinkwaterverbruik naar een maximaal gebruik van alternatief nutswater. Voor een feitelijke transitie moet echter aanvullende informatie worden verzameld. Met name het waterverbruik en alle elementen die hier een impact op hebben dienen te worden gemonitord en bijgehouden.

- Er wordt een database opgesteld van alle individuele en collectieve hemelwaterputten.

- Gegevens over het drinkwaterverbruik worden systematisch geanalyseerd.
- Bij hergebruik is de waterkwaliteit belangrijk. De resultaten van Wolvenberg worden doorvertaald naar de stad. Bijkomend studie- en meetwerk is nodig. Met name de in het Waterplan voorgestelde cascade van infiltratievoorziening naar opvangbekken kan in een 1^{ste} zuiveringstrap voorzien door bezinking en filtratie.
- De invoering van digitale watermeters als basis voor de monitoring en stimulans tot rationele watergebruik voor de verbruikers

5.4 Strategische aanbeveling 2.4: onderzoek naar alternatief waternetwerk

Een alternatief waternetwerk (naast het drinkwaternetwerk) om vraag naar en aanbod van water dat niet aan drinkwaterkwaliteit moet voldoen, op elkaar af te stemmen. De financiële haalbaarheid van een dergelijk waternetwerk dient nog verder onderzocht.

5.5 Strategische aanbeveling 2.5: inzetten van circulaire oplossingen om lokaal afvalwater en regenwater te zuiveren

- Drainage van de ring afzetten is niet haalbaar, maar hergebruik van dit water is wel een optie. Het R1 water kan naar de stad worden gebracht.
- Uitvoering en ondersteuning van proefprojecten om lokaal regenwater en afvalwater te zuiveren tot drinkwater kwaliteit (bv. Nereus – Nieuw Zuid) met kwaliteitsborging.

5.6 Strategische aanbeveling 2.6: het stadsgroen

Een hoog aantal bomen in de stad is, als de klimaatwijziging zich verder doorzet, onvoldoende droogteresistent. Bij vervanging van het stadsgroen wordt meer aandacht gegeven aan de inrichting van de standplaatsen en worden meer droogteresistente soorten overwogen, rekening houdende met andere functies als biodiversiteit, landschap, verkoeling, Dit wordt vertaald naar een aangepast bomenplan.

Ondanks betere standplaatsen en meer aandacht voor droogteresistente boomsoorten en gewassen, blijft een watergift voor stadsgroen wenselijk tijdens de droge zomers. Om de irrigatie op een ecologisch en economisch verantwoorde wijze te organiseren wordt gebruik gemaakt van collectieve hemelwaterputten of andere alternatieve bronnen.

5.7 Strategische aanbeveling 2.7: Stad als goede voorbeeld

- In alle nieuwe gebouwen van stad en haar dochters staat hergebruik van water voorop
- Er wordt een waterhergebruiksplan opgesteld voor de eigen infrastructuur
- Voor het groenbeheer, kuisen en vullen van veegwagens, kuisen van vuilniswagens, ... schakelt de stad volledig over op alternatief water.
- De stad stimuleert burgers tot een duurzaam waterverbruik