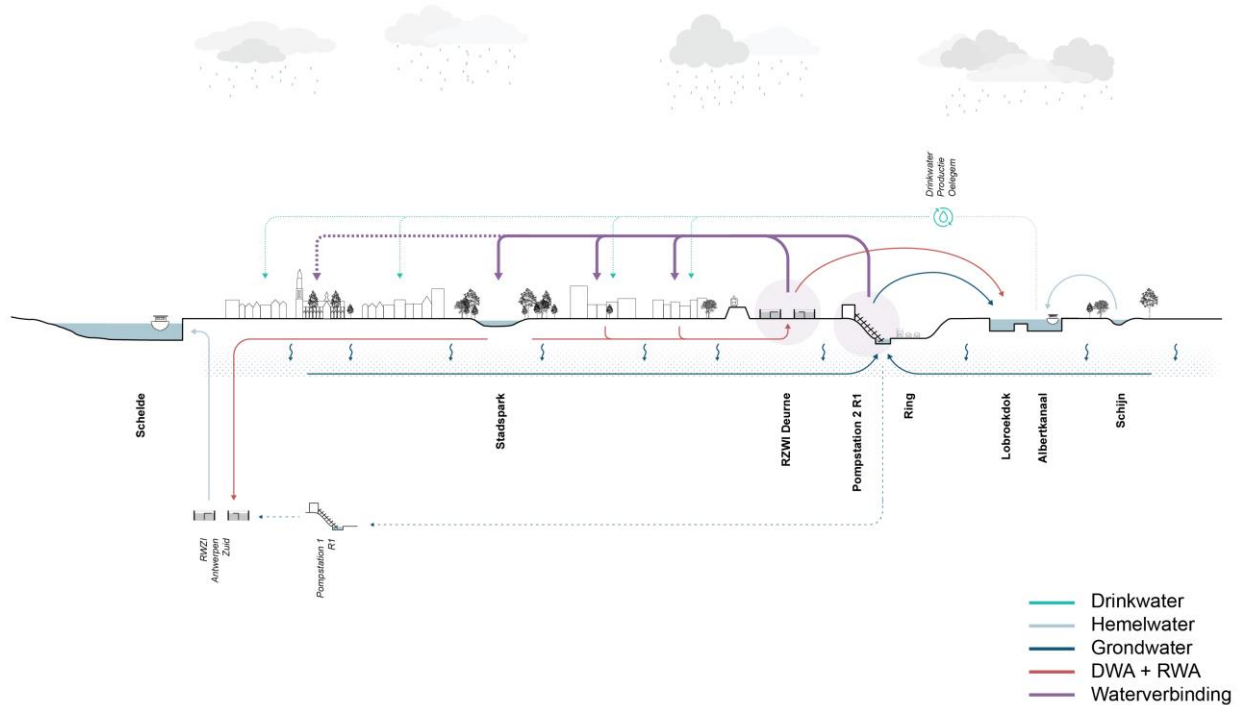




Haalbaarheidsstudie naar een waterverbinding vanuit Schijnpoort naar de binnenstad als onderdeel van het stadsnetwerk

Detailanalyse watervraag en -aanbod en concept voorkeursscenario

Stad Antwerpen

Project Haalbaarheidsstudie naar een waterverbinding vanuit Schijnpoort naar de binnenstad als onderdeel van het stadsnetwerk
Opdrachtgever Stad Antwerpen

Document Detailanalyse watervraag en -aanbod en concept voorkeursscenario
Status Definitief
Datum 26 mei 2021
Referentie 122809/pous/006

Projectcode 122809
Projectleider Michel Zuiderwijck
Projectdirecteur Sofie Depauw

Auteur(s) Kato De Roos, Katrien Van Eerdenbrugh, Wouter De Vos, Sofie Depauw, Peter Spielmann
Gecontroleerd door Sofie Depauw, Katrien Van Eerdenbrugh, Kato De Roos, Marcel Wauben
Goedgekeurd door Katrien Van Eerdenbrugh

Paraaf

Adres Witteveen+Bos Belgium N.V.
Maatschappelijke zetel: Posthoflei 5-1
2600 Antwerpen-Berchem
België
+32 (0)3 286 75 75
www.witteveenbos.be
RPR Antwerpen

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos Belgium N.V. is gecertificeerd op basis van ISO 9001.
© Witteveen+Bos Belgium N.V.

Niets uit dit document mag worden veeleenvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos Belgium N.V. noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos Belgium N.V. aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos Belgium N.V. geleverde document.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING - HET VERHAAL VAN HET STADSWATERNETWERK	1
2	DOELSTELLINGEN VAN DE OPDRACHT EN KADERING VAN DIT RAPPORT	6
3	DETAILANALYSE VAN VRAAG EN AANBOD	8
3.1	Waterbronnen	8
3.1.1	Waterkwantiteit	8
3.1.2	Waterkwaliteit	13
3.2	Watervraag	15
3.2.1	Publieke watervragen	17
3.2.2	Private watervragen	23
4	VISIE	26
4.1	Uitgangspunten vanuit maatschappelijke invalshoek (het verhaal van het Waterambacht)	26
4.2	Uitgangspunten vanuit bestaande plannen (voornamelijk Waterplan en droogtestudie)	27
4.3	Uitgangspunten vanuit praktische overwegingen	29
5	HET SCHIJNPOORTNETWERK	30
6	EEN ZUIDELIJK EN NOORDELIJK WATERAMBACHT EN DE BEVOORRADING VAN ANTWERPEN EXTRA MUROS	50
6.1	Een Zuidelijk Waterambacht	50
6.2	Een Noordelijk Waterambacht	50
6.3	Uitbreiding extra muros	50
7	SCHETSONTWERP	52
7.1	Tracé	52
7.1.1	Leiding deel 1	53
7.1.2	Leiding deel 2	57
7.1.3	Haarvaten	63

7.2	Leidingeigenschappen	66
7.3	Debieten en indicatie leidingdiameters	67
7.4	Hydraulische uitgangspunten	68

8	REFERENTIES	69
---	--------------------	-----------

	Laatste pagina	70
--	----------------	----

	Bijlage(n)	Aantal pagina's
--	-------------------	------------------------

I	Kaarten en afbeeldingen schetsontwerp	4
---	---------------------------------------	---

INLEIDING - HET VERHAAL VAN HET STADSWATERNETWERK

In deze opdracht wordt de haalbaarheid onderzocht van een concrete waterverbinding tussen het Schijnpoort en de binnenstad om een groot deel van de kernstad, zijnde de stad begrensd door de ring, de Schelde en de haven, van stadswater te voorzien. Stadswater duidt op de verzameling van alle alternatieve bronnen (hemelwater, bemalingswater en gezuiverd afvalwater) die in de stad zelf worden 'gewonnen'. Met haalbaarheid wordt niet enkel een technische en financiële haalbaarheid bedoeld. Er wordt in de studie ook veel aandacht besteed aan de maatschappelijke haalbaarheid. Het aanleggen van een stadswaternetwerk is enkel te verantwoorden indien het een bijdrage aan de stad, haar bewoners en gebruikers kan leveren die door hen gewaardeerd wordt en waarvan de meerwaarde merkbaar is. Daarom is het verhaal, waarop het concept van dit stadswaternetwerk gestoeld is, van groot belang. We starten dit rapport, dat de detailanalyse van waterbronnen en -vragers en een concept voor het stadswaternetwerk beschrijft, dan ook met een inleiding die dit verhaal mee vorm geeft.

Antwerpen, waterstad - de veranderende betekenis van water in de stad

Antwerpen, stad aan de Schelde. Strategisch gelegen, op een uitloper van de Wase cuesta, een ideale plek om handel te drijven aan de rand van de Scheldebocht met zicht op de toegang tot het Noordzeegat. Terwijl de stad ontwikkelde, ontwikkelde ook de Schelde. Van een oorspronkelijk door regenval gedomineerde rivier werd ze stilaan een zoete getijrivier met meerdere geulen en beperkt getij, enkel toegankelijk voor wendbare ondiepe schepen. De stad floreerde door haar geografische positie en ontwikkelde zich als een belangrijke Europese havenstad. De Schelde evolueerde mee en werd een volwaardige getijrivier met maritiem karakter. De toegang naar zee werd een open, toegankelijke geul die doorgang verleende aan steeds grotere vrachtschepen.

Vanuit de oorspronkelijke middeleeuwse burcht in het historisch centrum groeide de stad in golven. De eerste stenen stadsomwalling, die nog herkenbaar is in de onderbouw van het Steen aan de Schelde, was een feit. Tijdens deze groei werden ook de Ruinen gebouwd: een netwerk van smalle kanalen doorheen een relatief levendige stad vol ambacht. De stad breidde uit, met dokken in het noorden en het zuiden van de stad met daartussen één lange imposante kaaimuur langs de stad die dag en nacht bruiste van internationale activiteit. Antwerpen werd centrum van de wereld, de stad en haar ambachten werden groots dankzij haar band met het water. Maar deze levendige stad werd ook belaagd en had nood aan een tweede stadsomwalling om zich te beschermen. De Spaanse omwalling, met de huidige Leien en het stadspark als voornaamste relict, is in de geschiedenis van Antwerpen wellicht het beste voorbeeld van een integrale oplossing voor verschillende problemen waar de stad mee te kampen had. De Antwerpenaars bouwden met man en macht een nieuwe vest als boog rondom de stad (zie Afbeelding 1.1). De imposante Citadel in het zuiden stond symbool voor de kracht van deze ingreep. De allure waarmee Antwerpen opnieuw 'haar water' ten toon spreidde, is bewonderenswaardig. De nieuwe vest was immers niet alleen een verdedigingsgordel, maar voorzag ook in de bevoorrading van zoet water naar de stad door onder andere de Herentalse Vaart.

Afbeelding 1.1 Zicht op Antwerpen in 1598, door J. Hoenagel



Dit evenwichtig tafereel was niet opgewassen tegen de honger naar meer en groter. Opnieuw ging er een fase van expansie in met de ontwikkeling van grotere dokken en een nog grotere derde stadsomwalling: de Brialmontomwalling. De Brialmontomwalling slaagde er echter niet in de rol en het succes van de Spaanse stadsomwalling over te nemen. Op grote schaal werden nieuwe wijken met brede lanen, pleinen en parken aangelegd. De stad kreeg royale allures die het ambachtelijke hart overschaduwde.

Geleidelijk aan verminderde de rol van water in het stadscentrum en werd ze verlegd naar het gebied buiten de stad. De Ruien en Vlieten, die het hart van de binnenstad vormden, werden overwelfd en dus aan het zicht ontnomen. De haven, die nog steeds het economisch hart van de stad vormt, verlegde zich van ambacht naar industrie en breidde verder uit naar het noorden, weg van het stadscentrum. De Schelde werd van de stad gescheiden door een muur, die de inwoners moest beschermen tegen overstromingen. Er gebeurden enorme investeringen in rioolsystemen die afval- en regenwater vanuit de stad wegvoerden. Ten noorden van de stad werd water uit de Maas via het Albertkanaal naar de Schelde gebracht, dat ook diende om Antwerpen via een ondergronds leidingensysteem van drinkwater te voorzien. Bovendien ontstond er ter hoogte van de Brialmontomwalling een nieuwe vorm van stadsomwalling, de ring R1. Om deze rondgang rond en toegang tot de stad voor gemotoriseerd verkeer te kunnen realiseren, wordt sterk ingegrepen op het watersysteem van Antwerpen. Grote pomp gemalen pompen er permanent water weg om de R1 droog te houden en verlagen zo ook het grondwaterpeil in de binnenstad.

Water - op te lossen of oplossing

Water, dat eerst door de stad omarmd werd, werd door de grote stadsgroei geleidelijk aan steeds meer verbannen. Water werd iets dat opgelost moest worden. Heel veel ingenieuze ingrepen brachten de stad vooruitgang, maar sneden ook het water weg uit de stad - en zo ook een deel van haar ziel.

Door naar het verleden te kijken, kunnen we lessen leren over hoe de stad in verschillende fasen van haar ontwikkeling water als een oplossing heeft gezien. Om vandaag een duurzaam concept voor een stadsnetwerk te kunnen bouwen, helpt het om te begrijpen met welke historische ingrepen en infrastructuur water een oplossing voor de stad is geweest.

Vooreerst zijn er de Ruien. Dit kanalsysteem in de binnenstad, dat ooit het kloppend hart vormde voor de ambacht en de handel in Antwerpen, is weggestopt onder wat vandaag het toeristisch en commercieel hart van Antwerpen vormt. De stad doet momenteel veel inspanning om deze bijzondere waterartefacten van de

stad terug zichtbaar en beleefbaar te maken. Zo zijn er geleide bezoeken aan de Ruïen mogelijk en wordt er gedacht aan het terug open maken van een deel ervan ter hoogte van de Wapper. Maar daar bovenop bieden de Ruïen enorm veel ruimte. Deze ruimte kan niet alleen gebruikt worden voor water (bijvoorbeeld bij overvloedige regenval). Daarnaast biedt deze ruimte ook een gemakkelijke oplossing voor technische realisaties, zoals bijvoorbeeld het aanleggen van een leidingenstelsel in een druk bebouwde en bevolkte binnenstad. Daarom kunnen de Ruïen een belangrijke drager zijn om de aanleg van een stadswaternetwerk haalbaar te maken.

Daarnaast is er de historische waterverbinding, gekoppeld aan de Spaanse stadsomwalling. Door de sterke uitbreiding van de stad en de verzilting van de Schelde werden de fysische grenzen van de zoetwaterbevoorrading overschreden. Dat zoet water was onder meer nodig als drinkwater voor paarden, toen het voornaamste transportmiddel. Ook diverse ambachten zoals bierbrouwers en blekerijen hadden een grote zoetwaterbehoefte. Daarnaast kreeg de Antwerpenaren ook te kampen met hun voedselvoorraad die ontoereikend was voor de sterke groei van de bevolking.

Met de aanleg van de Herentalse Vaart, een verbinding tussen de rivier het Schijn en de stadsvest, werd de watertoevoer tot het hart van Antwerpen veilig gesteld. Tal van verbindingen tussen de stadsvest en waterpompen in de stad werden aangelegd. Rondom de nieuwe stadsvest en langs de waterverbinding werden moestuinen aangelegd en ontwikkelden zich grote blekerijen en brouwerijen die de stad voorzagen van rijkdom. Antwerpen was een stad waar het goed was om te wonen en te ondernemen: een spektakel van water en ambacht in een decor van tuinen en de Schelde.

Vandaag bestaan er nog restanten van de Herentalse Vaart. Zo zijn er de resten van het spuihuis (de aftakking van de Herentalse Vaart) aan het Schijn op de golfterreinen Ternesse in Wommelgem, delen van de Herentalse Vaart in het Rivierenhof en de (momenteel dichtgemetselde) overlaat van de stadsparkvijver naar de Rubenslei. Daarnaast zijn er ook ondergrondse restanten van dit waternetwerk, zoals ter hoogte van de Plantin en Moretuslei en de Oudevaartplaats. Waar mogelijk willen we delen van dit oude netwerk terug inschakelen in het nieuwe concept voor het stadswaternetwerk. Niet alleen kunnen deze delen door hergebruik of als drager mogelijk de technische realisatie van het netwerk vereenvoudigen, maar bovendien - en minstens even belangrijk - dragen ze in belangrijke mate bij tot het verhaal en de herkenbaarheid van het netwerk voor de inwoners van de stad.

Water als oplossing vandaag en morgen - van transversaal naar circulair

Niettegenstaande de stad en haar watersysteem in de loop der eeuwen enorm geëvolueerd zijn, blijft een deel van de oorspronkelijke wateruitdagingen bestaan. Bovendien botsen de ingenieuze oplossingen, die geleidelijk als een artificiële laag aan het watersysteem werden toegevoegd, bij verdere stadsgroei op hun eigen grenzen. Daarenboven komen de effecten van klimaatwijziging, die extra druk op de ketel zetten. Er zijn grotere extremen te verwachten in zowel neerslagperiodes als droge periodes, hittebestrijding wordt een belangrijke zorg voor de stad, maar ook de stijgende zeespiegel weegt op de kwetsbaarheid van Antwerpen.

Bovendien wordt de impact van de ring, de vierde stadsomwalling, nog groter. Hoewel haar doel was om de toegang tot de stad te faciliteren, neemt ze door de razendsnelle opkomst van het gemotoriseerde verkeer regelmatig de rol van alle vorige omwallingen over: het belemmeren van een gemakkelijke toegang tot de stad. De realisatie van de Oosterweelverbinding is een meerjarenproject dat momenteel loopt en hier tegemoet aan moet komen. Net zoals de bestaande ring, hebben ook de nieuwe werken een grote impact op het watersysteem van de stad. Bemalingswerken op verschillende plaatsen langs de ring zorgen lokaal voor een droge infrastructuur, maar hebben ook grote impact op de binnenstad doordat grondwatertoevoer van buitenaf wordt tegengehouden. Het grondwaterpeil verlaagt er sterk en dreigt verder te verzilten. Door de sluiting van de ring in het noorden van de stad, zal ook daar de (vandaag nog bestaande) toevoer van grondwater uit het noorden naar de binnenstad afgesneden worden.

Bovendien wordt het grootste deel van het regenwater en drinkwater dat de binnenstad bereikt via het rioolstelsel naar de stadsrand afgevoerd en van daaruit rechtstreeks of onrechtstreeks naar de Schelde gebracht. Op die manier wordt ook de lokale voeding van het grondwatersysteem in de binnenstad afgesneden.

De gevolgen van deze verschillende aspecten zijn voelbaar. De stad kreunt onder hittegolven. Wie geluk heeft, heeft een tuin, wie niet, smeekt om een park. Het stadsgroen wordt steeds kwetsbaarder door haar waterafhankelijkheid en de Stadsparkvijver stond de afgelopen jaren tijdelijk leeg. Zonder ingrijpen evolueren we verder naar een introverte stad waar groen nog schaarser wordt en water uit het straatbeeld verdwenen is.

En toch, het leven op straat is niet uit de ziel van Antwerpen verdwenen. Koud of warm, regen of geen regen, Antwerpenaars zitten met z'n allen graag op het terras. Horeca is deels de vervanger van de ambacht in de binnenstad geworden, bij voorkeur in een fijne, groene omgeving. Maar ook andere zaken leven (terug) op: initiatieven zoals daktuinen, het Seefbier en De Koninck leven op, waterkraantjes verspreiden zich over de stad en nieuwe parken worden aangelegd. De Oosterweelverbinding is anno 2021 geen louter infrastructuurproject. Het gaat hand in hand met de ontwikkeling van de Ringparken. Leefbaarheidsprojecten met als doel om bestaande en nieuwe wijken aan beide kanten van de Ring met meer groen en water, minder lawaai en schonere lucht te verbinden. Beleving staat centraal, en laat dat nu net iets zijn waar water krachtig aan kan bijdragen.

De nieuwe uitdagingen, het steeds grotere belang van beleving en de veranderende waarde van water zorgt voor een gewijzigde visie over water. Zo heeft Antwerpen een Waterplan, een Groenplan, een droogtestudie en een klimaatplan, die elk grote waarde hechten aan het terug inschakelen van het natuurlijke watersysteem. Dat houdt in dat de stad opnieuw als spons gaat werken, waarin niet enkel meer op artificiële ingrepen gerekend wordt voor een goede oplossing, maar waarin water vastgehouden wordt en het lokale watersysteem gaat voeden. Een robuust en meer natuurlijk systeem voor natte en droge periodes.

Bovendien verandert ook de visie over watergebruik sterk. Waar water vroeger overvloedig beschikbaar leek, werd het gebruikt en onmiddellijk snel weer afgevoerd. Intussen is waterhergebruik, waarbij deze transversale flux zoveel mogelijk wordt omgebogen tot een circulair watersysteem, gelukkig een basis voor het ontwerp van duurzame processen. Dit is het geval voor kleinschalige ingrepen (bijvoorbeeld in industrie of bij bemalingen), maar het geldt even goed op bovenlokale schaal. Op die manier is het watersysteem van de stad Antwerpen, dat vandaag transversaal is met de R1 bemalingspompen en het rioolsysteem als belangrijkste afvoerwegen, ook aan herdenken toe. Een stadswaternetwerk biedt belangrijke kansen om deze waterkringloop - de Antwerpse waterring - terug te sluiten.

De waterambacht, het nieuwe stadswaternetwerk

Het concept voor het nieuwe stadswaternetwerk biedt kansen om een deel van de historische ziel van Antwerpen, die bruiste rond de waterambachten, terug te doen herleven. Ook vandaag blijft water een sleutelement voor een leefbare binnenstad. Meer nog, toekomstig te verwachten ontwikkelingen zorgen ervoor dat die cruciale rol van water voor een duurzame groei en evolutie van de stad nog veel belangrijker wordt.

De historische ambachten uit de binnenstad zijn grotendeels verdwenen en vervangen. Hier en daar leven een aantal ervan wel weer op of worden ze verdergezet. Maar er kwamen ook nieuwe ambachten. Toerisme, diensten en beleving nemen een grote plaats in de binnenstad in. Bovendien voorzien de stadsdiensten haar bewoners en bezoekers van tal van voorzieningen, zoals groen, beleving, schaduwplekken, afvalophaling, stadsreiniging, zit- en speelplaatsen en openbare toiletten. Zorg dragen voor de stad is op die manier ook een volwaardige ambacht in de binnenstad geworden.

Daarom willen we voorstellen om het nieuwe stadswaternetwerk de naam 'Waterambacht' te geven. Het netwerk heeft als doel om zoet water opnieuw naar de stad te voeren in plaats van het te verbannen. Het bouwt op de historische waterfundamenten van de stad, maar integreert verworven inzichten in de kwetsbaarheid van artificiële systemen en in de nood aan circulariteit. Het illustreert de evolutie van Antwerpen, van ambacht naar beleving, van welvaart naar welzijn. De waterverbinding laat zich voeden door de artificiële waterafvoer waarop de stad gegroeid is, de waterpompen van de ring en de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) en is geïnspireerd door de Herentalse Vaart in zijn eenvoud en vanzelfsprekendheid. Een klein vaartje met grote allures, dat is wat de nieuwe waterverbinding wil zijn. Watertransport naar de stad opnieuw introduceren in evenwicht met watertransport uit de stad.

Dat transport wordt maximaal ingebed binnen de onder- en bovengrondse water, weg- en spoorweginfrastructuur die de bebouwde ruimte tussen de Spaanse omwalling en Brialmontomwalling heeft vormgegeven. De spoorweg die met een majestueuze bocht de stad binnendringt waarlangs het nieuwe Waterambacht water zal voeren. Een traject dat zich verder zet langs de zo eigen transportroutes van de stad, zoals relictten van de Herentalse Vaart en de Ruien. Het Waterambacht dat bereikbaar wordt vanuit antennes met royaal bemeten waterbuffers met elkaar verbonden via een ingenieus buizenstelsel, werkt zowel lokaal en globaal.

Dit is een netwerk in de stijl van Antwerpen, het brengt de ziel terug en blaast het stadsambacht nieuw leven in. Het voedt de stad en introduceert een nieuwe zekerheid in een klimaat van ondernemers, handelaars en betrokken maar ook bezorgde burgers. Het daagt nieuwe ontwikkelingen uit. De vergane glorie van de indrukwekkende blekerijen inspireert, de tintelende ongeduldigheid van microbrouwerijen, de expansie van parken en inversie van een stedelijke ruimte waar tuinstraten met indrukwekkende snelheid hun terrein terug opeisen. De tijd waarin we het water in de binnenstad weer voelen, waarin we opnieuw massaal voedsel kweken in het hart van Antwerpen en met trots naar de schoonheid van de Schelde kijken is heel dichtbij. Dat is water, hun water.

DOELSTELLINGEN VAN DE OPDRACHT EN KADERING VAN DIT RAPPORT

Na een meer algemene inleiding, die het verhaal van een mogelijk stadswaternetwerk plaatst in de geschiedenis, de huidige context en de toekomstige uitdagingen voor Antwerpen, wordt in dit hoofdstuk de link gemaakt met de inhoud van het bestek en de geformuleerde doelstellingen van de opdracht. Zoals eerder vermeld, is het doel van de opdracht om de haalbaarheid te onderzoeken van een waterverbinding tussen het Schijnpoort en de binnenstad om een groot deel van de kernstad, zijnde de stad begrensd door de ring, de Schelde en de haven, van stadswater te voorzien.

Hiertoe besteedde de stad Antwerpen een studie uit om deze haalbaarheid te onderzoeken. De term haalbaarheid dient daarbij te worden geïnterpreteerd als bestaande uit een technische haalbaarheid, een financiële haalbaarheid en een maatschappelijke haalbaarheid. In de opdracht wordt een onderscheid gemaakt tussen het project zelf en het studiegebied. Beiden zullen tot op een verschillend niveau worden uitgewerkt. Het project is de verbinding tussen de mogelijk waterbronnen ter hoogte van Schijnpoort (RWZI Deurne, wegwater en grondwaterbemaling van de R1 en waterloop het Schijn) en de omgeving van het Stadspark, inclusief de persleiding, de buffers, pompen, nodige zuiveringsinstallaties en alle aanhorigheden. Het studiegebied is de watervraag binnen de kernstad begrensd door de R1, de Schelde, het Eilandje en de geplande Oosterweelverbinding.

De opdracht bestaat uit verschillende onderdelen:

- een detailanalyse van vraag en aanbod. Deze analyse gebeurt voor het volledige studiegebied;
- het opstellen van een concept in co-creatie met de stakeholders. Dit concept geldt voor het volledige studiegebied;
- de opmaak van een schets- en voorontwerp. Het concept van het studiegebied wordt verder uitgewerkt tot het niveau schetsontwerp en voor het projectgebied tot het niveau voorontwerp;
- een analyse van de haalbaarheid.

Dit rapport beschrijft de resultaten van de eerste twee deelopdrachten, de detailanalyse van vraag en aanbod en het resultaat van het opstellen van een concept in co-creatie met de stakeholders.

Hoofdstuk 3 beschrijft de geïnventariseerde waterbronnen en watervragen, niet enkel volgens het huidige klimaat, maar ook volgens een laag klimaatscenario voor 2050 (Willems P. et al., 2015). Hierbij worden, waar relevant, ook te verwachten ontwikkelingen in andere domeinen meegenomen. De aannames die hiervoor aan de basis liggen, worden bij de beschrijving van de bronnen en de vragen telkens vermeld.

In Hoofdstuk 4 worden een aantal uitgangspunten geformuleerd die samen de visie rond het Stadswaternetwerk vorm geven. Deze uitgangspunten zijn ontstaan op basis van verworven inzichten tijdens de uitgevoerde detailanalyse, van gesprekken met de opdrachtgever tijdens de uitvoering van de opdracht en van de input tijdens de werksessie. Ze dragen op die manier ook de maatschappelijke wenselijkheid van het project in zich mee en geven vorm en inhoud aan het verhaal dat dit netwerk draagt (zie Hoofdstuk 1). In Hoofdstuk 5 gaan we aan de slag met de verzamelde gegevens uit de detailanalyse, de resultaten van de werksessie en de opgestelde visie. Het hoofdstuk beschrijft het concept voor het tracé van het stadswaternetwerk. Waar vandaag nog onvoldoende gegevens beschikbaar zijn om alternatieven tegenover elkaar af te kunnen wegen en keuzes te maken, worden deze alternatieven nog samen weergegeven.

Hoofdstuk 6 wijdt kort uit over de mogelijkheden om - naast het onderzochte centrale stadswaternetwerk - ook bijkomende andere netwerken te realiseren die meer noordelijke of zuidelijke delen van de binnenstad kunnen bedienen of extra muros watervragen invullen. Dit hoofdstuk heeft allesbehalve de ambitie om hier

volledig over te zijn, maar heeft eerder tot doel om de tijdens de opdracht verzamelde informatie niet verloren te laten gaan.

In Hoofdstuk 7 wordt het schetsontwerp gepresenteerd van de stadsverbinding. In de voorgaande hoofdstukken zijn verschillende scenario's beschouwd waarbij in het schetsontwerp een voorkeur wordt aangegeven voor de verdere uitwerking van het project. De onderdelen die hiervoor van belang zijn: het tracé, de leidingeigenschappen, het debiet en de hydraulische uitgangspunten.

3

DETAILANALYSE VAN VRAAG EN AANBOD

3.1 Waterbronnen

3.1.1 Waterkwantiteit

De detailanalyse van de waterkwantiteit voor de waterbronnen is gebaseerd op een arsenaal aan GIS-data, studies en databanken. Deze informatie werd beschikbaar gesteld door de stad of door stakeholders na het participatiemoment op 3 mei 2021. Afbeelding 3.1 visualiseert de ruimtelijke weergave van alle bestudeerde bronnen inclusief indicatie van waterkwaliteit en waterkwantiteit. Voor meer detail over de waterkwantiteit wordt verwezen naar de begeleidende Tabel 3.1. Zoals eerder vermeld wordt een onderscheid gemaakt tussen het huidige klimaat en een laag klimaatscenario voor 2050. Dit klimaatscenario, opgesteld door Willems P. et al. (2015), staat representatief voor een scenario met de laagste neerslaghoeveelheid tijdens de zomermaanden en is er bijgevolg vooral gericht om droogte te bestuderen. Het is een extreme weergave van de te verwachten toekomst. De werkelijke toekomst zal met 95 % zekerheid tussen het huidige klimaat en dit laag klimaatscenario liggen. Afhankelijk van de beschikbare data en/of methodiek omvat de tabel zowel gemiddelde dagwaarden als lage waarden (vb. 5-percentiel). De volgende paragrafen geven meer detail.

Tabel 3.1 Samenvattende tabel van waterkwantiteit (gemiddelde dagwaarden of lage waarden) voor iedere waterbron

Waterbron	Kwantiteit		
	Huidig klimaat [m³/dag]	Laag klimaatscenario / 2050 [m³/dag]	Tijdseenheid beschikbare data
RWZI Deurne	24.000	22.000	dag
RWZI Merksem	7.300	4.400	dag
het Schijn	17.000	8.500 ¹	kwartier
bemaling grondwater R1 pompstation 2	7.000	3.500	draaiuren
bemaling wegwater R1 pompstation 2	627	520	draaiuren
den Bell	380	380	dag
tunnels	57	29	jaar
tijdelijke bemalingen	3.000	750	jaar
hemelwater per wijk	324	232	uur

¹ Dit getal is gebaseerd op toekomstprojectie 2100 in plaats van 2050.

Afbeelding 3.1 Overzicht van de opgenomen waterbronnen in de detailanalyse



RWZI Deurne

Het 5-percentiel debiet voor de RWZI van Deurne bedraagt 37.000 m³/dag en is representatief voor het aanbod in een droge periode en een maat voor de afvalwaterproductie. Deze waarde is het gemiddelde 5-percentiel debiet bepaald voor de effluenttrekken van 2017 tot 2020 te vinden op Geoloket. In de droogtestudie werd de verhouding van dit 5-percentiel ten opzichte van het waterverbruik ingeschat op 162 %. Deze extra hoeveelheid bovenop het waterverbruik is wellicht het resultaat van parasitaire debieten en lozing van gewonnen grond- en oppervlaktewater op de riolering. De effectieve hoeveelheid DWA zonder dit teveel wordt op die manier gelijkgesteld aan 24.000 m³/dag voor het huidige klimaat. In kader van deze haalbaarheidsstudie gaan we er immers vanuit dat deze parasitaire debieten en lozing van gewonnen water op termijn niet meer in het rioolsysteem zullen terechtkomen en dus ook niet beschikbaar is voor het waternetwerk. Tot slot wordt voor de effectieve hoeveelheid DWA in een droge periode in de toekomst rekening gehouden met de prognoses in waterverbruik zoals opgenomen in de droogtestudie. Hier wordt uitgegaan van een afname van 1,50 % tot 2030 met daarna een stagnatie tot 2050. Ook een prognose van het inwonersaantal wordt meegenomen in de calculatie. Hier wordt uitgegaan van een toename van 0,55 % tot 2030 met daarna een stagnatie tot 2050 plus een extra inwonersaantal van 5.100 op basis van stadsprojecten¹ gelegen in het afvoergebied van de RWZI. Finaal wordt zo een 5-percentiel debiet voor 2050 bekomen van 22.000 m³/dag.

RWZI Merksem

Het 5-percentiel debiet voor de RWZI van Merksem bedraagt 7.300 m³/dag (Geoloket). In de droogtestudie werd de verhouding van dit 5-percentiel ten opzichte van het waterverbruik ingeschat op 170 %. De effectieve hoeveelheid DWA zonder dit teveel wordt op die manier gelijkgesteld aan 4.600 m³/dag voor het huidige klimaat. Het 5-percentiel debiet voor 2050 (rekening houdend met prognose waterverbruik en inwonersaantal²) bedraagt 4.400 m³/dag.

Het Schijn

Het beschikbaar debiet van het Schijn wordt ingeschat op basis van het meetstation in Wijnegem (Waterinfo), 4 km opwaarts van het pompstation van het Schijn. De eigenlijke debieten ter hoogte van het pompstation zullen als gevolg van de toenemende afvoerende oppervlakte iets groter zijn. De metingen gaan terug tot 1990. Op basis van de volledige dataset is bepaald dat het 5-percentiel debiet gelijk is aan 0,20 m³/s of 17.000 m³/dag. Toekomstvoorspellingen tonen echter aan dat het debiet aanzienlijk zal dalen door een sterke daling van de zomerneerslag en een toename in de verdamping. Volgens Willems P. (2015) kunnen tijdens droge zomers de laagste rivierdebieten met meer dan 50 % dalen in 2100. Dergelijke afname resulteert in een 5-percentiel debiet gelijk aan 0,10 m³/s of 8.500 m³/dag. Het Schijn zelf voedt echter het Albertkanaal en moet ook zelf een minimaal debiet kunnen waarborgen met het oog op waterkwaliteit voor het deel afwaarts van de pomp. Momenteel is dit stuk enkele honderden meter lang. Er wordt aan gedacht om in de toekomst een langer deel van dit afwaartse tracé terug open te leggen. De waterloopbeheerder VMM gaf daarom aan dat het Schijn enkel als bron kan aangewend worden in de winter. Omwille van deze reden is het Schijn aangeduid als tijdsafhankelijke bron in Afbeelding 3.1. Tot slot blijkt op basis van de beschikbare data de waterkwaliteit van het Schijn om dezelfde zuiveringsstappen te vragen als het effluentwater van het RWZI.

Permanente bemalingen

Bemaling Ring R1

Het overtollig grond- en regenwater van de ring wordt afgevangen door middel van drainagekoffers en afgevoerd met behulp van twee pompstations. Pompstation 1 bevindt zich ter hoogte van De Singel en bemaalt het zuidelijk deel van de ring van Schelde tot en met aansluiting met de E19 naar de Schelde. Pompstation 2, in Borgerhout, ten zuiden van de aansluiting met de E313 bemaalt het oostelijke deel van de Ring en voert af naar Lobroekdok. Met het oog op het hoofdtracé wordt in de eerste plaats gekeken naar de laatstgenoemde. Voor dit pompstation zijn draaiuren voor het jaar 2006 en de periode 1 april - 6 juni 2021 beschikbaar. Het bemaald debiet door de grondwatervijzels bedroeg in 2006 6.740 m³/dag. Op basis van het

¹ Stadsproject ter hoogte van Brilschans, Uitbreidingsstraat, Nieuw Zurenborg, Luisbekelaer, Nieuw Oost, Rodekruisplein en Ten Eekhovelle-Lakborslei.

² Stadsproject ter hoogte van Kap Groenendaal oostzijde.

grondwatermodel in werkpakket 2 van de droogtestudie werd een gemiddelde grondwateronttrekking van 7.600 m³/dag berekend. Op basis van de recente meetcampagne wordt een 5-percentieldebit berekend van 6.700 m³/dag. Deze waarde moet met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden gezien de reeks slechts uit 67 waarden bestaat. Richting 2050 wordt een halvering van dit debiet verondersteld als gevolg van droogte en de impact van de Oosterweelverbinding i.e. 3.500 m³/dag. Deze waarde is een zeer conservatieve aanname. De stad wil in de toekomst immers inzetten op een doorgedreven ontharding waardoor meer water in de ondergrond terecht zal komen. Bovendien wordt er in de toekomst veel water van buiten de ring naar het ringwatersysteem gebracht (bijvoorbeeld door afkoppeling van omliggende wijken).

Het bemaald debiet voor wegwater anderzijds, is neerslagafhankelijk. Zowel voor de meetcampagne in 2006 als de recent uitgevoerde campagne is het bemaald wegwaterdebit slechts beduidend voor de helft van de tijd. In de recente meetcampagne wordt een gemiddeld debiet van 627 m³/dag berekend op basis van de afvoerende oppervlakte, gevallen neerslag en een afstromingscoëfficiënt van 0,80. Dit debiet is louter indicatief te interpreteren en heeft een belangrijke tijdsafhankelijkheid. Met behulp van de neerslagreeksen van Willems P. et al. (2015) voor het gebied Schijn-Noord kan voor het laag klimaatscenario een gemiddeld debiet bepaald worden van 520 m³/dag.

Den Bell

De ondergrondse parking van het historisch gebouw den Bell wordt permanent bemaald. Dit bemalingswater is vandaag reeds onderwerp van het ontwerp van de verbinding tussen Den Bell en de Stadsparkvijver zodat deze laatste opnieuw van voldoende water kan worden voorzien. Er zijn gegevens beschikbaar over de periode van 2013 tot 2018. Het debiet bedraagt gemiddeld 16 m³/h of 380 m³/dag.

Tunnels Agentschap Wegen en Verkeer

Heel wat tunnels in Antwerpen worden continu bemaald. In het studiegebied zijn er zes zo'n tunnels gelegen: de Immerseel tunnel, de Blauwe Toren tunnel, de Van Eyck tunnel, de Gasthuis tunnel, de Bolivar tunnel en de Sint-Anne tunnel (deel rechteroever). De bemalingshoeveelheid van grond- en regenwater voor de Blauwe Toren tunnel, Van Eyck tunnel en Gasthuistunnel - samen ook de drie Leietunnels genoemd - bedraagt 25.000 m³/jaar. Er opereren twee pompen met elk een capaciteit van 136 m³/u. Rekening houdend met een gezamenlijk oppervlakte van 6.000 m², een neerslagtotaal van 790 mm (huidig klimaat) en 650 mm (laag klimaatscenario) en een afstromingscoëfficiënt van 0.90 wordt het hoeveelheid bemaald wegwater begroot op 4.300 m³ (huidig klimaat) en 3.500 m³ (laag klimaatscenario). Het totaal bemaald grondwater bedraagt zo 20.700 m³/jaar of 57 m³/dag voor het huidige klimaat. Voor het laag klimaatscenario wordt arbitrair een reductiefactor van 50 % in rekening gebracht als gevolg van de te verwachten dalende grondwatertafel in de toekomst. Finaal wordt een waarde van 10.350 m³/jaar of 29 m³/dag bekomen. Voor de Immerseel tunnel (85 m), de Bolivar tunnel (450 m) en Sint-Anne tunnel (deel rechteroever - 220 m) zijn geen specifieke pompcapaciteiten bekend. Er wordt een zelfde waarde aangenomen als voor de drie Leietunnels.

Tijdelijke bemalingen

De tijdelijke bemalingen in het studiegebied werden geëxtraheerd uit DOV. Deze jaarlijkse vergunde debieten zijn doorgaans een stuk hoger dan de onttrokken debieten. Om dit verschil in rekening te brengen, kan gebruikgemaakt worden van de verhouding vergunde en werkelijk onttrokken debieten volgens de inventarisatie van het VGM-CVS Noord (Uitdewilligen et al. (2005)) of kan een reductiefactor van 35 % worden toegepast. Dit cijfer is afkomstig van de droogtestudie van de Stad en bepaald op basis van een grondwatermodel (IMDC, 2019). Op basis van deze gegevens worden de tijdelijke bemalingen anno 2020 ingeschat op grootteorde 3.000 m³/dag in het studiegebied. Uitgaande van een doorgedreven bemalingsbeleid is deze hoeveelheid niet representatief voor de toekomst. De stad streeft eerst en vooral naar het zoveel mogelijk vermijden van bemalingen door gebruik te maken van damwanden en slimme sturing, daarnaast wordt ingezet op retourbemaling waardoor pas in de laatste stap wordt gekeken naar hergebruik. Om deze reden wordt een reductiefactor van 75 % toegepast en wordt de bemalingshoeveelheid in de toekomst ingeschat op 750 m³/dag.

Hemelwater

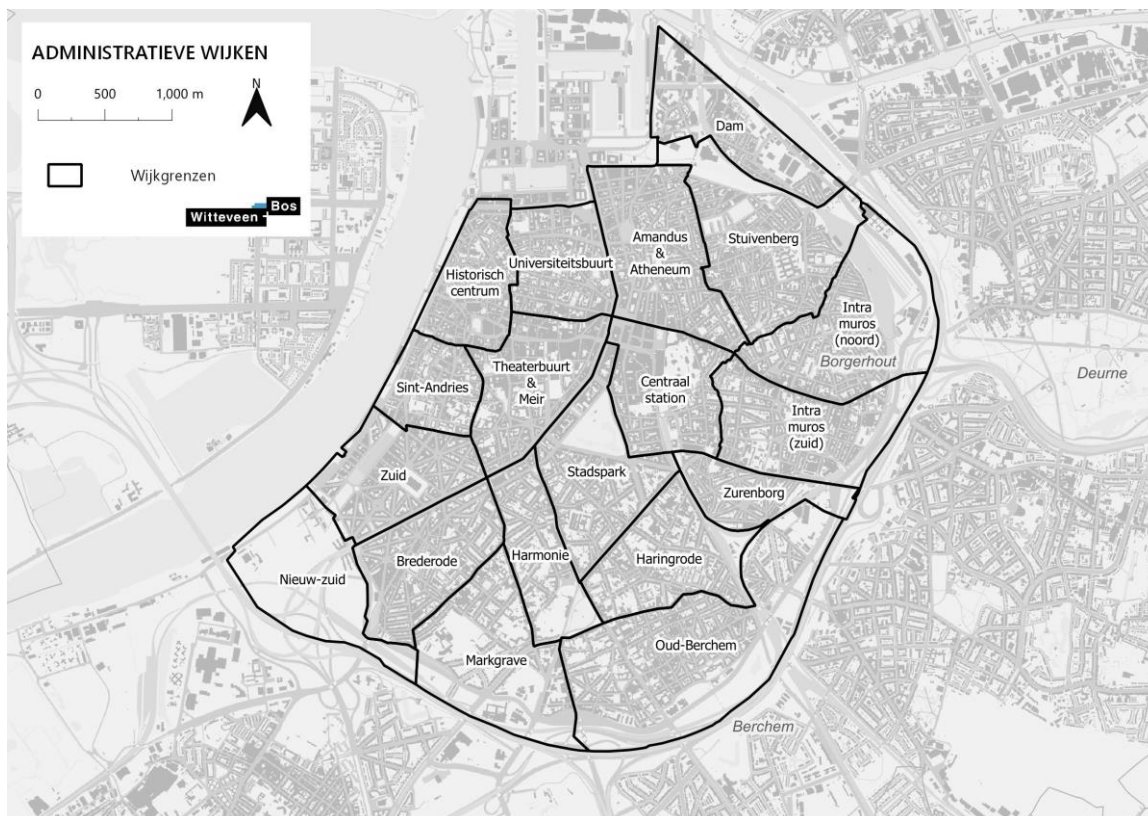
Voor de inzet van hemelwater kan onderscheid gemaakt worden tussen dakoppervlaktes (op basis van gebouwen) en straatoppervlaktes. Voor elke administratieve wijk in het studiegebied werden deze

oppervlaktes bepaald op basis van het Grootschalig Referentiebestand. Zoals vermeld in de inleiding van deze sectie, worden hier de neerslagreeksen van Willems P. et al. (2015) gebruikt voor het gebied Schijn-Noord. Voor iedere maand in de dataset wordt het neerslagtotaal berekend. Vervolgens wordt de continue mogelijke aanvoer per maand ingeschat als het 5-percentiel van deze neerslagtotaal, waarna het gemiddelde van deze 5-percentielwaarden gebruikt wordt om de potentiële hemelwateropvang te berekenen. Er wordt dus verondersteld dat deze neerslaghoeveelheden kunnen opgevangen en gebufferd worden. Conform de droogtestudie wordt ook rekening gehouden met een interceptie en verdamping op de verharde oppervlaktes van 10 %. Voor het huidige klimaat wordt zo een effectieve neerslag van 18 mm/maand bekomen. Voor het laag klimaatscenario bedraagt de effectieve neerslag 13 mm/maand. In totaal wordt zo een gemiddelde recuperatie berekend worden van 9.857 m³/maand voor het huidige klimaat en 7.057 m³/maand voor de toekomstige situatie. Tabel 3.2 vat de potentiële hemelwateropvang per administratieve wijk samen. Een overzichtskaart met de ligging van deze wijken is gegeven in Afbeelding 3.2. Om vergelijking mogelijk te maken is in Tabel 3.1 gekozen om de waarden uit te drukken in m³/dag. Net zoals ook bij de berekening van het bemaald wegwater is het echter belangrijk om de onderliggende tijdsafhankelijkheid in gedachten te houden.

Tabel 3.2 Potentieel hemelwateropvang per wijk berekend op basis van het gemiddelde van de 5-percentielwaarden per maand

Wijk	Huidig klimaat [m ³ /maand]		Laag klimaatscenario [m ³ /maand]	
	Daken	Straten	Daken	Straten
Amandus & Atheneum	9.856	5.168	7.056	3.700
Brederode	6.748	4.142	4.831	2.965
Centraal Station	6.569	2.541	4.703	1.819
Dam	5.050	3.070	3.615	2.198
Haringrode	6.005	2.465	4.299	1.765
Harmonie	3.896	2.606	2.789	1.865
Historisch centrum	5.587	3.210	4.000	2.298
Markgrave	5.403	4.065	3.868	2.910
Nieuw-Zuid	806	1.938	577	1.387
Sint-Andries	3.736	1.949	2.674	1.395
Stadspark	6.216	3.635	4.450	2.602
Stuivenberg	9.020	4.366	6.457	3.126
Theaterbuurt & Meir	7.580	3.651	5.427	2.614
Universiteitsbuurt	5.751	2.922	4.117	2.092
Zuid	5.388	5.017	3.857	3.592
Zurenborg	2.957	2.448	2.117	1.753
Oud-Berchem	10.575	9.614	7.571	6.883
Intra muros Noord	6.879	4.812	4.924	3.445
Intra muros Zuid	7.028	4.610	5.032	3.301
Gemiddeld	6.055	3.801	4.335	2.722

Afbeelding 3.2 Ligging van de administratieve wijken in het studiegebied



Andere

Uit het participatiemoment zijn er nog een aantal mogelijke bronnen voortgevloeid. De kwantiteit is vaak echter verwaarloosbaar of niet te achterhalen. Enkele voorbeelden:

- de bemaling van de premetro kokers met vermoedelijk enkel lekdebieten;
- de bemaling van het Centraal Station met vermoedelijk enkel een lekdebiet.

3.1.2 Waterkwaliteit

In Tabel 3.3 worden de beschikbare waterkwaliteitsmetingen voor de verschillende bronnen opgesomd. Data voor RWZI Deurne, RWZI Merksem en het Schijn zijn gebaseerd op de analyseresultaten van 2020 te vinden op Geoloket. Ze omvatten respectievelijk 34, 24 en 12 staalnames. Puntmetingen voor deze waterbronnen evenals de data voor Den Bell zijn afkomstig uit de studie die werd uitgevoerd in 2019 met betrekking tot de inrichting van de Stadsparkvijver (Arcadis, 2019). Daar waar beide voorhanden zijn, wordt enkel de Geoloket informatie getoond. De kwaliteitgegevens voor het bemalingswater van pompstation 2 zijn gebaseerd op schepmonsters die werden genomen in opdracht van Aquafin in 2020 tijdens droogweer. Tabel 3.3 maakt duidelijk dat sommige gegevens niet voorhanden zijn. Uitzondering hierop zijn de zware metalen. Deze worden meestal wel gemeten maar zijn te talrijk om hier allemaal te vermelden. Bij afwijkingen worden ze wel meegenomen in de conclusies hieronder. De interpretatie van de waterkwaliteit hangt vast aan het gebruikt referentiekader. Gezien de waterbronnen in dit hoofdstuk nog niet expliciet worden gelinkt met een gegeven watervraag, wordt de waterkwaliteit van de RWZI's en het Schijn ter indicatie getoetst aan de milieukwaliteitsnorm voor oppervlaktewater van het type grote rivier en grote beek Kempen respectievelijk¹ (VLAREM II Bijlage 2.3.1). Het bemalingswater wordt getoetst aan de milieukwaliteitsnorm voor het grondwaterlichaam Centrale Zanden van de Kempen (VLAREM II Bijlage 2.4.1). Het corrosief of scalend² karakter van water wordt gebaseerd op de Langelier Saturation Index en Ryznar Stability Index. In Hoofdstuk

¹ Conform de karakterisering van de desbetreffende waterlopen (i.e. Albertkanaal en het Schijn) op Geoloket.

² De eigenschap scalend duidt op het risico op zoutafzetting wanneer het water door membranen of buizen wordt geleid.

5.2 Knelpuntanalyse en waterbalans wordt dit verder uitgediept en in het licht gesteld van de beoogde gebruikstoepassingen.

RWZI Deurne/Merksem

- de hoeveelheid nutriënten, met name het totale fosfor- en stikstofgehalte, overschrijden de milieukwaliteitsnorm en kunnen dus vermoedelijk een eutrofiëringsrisico inhouden;
- de concentraties zware metalen overschrijden de milieukwaliteitsnorm niet met uitzondering van het zinkgehalte. De concentratie voor RWZI Deurne bedraagt het dubbele van de norm nl. 0,04 mg/l;
- het nitraatgehalte overschrijdt de milieukwaliteitsnorm voor RWZI Deurne;
- de geleidbaarheid van het effluent van RWZI Deurne overschrijdt de milieukwaliteitsnorm. Hierbij dient vermeld te worden dat deze bevinding gebaseerd is op één staal. Zowel het chloridegehalte (op basis van meerdere staalnames) als het sulfaatgehalte (op basis van één staalname) - beide een indicator voor de geleidbaarheid - overschrijden de norm niet. Dit duidt op een mogelijke sterke fluctuatie wat betreft geleidbaarheid en aldus een mogelijke overschrijding van de norm in bijvoorbeeld een droge periode of een periode waar veel strooizouten wordt gebruikt;
- het corrosief/scalend karakter wordt niet als problematisch ingeschat.

Het Schijn

- het totale fosforgehalte overschrijdt de milieukwaliteitsnorm en kan dus vermoedelijk een eutrofiëringsrisico inhouden;
- de concentraties zware metalen overschrijden de milieukwaliteitsnorm niet;
- zowel het chloridegehalte als de geleidbaarheid overschrijden de milieukwaliteitsnorm en duiden aldus op een verhoogd zoutgehalte;
- het corrosief/scalend karakter wordt niet als problematisch ingeschat.

Pompstation 2 Ring R1 grondwater

- de sulfaatconcentratie overschrijdt de milieukwaliteitsnorm. Dit blijkt echter eigen te zijn aan het grondwater in de regio;
- de concentratie aan minerale olie overschrijdt de milieukwaliteitsnorm als gevolg van de afstroming van de ring;
- bij regenweer een (licht) te hoog nitrietgehalte in vergelijking met de milieukwaliteitsnorm (niet vermeld in Tabel 3.3);
- er dient vermeld te worden dat de stalen niet op alles werd getoetst zoals fenolen, boor, mangaan, arseen, cyanide etc.

Pompstation 2 Ring R1 wegwater

- de concentratie aan minerale olie overschrijdt de milieukwaliteitsnorm als gevolg van de afstroming van de ring;
- een te hoog gehalte aan nikkel als gevolg van de afstroming van de ring;
- er dient vermeld te worden dat de stalen niet op alles werd getoetst zoals fenolen, boor, mangaan, arseen, cyanide etc.

Den Bell

- het ijzergehalte is verdacht laag. Typisch ligt deze concentratie voor bemalingswater hoger;
- bovenstaande conclusies dienen met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd te worden gezien maar één analyse voorhanden is.

Hemelwater

In afwezigheid van metingen worden enkele algemene uitspraken gedaan. Op vlak van waterkwaliteit wordt opnieuw onderscheid gemaakt tussen het hemelwater afkomstig van dakoppervlaktes en van straatoppervlaktes. De waterkwaliteit van de eerstgenoemde laat een brede inzetbaarheid toe. Voor straatoppervlaktes is het echter geweten dat de waterkwaliteit onder invloed van verkeer en gebruik ondermaats kan zijn. Water afkomstig van verharde oppervlaktes kunnen mogelijk verontreinigd zijn met koolwaterstoffen (olievervuiling, PAK's) en vaste stoffen. Het aansluiten van grote verharde wegoppervlaktes kan ook aanleiding geven tot de aanvoer van metalen. Dit kan aanleiding geven tot verzilting van en slibvorming in het water. Om die reden is het dan ook de bedoeling van Stad Antwerpen om wegwater

zoveel als mogelijk het grondwater te laten aanvullen. Dit kan rechtstreeks via waterdoorlatende verharding of onrechtstreeks via infiltratie in infiltratiebuizen en/of - zones.

Tabel 3.3 Waterkwaliteitsgegevens voor de verschillende waterbronnen. Gem, 90 p en punt staan respectievelijk voor een gemiddelde waarde over meerdere metingen, het 90-percentiel over meerdere metingen en een puntmeting. Wanneer de kolom zowel gemiddelde waarden als puntmetingen omvat, is de laatste te onderscheiden door een onderlijning

		RWZI Deurne		RWZI Merksem		Het Schijn		Pompstation 2 R1 grondwater	Pompstation 2 R1 wegwater	Den Bell
	eenheid	punt/gem	90 p	punt/gem	90 p	punt/gem	90 p	punt	punt	punt
	Aanwezigheid van stoffen die resulteren in biologische ontwikkeling									
CZV	mg/l	30	39	28	39	21	25,5	<10	13	
BZV	mg/l	3	4,3	3,3	6,5			<3	< 3	
Nt	mg/l	7,9	11,2	4,9	7,9	3,9	4,8	<1,2		
NH ₄ -N	mg/l	0,38	1,0	0,64	1,5	0,59	1,1	0,5	0,1	0,85
NO ₃ -N	mg/l	6,2	8,4	3,31	5,54	2,8	3,4			
Pt	mg/l	0,49	0,75	0,32	0,52	0,46	0,81	0,2	< 0,2	0,57
PO ₄ -P	mg/l	0,21	0,51	0,10	0,23	0,22	0,37		< 0,1	0,061
	Aanwezigheid van stoffen met mogelijke toxiciteit									
zware metalen	mg/l									
NO ₂ -N	mg/l	0,03	0,08	0,14	0,28	0,17	0,27	< 0,02	< 0,02	< 0,02
minerale olie	mg/l							<0,05	0,12	
	Aanleiding tot afzettingen/verstoppingen, corrosief of sclend karakter									
Fe	mg/l	<u>0,062</u>				124	177	4,8	0,908	< 0,05
Mn	mg/l	<u>0,037</u>				53	93			0,2
pH	-	<u>7,30</u>				7,6	7,7			7,43
Langelier Saturation Index	-	<u>-0,34</u>				<u>0,079</u>				0,83
Ryznar Stability Index	-	<u>8</u>				<u>7,3</u>				5,8
chloride	mg/l	104	129	129	178	96	139	77	54	130
sulfaat	mg/l	<u>110</u>				74	86	290	164	190
geleidbaarheid (20°)	µS/cm	<u>1550</u>				758	910			992
zwevende stoffen	mg/l	7,35	14,40	89	127	6,9	15,6	32	94	
	Risico biologische besmetting									
Coliformen	kve/100 ml	<u>> 100</u>				<u>> 100</u>				64

3.2 Watervraag

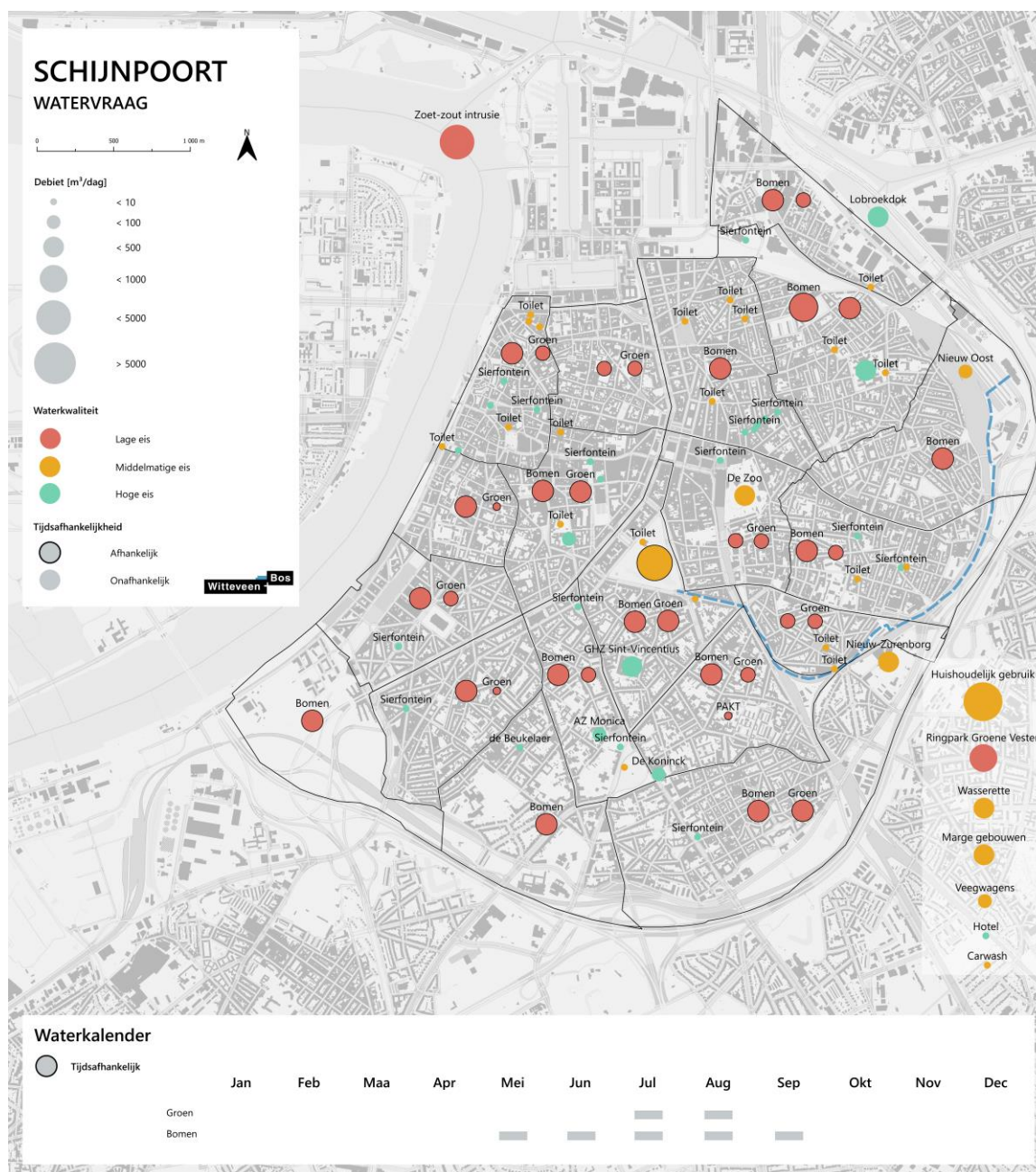
De detailanalyse van de watervragen is gebaseerd op een arsenaal aan GIS-data, studies en databanken. Deze informatie werd beschikbaar gesteld door de stad of door stakeholders na het participatiemoment op

3 mei 2021. Afbeelding 3.3 visualiseert de ruimtelijke weergave van alle bestudeerde watervragen inclusief indicatie van waterkwaliteit en waterkwantiteit. Voor meer detail wordt verwezen naar de begeleidende tabel (Tabel 3.4). Waterkwaliteit wordt aangeduid met behulp van drie klassen: een lage eis, een middelmatige eis en een hoge eis. Een lage eis komt over het algemeen overeen met stadswater dat wordt geïnfiltreerd in kader van groenbevoeiing. Een middelmatige eis staat representatief voor stadswater gelinkt aan een menselijke handeling. Hier kan onderscheid gemaakt worden tussen een sproeiapplicatie (sproeien tuin, carwash, veegwagens, etc.) en een niet-sproeiapplicatie (toiletten, wasserettes, etc.). Een hoge eis houdt ten slotte veelal stadswater in waar menselijke inname niet onvermijdelijk is (fonteinen, Lobroekdok, ziekenhuis, etc.).

Tabel 3.4 Samenvattende tabel van waterkwantiteit en waterkwaliteit voor de watervragers in het studiegebied

Watervraag	Kwantiteit			Kwaliteit
	Huidig klimaat [m ³ /dag]	Laag klimaatscenario / 2050 [m ³ /dag]	Tijdseenheid beschikbare data	Eis
stadsgroen	0	1.300	-	laag
stadsbomen	2	4.800	-	laag
stadsparkvijver	2.400	2.400	-	middelmatig
sierfonteinen	0,80	0,80	jaar	hoog
veegwagens	50	50	-	middelmatig
stedelijke toiletten	0,10	0,10	jaar	middelmatig
lobroekdok	0	450	-	hoog
ringpark Groene Vesten	0	950	-	laag
spoorpark	onbekend	onbekend	onbekend	laag
zoet-zout intrusie	0	2.700	-	laag/middelmatig
huishoudelijk gebruik	632.000	594.000	jaar	middelmatig
Nieuw-Zurenborg	120	120	dag	middelmatig
Nieuw Oost	30	30	dag	middelmatig
marge gebouwen	0	200	dag	middelmatig
de zoo	220	140	jaar	middelmatig
ziekenhuis	65 à 100	65 à 100	jaar	laag/middelmatig/hoog
wasserette	50 à 200	-	-	middelmatig
carwash	1 à 8	1 à 8	-	middelmatig
hotel	7	-	-	hoog
De Koninck	50	-	-	hoog
De Beukelaar	5	-	jaar	hoog
bassin van de Ruien	ongekend	ongekend	ongekend	ongekend

Abbeelding 3.3 Overzicht van de opgenomen watervragen in de detailanalyse



3.2.1 Publieke watervragen

Stadsgroen

De watervraag voor stadsgroen vandaag de dag is niet exact gekend en wordt als klein ingeschat (mondelinge informatie vanuit werksessie). Voor de inschatting van de watervraag voor stadsgroen in de toekomst wordt net zoals in de droogtestudie uitgegaan van een bevloeiing gedurende twee zomermaanden en een verdamping van 3 mm (geldend voor een gemiddelde luchttemperatuur van 15 à 20 °C) (IMDC, 2019). De totale oppervlakte dat in rekening wordt gebracht per wijk, wordt begroot op basis van de groeninventarisatie van de Stad. Alle soorten bermen, hagen, grasvlaktes en (moest)tuinen zijn in acht genomen. Voor het volledige studiegebied bedraagt de oppervlakte 428.000 m² wat de watervraag brengt op 1.300 m³/dag. Tabel 3.5 geeft het overzicht per wijk. De hoeveelheden zijn te interpreteren als maximale

waarden. Er is geen rekening gehouden met standplaats (zon - halfschaduw - schaduw), droogtegevoeligheid en praktische overwegingen.

De vereiste waterkwaliteit wordt als laag ingeschat. Een overmaat aan nutriënten is op zich geen probleem maar het risico op overwoekering van stikstof minnende soorten (zoals brandnetel, bramen, etc.) is dan wel reëel. Irrigatiewater mag evenmin te zout zijn. Algemeen wordt een richtwaarde van 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ voor de geleidbaarheid gehanteerd. Planten en grassen kunnen redelijk wat gevaarlijke stoffen en metalen verdragen/opnemen. Evenwel is voorzichtigheid gebaat bij gebruik van het maaisel gezien deze stoffen voornamelijk accumuleren in de groene delen. Roestneerslag als gevolg van een overmaat ijzer is uiteraard visueel niet gewenst. Naast deze kwalitatieve beschrijving kan men zich ook baseren op de milieukwaliteitsnormen voor grondwater (VLAREM II, Artikel 2.4.1).

Stadsbomen

Nieuwe aangeplante bomen worden in de Stad Antwerpen gedurende de eerste twee seizoenen na het aanplanten bevoeid (IMDC, 2019). Dit gebeurt in de periode van mei tot en met september. De jonge bomen krijgen wekelijks water. Per beurt wordt gemiddeld 80 l water gegeven. Hiervoor wordt reeds gebruik gemaakt van alternatieve waterbronnen zoals het bufferbekken van het stedelijk servicecenter aan de Neerlandweg te Wilrijk, het Albertkanaal ter hoogte van het centrum 'Dokske' te Merksem of effluentwater van een aantal RWZI's. De droogtestudie begroot het totaal voor de stad Antwerpen op 800 m³ per jaar gedurende de maanden mei tot en met september.

De bomen uit de groeninventarisatie van de Stad worden getypeerd op basis van hun gevoeligheid voor droogte. Net zoals in de droogtestudie wordt hiertoe gebruik gemaakt van het onderzoek van Niinemets en Valladares (2006). Voor de toekomstige watergift wordt rekening gehouden met bomen uit tolerantieklasse 1, 2 en 3. In het studiegebied zijn er geen bomen met droogtetolerantie klasse 1 (tolerant voor enkele dagen droogte), 6.053 bomen met droogtetolerantie klasse 2 (tolerant voor enkele weken droogte) en 6.700 bomen met droogtetolerantie klasse 3 (tolerant voor één maand droogte).

Om de watervraag te bepalen wordt gebruik gemaakt van het Technisch Vademecum Bomen van Agentschap Natuur en Bos. Er wordt een vochtbalans op gesteld waarin alle inkomende en uitgaande waterstromen van de standplaats en de boom gekwantificeerd worden. Rekening houdend met een kruindiameter van 10 m bedraagt de oppervlakte waarover verdamping dient te worden gecompenseerd 78 m² kruinprojectie per boom (zoals ook aangenomen in de droogtestudie). Volgens het technisch vademecum bomen van Agentschap Natuur en Bos geldt een vochtbehoefte van 800 l/m² voor een solitaire boom in een stedelijke context per groeiseizoen, of dus in dit voorbeeld, $800 \text{ l/m}^2 * 78 \text{ m}^2 = 63 \text{ m}^3$. Aangenomen dat het groeiseizoen loopt van mei tot en met september bedraagt het neerslagtotaal voor deze periode in het laag klimaatscenario 239 mm. Rekening houdend met een gemiddelde standplaatsgrootte van 10 m² telt de aanvoer van infiltratie $0,239 \text{ m}^3/\text{m}^2 * 10 \text{ m}^2 = 2,4 \text{ m}^3$ en het vochtleverend vermogen van een zandleembodem $0,270 \text{ m}^3/\text{m}^2 * 10 \text{ m}^2 = 2,7 \text{ m}^3$. De resterende vochtbehoefte van de boom bedraagt zo 58 m³ per groeiseizoen.

De totale watervraag voor alle bomen met droogtetolerantie klasse 2 en 3 in het studiegebied wordt zo begroot op 4.800 m³/dag. Tabel 3.5 geeft het overzicht per administratieve wijk. De hoeveelheden zijn te interpreteren als maximale waarden. Er is geen rekening gehouden met standplaats (zon - halfschaduw - schaduw) en praktische overwegingen.

De vereiste waterkwaliteit wordt als laag ingeschat. Een overmaat aan nutriënten is op zich geen probleem. Irrigatiewater mag echter niet te zout zijn. Algemeen wordt een richtwaarde van 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ voor de geleidbaarheid gehanteerd. Verder kunnen bomen redelijk wat gevaarlijke stoffen en metalen verdragen/opnemen. Evenwel is voorzichtigheid gebaat bij oogst van deze bomen. Roestneerslag als gevolg van een overmaat aan ijzer is uiteraard visueel niet gewenst. Naast deze kwalitatieve beschrijving kan men zich ook baseren op de milieukwaliteitsnormen voor grondwater (VLAREM II, Artikel 2.4.1).

Tabel 3.5 Watervraag voor stadsgroen en bomen in m³/dag

Wijk	Stadsgroen [m³/dag]	Bomen [m³/dag]
Amandus & Atheneum	0	302
Brederode	3	279
Centraal Station	73	95
Dam	27	199
Haringrode	54	215
Harmonie	43	194
Historisch centrum	32	160
Markgrave	0	180
Nieuw-Zuid	0	286
Sint-Andries	10	230
Stadspark	131	255
Stuivenberg	233	588
Theaterbuurt & Meir	232	239
Universiteitsbuurt	28	80
Zuid	35	454
Zurenborg	47	94
Oud-Berchem	182	357
Intra muros Noord	0	380
Intra muros Zuid	30	217
Totaal	1.300	4.800

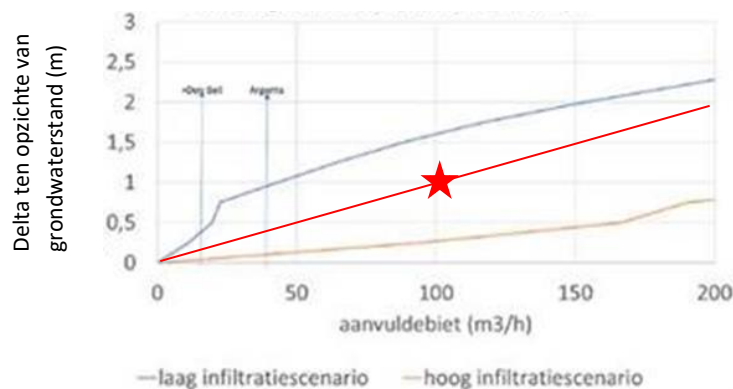
Stadsparkvijver

De Stadsparkvijver is vandaag onderwerp van twee opdrachten. Er is de ontwerpopdracht voor de verbinding van de bemaling van het kantoorgebouw den Bell en de Stadsparkvijver (Arcadis) en de inrichtingsstudie van het Stadspark (OMGEVING en HydroScan). Voor de inrichting werden twee uitgangspunten in acht genomen. Enerzijds dat er steeds voldoende water in de vijver aanwezig moet zijn omwille van het historisch karakter, recreatie, aanwezigheid van vissen etc. Anderzijds dat de vijver ook een schommelend waterpeil moet kennen zodat hij kan ingeschakeld worden als infiltratiebekken voor de omliggende straten. Als resultaat werd een minimaal niveau van 2,7 m TAW vooropgesteld en normale schommelingen tussen 2,7 en 3,5 m TAW. Uit de opdracht van OMGEVING en HydroScan komt een figuur met de hoeveelheid water die nog nodig is, bijkomend op het bemalingswater van den Bell, om zonder afdichting toch bepaalde waterstanden in de Stadsparkvijver te krijgen (Afbeelding 3.4). Er wordt een onderscheid gemaakt tussen een hoog en laag infiltratiescenario; de waarheid ligt vermoedelijk ergens tussen beide in (rode lijn). In deze studie wordt daarom uitgegaan van een aanvuldebiet van 100 m³/h of 2.400 m³/dag. Dit leidt tot een peilstijging van 1,00 m of een grondwaterpeil - conform de uitgangspunten - tussen 2,75 m TAW en 3,25 m TAW. Na de aansluiting van het debiet van den Bell wordt dit gegeven geverifieerd door opvolging van het waterpeil. De te behalen peilen worden nog verder uitgewerkt binnen de opdracht van Omgeving.

Op vlak van waterkwaliteit zijn voor vijverwater verschillende zaken van belang. Belangrijke mineralen die in vijverwater opgelost moeten zitten zijn calcium en magnesium. Mineralen vormen het transportmiddel voor CO₂ in de vijver en zijn voedingszouten voor de aerobe planten. Ook de zuurtegraad heeft een grote invloed op een goede groei en gezondheid van de planten en vissen in de vijver. Zowel ammoniak als nitriet zijn nefast voor de gezondheid van de fauna in de vijver. Een te veel aan nutriënten leidt onvermijdelijk tot eutrofiëring. Bij voldoende doorstroming stelt het probleem zich minder door de extra toevoer van zuurstof,

al is enige voorzichtigheid nog steeds aangewezen. Naast deze kwantitatieve beschrijving kan men zich ook baseren op de milieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewater met bestemming viswater (VLAREM II, Bijlage 2.3.4).

Afbeelding 3.4 Benodigd aanvuldebiet om x m waterhoogte boven het grondwaterpeil te realiseren zonder afdichting van de Stadsparkvijver. In het hoog infiltratiescenario (blauw) werd gerekend met de infiltratiecapaciteiten die werden gemeten in kader van de studie van Arcadis (2019). In het laag infiltratiescenario (oranje) is de infiltratiecapaciteit ingeschat op basis van een waterbalans in de periode met een retourbemaling van Argenta. Het grondwaterpeil werd gefluctueerd tussen 1,75 m TAW en 2,25 m TAW. De rode lijn heeft het uitgangspunt in deze studie aan.



Sierfonteinen

Volgens de droogtestudie bedraagt de watervraag voor de sierfonteinen in de stad 14.000 m³/jaar. Wetende dat er 47 fonteinen in Antwerpen zijn, wordt een pragmatische schatting bekomen van 300 m³/jaar of 0,80 m³/dag per fontein. Aangezien geen informatie beschikbaar was over de verdeling van gebruik doorheen het jaar, is er van een constant verbruik uitgegaan. Gezien de beperkte watervraag van fonteinen tegenover verschillende andere watervragen, heeft een verkeerde veronderstelling voor dit uitgangspunt zo goed als geen impact op de uiteindelijke resultaten. Er zijn geen formele vereisten bekend wat betreft waterkwaliteit. AG Vespa liet op de workshop weten dat de beheerders een 'visuele kwaliteit' nastreven en dat er regelmatig wordt gewerkt met chloortabletten. Zwemwaterkwaliteit wordt enkel beoogd voor de fonteinen van Park Spoor Noord.

Veegwagens

Vandaag zijn er verschillende antennelocaties van waaruit de veegwagens opereren. In de toekomst zullen deze vervangen worden door twee technische clusters, één in het noorden van de stad en één in het zuiden van de stad. In de haalbaarheidsstudie regenwaterrecuperatie Zuiderdokken van IMDC (2018) wordt melding gemaakt van een globaal gebruik van 13 m³/dag. Er wordt een buffer voorzien met een volume van 60 m³ voor Scheldewater en/of hemelwater. Het volume laat toe om in grootteorde een werkweek te overbruggen. De technische cluster zuid (TCZ) zal zich bevinden nabij Kielsbroek bij de RWZI van Antwerpen-Zuid. Momenteel wordt gekeken naar recuperatie van hemelwater via het dak van het gebouw. Het geheel is niet 100 % zelfvoorzienend en bovendien is regenwater geen betrouwbare bron bij droogte. In het vervolg van deze studie wordt de informatie van technische cluster Zuid geëxtrapoleerd voor de volledige stad en wordt de watervraag pragmatisch gelijkgesteld aan 50 m³/dag. Wat betreft de gewenste kwaliteit van het water voor het wassen en het vullen van de veegwagens volstaat geurloos en kleurloos water. Zo is roestneerslag als gevolg van een overmaat aan ijzer niet gewenst. Ook het gehalte aan vaste stoffen mag niet te hoog zijn. Het water wordt namelijk door sproeikoppen op de weg gespoten om geen stof te creëren tijdens het vegen. Afhankelijk van de diameters van de sproeikoppen kan een eis gedefinieerd worden op vlak van het gehalte bacteriën (circa 0,45 µm) of slibvlokken (circa 20 - 500 µm). Tot slot is er ook een kans op inademen van aerosolen bij het sproeien. Daarom is het van belang dat er geen prioritaire stoffen in het water aanwezig zijn.

Stedelijke toiletten

Om de watervraag van de stedelijke toiletten te bepalen in het studiegebied is gebruik gemaakt van twee gegevens. Enerzijds is er de melding van 10.000 m³ per jaar in de droogtestudie voor alle openbare toiletten in Antwerpen. Anderzijds werd door de Stad een GIS-laag ter beschikking gesteld met aanduiding van de locaties. Op basis hiervan is een waterverbruik berekend van 0,10 m³/dag per toilet. Het studiegebied telt 23 eenheden. Wat betreft de gewenste kwaliteit van het water wordt gestreefd naar geurloos en kleurloos water. Zo is roestneerslag als gevolg van een overmaat aan ijzer niet gewenst.

Lobroekdok

Voor het zwemdok aan Lobroekdok bedraagt de watervraag 5 l/s of 430 m³/dag. Deze waarde is afgeleid in een lopend ontwerp dus kan met andere woorden nog onderhevig zijn aan wijzigingen. De na te streven waterkwaliteit is bepaald in VLAREM II Artikel 2.3.3.1., de milieukwaliteitsnorm voor zwemwater.

Ringpark Groene Vesten

Voor Ringpark Groene Vesten wordt uitgegaan van een watervraag van 11 l/s of 950 m³/dag. Deze waarde telt enkel voor de berekening van de ecologische gebieden. Buiten deze gebieden zou gebruik gemaakt worden van droogte robuuste vegetatie. Er wordt hiervoor mogelijks een stadswaterleiding voorzien. Net zoals bij Lobroekdok is deze waarde afgeleid in een lopend ontwerp en kan deze met andere woorden nog onderhevig zijn aan wijzigingen. De vereiste waterkwaliteit wordt als laag ingeschat. Aandachtspunten zijn gelijkaardig aan deze beschreven bij stadsgroen en -bomen. In deze opdracht wordt enkel rekening gehouden met de watervraag van het Ringpark zelf. De stadswaterleiding zou echter ook aan een deel van de watervraag in de omgeving buiten het studiegebied, kunnen voldoen. Voorbeelden zijn de groengebieden in en rond Middelheim of den Brandt, de Wilrijkse pleinen...

Spoorpark

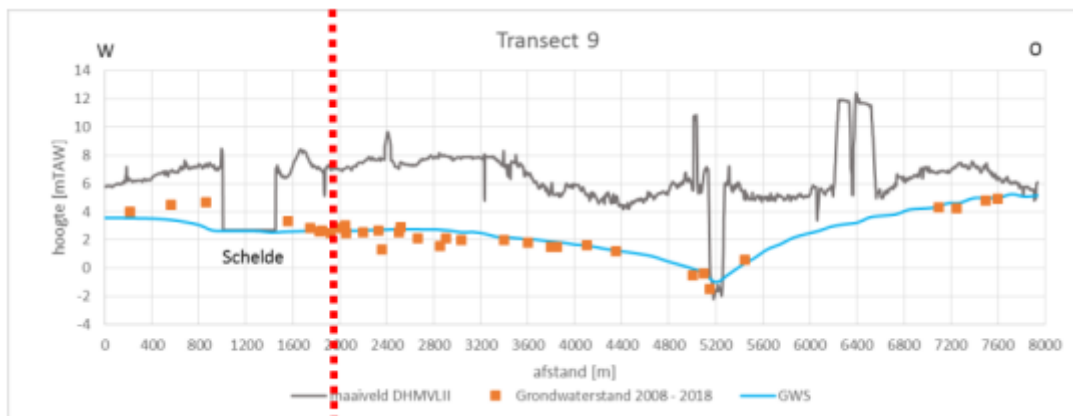
De watervraag van het aan te leggen spoorpark is nog niet duidelijk. Het uitgangspunt is wel dat het spoorpark hemelwaterneutraal ontworpen wordt. Momenteel wordt het schetsontwerp afgerond, meer informatie zal pas in een latere fase beschikbaar komen. Daarom wordt deze potentiële watervraag enkel ter informatie meegegeven in dit overzicht. Voor waterkwaliteit geldt naar alle waarschijnlijkheid eenzelfde vereiste als voor Ringpark Groene Vesten.

Zoet-zout intrusie

Een indirecte watervraag voor de kernstad wordt gevormd door de vraag naar zoet grondwater als buffer tegen het brakke Scheldewater. Afbeelding 3.5 toont de gemiddelde grondwaterstand (blauwe lijn) over een west-oost transect dwars door de kernstad, vertrekkende van linkeroever, over de Schelde tot buiten de Ring. De figuur houdt nog geen rekening met de tijdelijke bemalingen binnen de stad en de aanleg van de Oosterweelverbinding. De rode streep toont de waterscheidingslijn voor het grondwater. Ten westen van deze lijn (die ongeveer samenvalt met de Leien) stroomt het water richting de Schelde, ten oosten van deze lijn niet. Het is duidelijk dat dit een delicaat evenwicht is, waarbij door verstoring (een bemaling, een droge zomer, etc.) brak Scheldewater de stad dreigt binnen te dringen. In de droogtestudie van IMDC (2019) werd ingeschat dat, uitgaande van 33 % bemaald vergund grondwaterdebiet, het aandeel van Scheldewater ten opzichte van zoetwaterstromen 23 % bedraagt. Uitgaande van 100 % bemaald vergund grondwaterdebiet, verhoogt het aandeel van Scheldewater ten opzichte van zoetwaterstromen tot 74 %. Door de aanleg van de Oosterweelverbinding zal de grondwaterflux van het noorden van de stad richting binnenstad wegvallen waardoor de voorgenoemde percentages enkel nog maar zullen verhogen. Het risico op verzilting is dus reëel.

Het voorzien van extra infiltratie in de stad - bijvoorbeeld onthardingsmaatregelen of het gericht laten infiltreren van zoet water in groengebieden - kan hiervoor een tegendruk creëren. De effectiviteit van deze waterhoeveelheden om de grondwaterstand bij te vullen en de zoutintrusie terug te dringen kan getoetst worden aan de hand van een paar cijfers uit de droogtestudie. Vooreerst wordt de grondwaterstroming vanuit de Schelde naar de stad geschat op 1.156 m³/dag bij een grondwaterbemaling van 1/3 van het vergund debiet. Deze grondwaterstroming leidt tot verzilting van het grondwater. Daarnaast leiden de werken aan de Oosterweelverbinding tot een afname van de grondwatertoevoer uit het noorden naar de stad met 1.529 m³/dag. Heel pragmatisch kan dus gesteld worden dat het toevoegen van de som van beide stromen aan het grondwater, 2.700 m³/dag, effectief zal zijn om beide problemen tegen te gaan.

Afbeelding 3.5 Transect doorheen de stad vanaf linkeroever, over de Schelde door de Ring en de E34 (IMDC, 2019)



De stad zet in op onthardingsmaatregelen waardoor extra infiltratie mogelijk is, de grondwatertafel wordt gevoed en de zoutintrasie van de Schelde wordt teruggedrongen. Op basis van de waterdoorlaatbaarheidskaart (Geopunt) is de verhardingsgraad in het studiegebied bepaald. In de veronderstelling dat alle pixelwaarden groter dan 75 beschouwd kunnen worden als verhard, bedraagt de verhardingsgraad 71 %. Uitgaande van een ambitie om in 2050 naar een verhardingsgraad van 30 % te streven¹, een afstromingscoëfficiënt van 0,30 en een neerslag jaartotaal van 562 mm, kan berekend worden dat voor het 15,86 miljoen m² grote studiegebied de extra bekomen infiltratie 7.000 m³/dag bedraagt.

De grootteorde van de bijdrage tot de grondwatertafel van enerzijds een bevoeiing van het stadsgroen en stadsbomen wordt geschat op 6.100 m³/dag. Deze aanpak houdt echter geen rekening met standplaats (zon - halfschaduw - schaduw), droogtegevoeligheid en/of praktische overwegingen. Het lijkt onwaarschijnlijk dat de volledige groenoppervlakte optimaal bevoeid wordt. Om hieraan tegemoet te komen is in samenspraak met de opdrachtgever een reductiefactor van 0,25 toegepast. Dit brengt de totale bijdrage tot de grondwatertafel naar 1.525 m³/dag. Anderzijds is er de toevoer naar de Stadsparkvijver van 2.400 m³/dag. Samen is dit 56 % van de potentiële bijdrage van een grootschalige, ambitieuze ontharding van de binnenstad.

Zowel het nemen van onthardingsmaatregelen als het inzetten op infiltratie in groengebieden, zijn met andere woorden effectief om zoutintrasie tegen te gaan. De toevoer via een stadswaternetwerk is echter veel minder complex in uitvoering. Beide strategieën kunnen ook heel goed naast elkaar bestaan en versterken samen het beoogde doel om grondwater te voeden en zoutintrasie terug te dringen.

Gezien infiltratie als een vorm van natuurlijke zuivering kan beschouwd worden, volstaat een lagere waterkwaliteit zolang deze geen zware verontreinigingen bevat. Voor infiltratie in relatie tot groen zoals hierboven beredeneerd, is een zelfde kwaliteit vereist als eerder vermeld bij stadsgroen en stadsbomen.

Bassin van de Ruien

Bij het schrijven van dit rapport, kwam er een nieuwe potentiële watervraag vanuit het Bassin van de Ruien dat zich bevindt ter hoogte van de Suikerrui. Deze watervraag heeft als doel om voldoende water te voorzien om toeristische bezoeken met een bootje in dit deel van de Ruien te voorzien. Er is echter nog geen concrete informatie over deze vraag gekend. Zo is de exacte watervraag onbekend en is er ook geen zicht op eventuele kwaliteitseisen (zoet of zout water). Niettemin is deze watervraag ter informatie in dit overzicht opgenomen.

Albertkanaal

Het Albertkanaal is geen expliciete vrager in deze opdracht maar is daarom niet van minder belang. Heel wat van de waterbronnen, zoals RWZI Deurne, het Schijn en het pompstation te Borgerhout, voeden vandaag de

¹ Dit ambitieniveau is geen beslist beleid. Het betreft een aanname in context van deze studie.

dag het Albertkanaal. In Oelegem wordt uit het kanaalwater drinkwater voor de regio Antwerpen gewonnen. Het is daarom van belang om een permanent zoetwater debiet van minstens 3 m³/s te handhaven zodat eventuele zoutintrusie vanuit de haven voldoende ver van het sluizencomplex in Wijnegem wordt gehouden (Arcadis, 2018). In normale omstandigheden vloeit dit debiet ruimschoots door het Albertkanaal vanuit de Maas. In periodes van lage afvoeren in de Maas wordt het water echter aan verschillende sluizen op het kanaal teruggepompt, waardoor het (reeds lage) debiet vanuit de Maas doorheen het Albertkanaal sterk beperkt wordt en bijkomende zijdelingse toevoer aan belang wint. Bovendien moet dit debiet mee de verzilting van de havendokken tegengaan.

3.2.2 Private watervragen

Huishoudelijk gebruik

In de droogtestudie wordt het drinkwaterverbruik per inwoner per dag vermeld per district. In combinatie met de inwonersaantallen te vinden op Stad in Cijfers, kan voor iedere administratieve wijk in het studiegebied een totaal verbruik per dag berekend worden. Het totale gemiddeld drinkwaterverbruik op Vlaamse schaal werd anno 2016 begroot op 114 l/inw/dag (Vlaamse Milieumaatschappij, 2018). Voor 44 % van dit verbruik is regenwaterkwaliteit eigenlijk voldoende. De huidige stadswatervraag wordt daarom bepaald als 44 % van het huidige gebruik. Het aandeel aan regenputten wordt in een stad als Antwerpen, ondanks het gevoerde beleid via de bouwcode en premies, als laag ingeschat. Voor de toekomstige vraag wordt (zoals voorheen) rekening gehouden met een afname van het waterverbruik van 1,50 % tot 2030 en daarna een stagnatie tot 2050. Ook een prognose van het inwonersaantal wordt meegenomen in de calculatie. Hier wordt opnieuw uitgegaan van een toename van 0,55 % tot 2030 met daarna een stagnatie tot 2050 plus een extra inwoners aantal op basis van stadsprojecten gelegen in de desbetreffende wijk. Tabel 3.6 vat het potentieel regenwaterverbruik samen. De totale stadswatervraag voor huishoudelijk gebruik bedraagt respectievelijk 632.000 m³/dag en 594.000 m³/dag voor het huidige klimaat en de toekomst.

Bovenstaande getallen geven een indicatie van de grootteorde hoeveelheden. Daarnaast is het ook zinvol om in te zoomen op projectniveau. Het stadswaternetwerk zou in de toekomst grote nieuwbouw-, renovatie- of heropbouwprojecten kunnen faciliteren. Naast een drinkwateraansluiting kan zo ook een stadswateraansluiting worden voorzien. Twee voorbeelden zijn de projectontwikkeling ter hoogte van Nieuw-Zurenborg en het stadsproject Nieuw Oost. Het aantal nieuwe inwoners wordt ingeschat op respectievelijk 2.316 en 556, de watervraag aldus op 120 m³/dag (0,114 m³/inw/dag * 2.316 * 0,44 regenwater) en 30 m³/dag (analoge berekening). In kader van deze studie wordt naast deze twee projecten nabij het tracé een extra 200 m³/dag gerekend voor het aansluiten van andere nieuwe te bouwen, te renoveren of her op te bouwen gebouwen.

Tabel 3.6 Inwonersaantal, verbruik en regenwaterhoeveelheid per dag voor het huidige klimaat en de toekomst

District	Wijk	Huidig klimaat (2017)			Toekomst (2050)		
		Inwoners [-]	Verbruik [l/inw/dag]	Regenwater [l/dag]	Inwoners [-]	Verbruik [l/inw/dag]	Regenwater [l/dag]
2000	Historisch Centrum	6.081	195	521.373	6.579	159	459.674
2000	Nieuw - Zuid	361	195	30.951	7.426	159	518.843
2000	Sint-Andries	6.275	195	538.007	6.789	159	474.339
2000	Theaterbuurt-Meir	6.334	195	543.065	6.852	159	478.799
2000	Universiteitsbuurt	5.487	195	470.445	5.936	159	414.772
2000	Zuid	8.766	195	751.580	9.483	159	662.638
2018	Brederode	12.117	155	825.507	13.440	126	746.193
2018	Centraal Station	7.575	155	516.069	8.195	126	454.997
2018	Haringrode	10.776	155	734.147	11.658	126	647.268

District	Wijk	Huidig klimaat (2017)			Toekomst (2050)		
		Inwoners [-]	Verbruik [l/inw/dag]	Regenwater [l/dag]	Inwoners [-]	Verbruik [l/inw/dag]	Regenwater [l/dag]
2018	Harmonie	5.889	155	401.206	6.371	126	353.727
2018	Markgrave	6.338	155	431.795	7.188	126	399.074
2018	Stadspark	12.980	155	884.301	14.042	126	779.652
2018	Zurenborg	5.572	155	379.609	6.491	126	360.403
2060	Amandus - Atheneum	20.237	134	1.192.504	21.893	109	1.051.382
2060	Dam	5.009	134	295.165	6.043	109	290.201
2060	Stuivenberg	19.314	134	1.138.114	21.034	109	1.010.104
2140	Borgerhout Intra Muros Noord	15.687	114	786.544	17.388	93	710.503
2140	Borgerhout Intra Muros Zuid	14.579	114	730.989	15.772	93	644.483
2600	Oud - Berchem	16.190	118	840.199	19.653	96	831.184

Zoo Antwerpen

In de Zoo van Antwerpen wordt hemelwater maximaal opgevangen en ingezet voor waterhergebruik (Gazet van Antwerpen, 2016). Ze hebben een waterplein waar 400 m³ water kan gebufferd worden. Het water van 4.000 m² dak wordt opgevangen. Anno 2000 gebruikte de Zoo 300.000 m³ water, in 2015 was dat nog 82.000 m³ of 220 m³/dag. Door in te zetten op een attitudewijziging bij hun verbruikers streven ze naar een totaal verbruik van 50.000 m³ of 140 m³/dag. Vermoedelijk loopt de gewenste waterkwaliteit uiteen afhankelijk van de gebruikstoepassing (verzorging dieren versus reiniging van infrastructuur).

Ziekenhuis

In het studiegebied zijn vier ziekenhuizen gelegen: AZ Monica (201 bedden), Gasthuiszusters ziekenhuis Sint-Vincentius (366 bedden), Ziekenhuis Netwerk Antwerpen Campus Stuivenberg en de psychiatrie (633 bedden) en Ziekenhuis Netwerk Antwerpen Campus Sint-Elisabeth (204 bedden) (Lijst van Belgische ziekenhuizen, 2021). Volgens het Best Beschikbare Technieken (BBT) rapport voor ziekenhuizen en verzorgingsinstellingen (VITO, 2013) wordt het waterverbruik voor een algemeen ziekenhuis op circa 400 liter per ligdag geraamd. De gemiddelde bezetting van de Vlaamse ziekenhuizen bedraagt daarnaast 80 % (Agentschap Zorg en Gezondheid, 2021). Het waterverbruik wordt zo ingeschat op respectievelijk 64, 117, 203 en 65 m³/dag. Het Gasthuiszusters ziekenhuis Sint-Vincentius heeft tevens een vergunning voor een winning van 68.000 m³/jaar (DOV). Uitgedrukt per dag komt dit neer op 186 m³/dag, wat in grootteorde overeenstemt met de schatting. De waterkwaliteitseis voor een ziekenhuis wordt als hoog ingeschat wanneer het gebruikt wordt voor sterilisatie of poetsen van steriele ruimtes. De waterkwaliteitseis is mogelijk lager bij andere doeleinden zoals het onderhouden van de buitentuin, doorspoelen van toiletten etc. Afbeelding 3.3 duidt voor de eenvoud enkel de hoge waterkwaliteitseis aan.

Wasserette

Op basis van Google Maps worden min of meer 18 wasserettes gelokaliseerd in het studiegebied. De gemiddelde dagdebieten van wasserijen zijn te raadplegen op de BBT voor wasserijen van het VITO (2021). Hieruit blijkt dat er een groot aantal wasserijen zijn met een gemiddeld lozingsdebiet tussen 50 en 200 m³/dag. De waterkwaliteit nodig in een wasserette wordt als middelmatig ingeschat.

Carwash

Op basis van Google Maps worden min of meer 15 carwashes gelokaliseerd in het studiegebied. Er is bekend dat carwashes meer en meer inzetten op systemen met waterhergebruik. Volgens de BBT voor car- en truckwash varieert het waterverbruik tussen 70 en 900 liter per wasbeurt afhankelijk van het wasconcept (roll-over, wasstraat, self-carwash, truck carwash). Het aantal wasbeurten per jaar varieert van 5.000 tot

60.000. Samen leidt dit tot een dagdebiet van 1 à 8 m³/dag. De waterkwaliteitseis wordt als middelmatig ingeschat gezien de kans op inademen van aerosolen. Het is daarom van belang dat er geen prioritaire stoffen in het water aanwezig zijn. Daarnaast is volgens artikel 5.15.0.9 van VLAREM II de wasinstallatie van een automatische bus- of truckwash met een bruto waterverbruik van meer dan 1.500 m³ per jaar voorzien met een zuiverings- of recyclageunit die minstens 70 % van het totale debiet was- en spoelwater hergebruikt in de wasinstallatie. Voor een automatische carwashinstallatie, in de vorm van een roll-over of een wasstraat, met een bruto waterverbruik van meer dan 1.500 m³ per jaar is de wasinstallatie voorzien van een zuiverings- of recyclage-unit die de toevoer van vers water, in de vorm van leiding-, grond- of regenwater, beperkt tot maximaal 80 liter per voertuig dat gewassen wordt. Voor het minimaal verbruik van 1.500 m³ per jaar komt dit op een netto verbruik van 3 m³/dag. Dit is in lijn met de eerder gemaakte inschatting.

Hotel

Op basis van Google Maps worden min of meer 53 hotels gelokaliseerd in het studiegebied. Volgens de Milieubarometer in Nederland verbruikt een hotel ongeveer 220 liter drinkwater per nacht. Op basis van Stad in Cijfers is vervolgens te vinden dat het aantal overnachtingen in Antwerpen in 2017 1.906.638 bedroeg. Met de assumptie dat 75 % van deze overnachtingen plaatsvond in het studiegebied wordt een waterverbruik bekomen van 16 m³/dag. In overeenstemming met de assumptie van het huishoudelijk gebruik dat 44 % van het totale verbruik zou kunnen ingevuld worden door water met regenwaterkwaliteit, bedraagt de stadswatervraag 7 m³/dag.

De Koninck

Het waterverbruik voor brouwerij De Koninck wordt op basis van expertkennis ingeschat op 50 m³/dag. Wat waterkwaliteit betreft, worden vaak hoge eisen gehanteerd zoals gebruikelijk in de voedingssector.

De Beukelaar (Elexir d'Anvers)

De Beukelaar heeft een vergunning voor een grondwaterwinning van 1.700 m³/jaar of 5 m³/dag (DOV).

Andere

Uit het participatiemoment zijn er nog een aantal mogelijke watervragen voortgevloeid. De kwantiteit is vaak echter verwaarloosbaar, niet te achterhalen of de watervraag ligt buiten het studiegebied. Enkele voorbeelden:

- daktuin PAKT in Berchem;
- Ringpark Groenendaal;
- het MAS;
- zwembaden;
- (mini)golf;
- intensieve groendaken.

4

VISIE

In deze paragraaf worden een aantal belangrijke uitgangspunten bijeengelegd, die de basis vormen voor de visie die de opzet van het concept stadswaternetwerk draagt. Deze uitgangspunten zijn afkomstig van informatie die door de opdrachtgever of de aanwezigen op de werksessie werd aangebracht of zijn logische (vaak praktische) keuzes die bij het uitwerken van de studie duidelijk werden.

Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen uitgangspunten vanuit een maatschappelijke invalshoek (die samen het verhaal achter het stadswaternetwerk vorm geven), vanuit de context van de bestaande plannen van de stad (voornamelijk het Waterplan en de droogtestudie) en vanuit een praktische invalshoek (optimale technische en financiële haalbaarheid).

4.1 Uitgangspunten vanuit maatschappelijke invalshoek (het verhaal van het Waterambacht)

Een aantal uitgangspunten sluiten aan op het verhaal rond het Waterambacht (zie Hoofdstuk 1). Ze worden hieronder kort toegelicht:

- zoals in de inleiding aangegeven, worden de waterstromen die normaal gezien bijdragen tot een natuurlijke aanvulling van het grondwatersysteem, via de bemaling van de ring R1 en via het rioolstelsel van het stadscentrum weggeleid. Deze twee bronnen zijn artificiële, vrij permanent beschikbare waterstromen die voor het stadswaternetwerk kunnen ingezet worden, zodat een deel van deze transversale afleiding gecompenseerd kan worden in een circulair systeem. Zo benadert de geschatte grootteorde van de grondwaterbemaling van PS2 lang de ring R1 ongeveer 60 % van de (theoretisch optimale) vraag voor bevoeiing van groen en bomen in de ganse stad in 2050;
- het concept van een waternetwerk is niet nieuw. Een zoete wateraanvoer als oplossing tegen de brakke invloed op grondwater in de binnenstad en tegen watertekorten bestond eerder ook. De Herentalse Vaart vervoerde water vanuit het Schijn door het Rivierenhof langs de Vesten naar de Wapper, waar brouwers het water gebruikten voor hun paarden en hun bierproductie. Bij het uitwerken van het tracé wordt maximaal gebruik gemaakt van nog bestaande historische infrastructuur (zoals de Herentalse Vaart of de Ruien), die als drager voor het nieuwe leidingennetwerk kunnen dienen;
- het waternetwerk werkt aanvullend op andere initiatieven van de stad, die het aanvullen van de grondwatertafel en het ontzien van de beschikbare rioolcapaciteit tot doel hebben (bijvoorbeeld het vergroten van de sponswerking zoals in het Waterplan en in de droogtestudie voorgesteld);
- in het concept van het stadswaternetwerk wordt in eerste instantie uitgegaan van de watervragen in het studiegebied. Ook zijn er langsheen het tracé ook belangrijke (toekomstige) watervragen aanwezig. Zo zijn de stadsontwikkelingen ter hoogte van Zurenborgpoort en Park Spoor Oost potentiële watervragen voor huishoudelijk gebruik. Ook is het Ringpark Groene Vesten, waar een permanent natte natuur wordt nagestreefd, een belangrijke watervrager aan het netwerk. De hoeveelheid water, die naar dit park wordt gebracht, kan als een soort sluitstuk in de waterbalans tussen vraag en aanbod beschouwd worden (en waar nodig eventueel aan te vullen met water uit het zuidwesten van Antwerpen, zie ook Hoofdstuk 6);
- tijdens de uitwerking van de opdracht kwam de mogelijkheid om het stadswaternetwerk als koelnetwerk in te zetten ter sprake. Gezien de grote druk op de binnenstad tijdens steeds toenemende periodes van hittegolven, kan dit een belangrijke meerwaarde van het netwerk vormen. Hoewel de vraag buiten de scope van deze opdracht ligt, werd toch kort over de mogelijkheden nagedacht met een

energie expert. Uit dit advies bleek dat deze denkpiste zeker rendabel kan zijn en dat het technisch realiseren van een koelnetwerk in gebouwen vrij eenvoudig is als er afgetakt kan worden van een bestaand basisnetwerk. Daarom is het een interessante meekoppelkans voor huishoudelijk gebruik voor bovenvermelde stadsontwikkelingen of voor grote renovatieprojecten. Voor dergelijke grootschalige projecten is een vertakking van het stadswaternetwerk tot aan de te ontwikkelen site te verantwoorden en is de realisatie in het gebouw zelf ook in de plannen te integreren;

- op basis van het door de stad in het bestek voorgestelde tracé en van de mogelijk herbruikbare historische relictten (Herentalse Vaart en Ruien), werd beslist om dit stadswaternetwerk te beperken tot een centraal tracé, dat voornamelijk het centrale deel van de stad bedient. Naast dit centrale Waterambacht zijn er ook mogelijkheden voor een noordelijk Waterambacht (met antenne in Park Spoor Noord) en een zuidelijk Waterambacht (met bron vanuit de zuidkant van de stad, zoals bijvoorbeeld RWZI Antwerpen Zuid en pompstation 1 op de R1). Hierop wordt in Hoofdstuk 6 kort ingegaan. Ook de mogelijke bevoorrading van (een deel van) Antwerpen extra muros komt hierin aan bod.

4.2 Uitgangspunten vanuit bestaande plannen (voornamelijk Waterplan en droogtestudie)

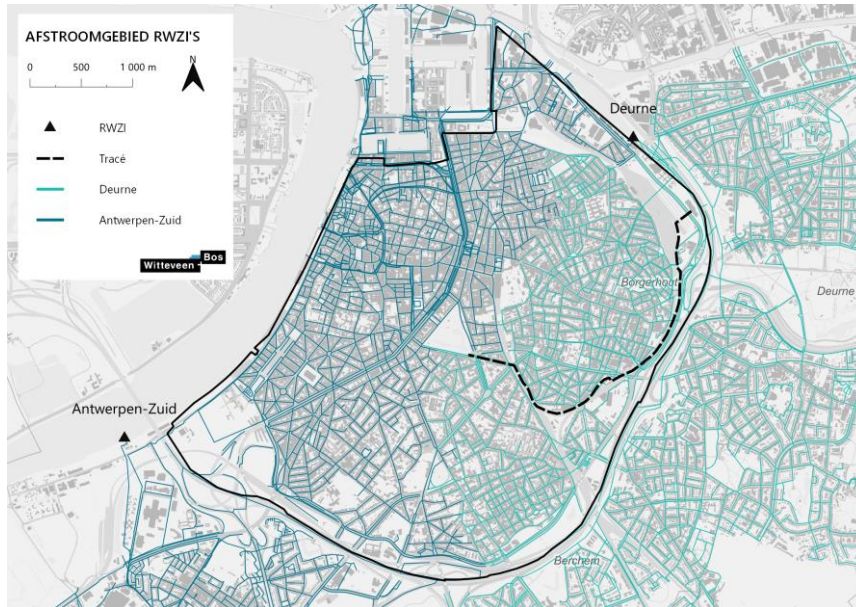
Waterbronnen

Aangezien de som van de beschouwde permanent beschikbare bronnen (5-percentiedagdebiet van de RWZI Deurne en het bemaald grondwater van pompstation 2 van de ring) ruimschoots volstaan om de geïnventariseerde watervragen te vervullen, worden volgende algemene principes vooropgesteld bij de keuze van de bronnen:

- over het algemeen wordt opgevangen hemelwater niet als voeding van het netwerk gebruikt. De beschikbaarheid van deze bron is namelijk te variabel in de tijd met periodes zonder aanvoer op momenten waarop de wateraanvoer voor de watervragen net van belang is. Het netwerk zou een te grote buffercapaciteit nodig hebben om dit tijdsverschil tussen aanbod en vraag te kunnen overbruggen. Om bijvoorbeeld dagelijks 1.000 m³ aan het waternetwerk te voorzien op basis van hemelwater, zou om een periode van 14 dagen zonder regen te overbruggen bijvoorbeeld al een buffer van 14.000 m³ ter beschikking moeten zijn. Bovendien zorgt transport van neerslagwater verspreid over de stad naar het stadswaternetwerk voor een complex systeem met verspreide aantakkingen. Indien dit neerslagwater dankzij bronmaatregelen kan infiltreren of wordt ingezet voor (zeer lokaal) hergebruik (vnl. afkomstig van daken), kan het beschouwd worden als een bijkomende bron die los staat van het stadswaternetwerk. Dit is conform de ambities van het Waterplan en de droogtestudie;
- strategische locaties met grootschalige regenwateropvang worden in het stadswaternetwerk wel beschouwd, op voorwaarde dat hun buffervolume een substantieel aandeel van de waterbalans van vraag en aanbod vertegenwoordigt. Ze dienen als 'antennes', die een verdere mobiele verspreiding van het water over verschillende watervragen in de omgeving van de antenne toelaten. Deze bufferlocaties kunnen een rol spelen in twee richtingen. Vooreerst kan de overcapaciteit in de beschikbare bufferlocatie - indien gevuld met regenwater - aangesproken worden door het stadsnetwerk. Omgekeerd kan de bufferlocatie vanuit het stadsnetwerk aangevuld worden in periodes waarin geen neerslag wordt verwacht. Het (deels) vullen van deze bufferlocaties heeft als voordeel dat watervragers die op deze plaatsen water komen 'tanken' niet afhankelijk zijn van het eerder beperkte debiet van het waternetwerk zelf, maar kunnen putten uit een watervoorraad die bijvoorbeeld gedurende de voorafgaande nacht werd aangevuld. Bovendien wordt vermeden dat het netwerk zo erg complex wordt met talrijke haarvaten. Het inschakelen van deze bufferlocaties vraagt om een slimme sturing van het waternetwerk, dat rekening houdt met aspecten zoals actuele watervraag (aangeduid als waterkalender in Afbeelding 3.3), vullingsgraad van het buffervolume en neerslagverwachtingen. De slimme sturing wordt binnen de scope van deze studie niet in detail uitgewerkt;
- tijdelijke bemalingen worden niet als bron meegenomen. Ook hier geldt dat de combinatie van tijdelijkheid en van spreiding van locaties over de stad het netwerk onnodig complex zou maken. Bovendien wordt bij voorkeur ingezet op het beperken van het bemalingsdebiet door slimme sturing of het gebruik van damplanken, een lokale retour van het bemalingswater en pas in laatste instantie op hergebruik. Enkel de permanente bemaling van Den Bell dient als primaire bron voor de voeding voor de Stadsparkvijver. Deze transportleiding maakt echter geen deel uit van het in deze studie uitgewerkte

Waterambacht. Indien bij detailuitwerking van het tracé beslist wordt om toch in te zetten op aansluiten van tijdelijke bronbemaling, kan dit relatief gemakkelijk in het ontwerp toegevoegd worden. De haalbaarheid hiervan zal echter sterk afhangen van het gevolgde tracé. Zo zullen aansluitingen op de spoorwegzate of in het oorspronkelijke tracé van de Herentalse Vaart moeilijk zijn.

Afbeelding 4.1 Weergave van het afstroomgebied van RWZI Deurne en Antwerpen-Zuid



Watervragers

Ook voor de watervragers werden een aantal algemene principes weerhouden uitgaande van de bestaande plannen zoals het Waterplan en de droogtestudie om het conceptnetwerk uit te werken:

- na het inventariseren van de verschillende watervragers werd beslist om de kleine, private watervragers niet als prioritaire schakels te beschouwen. Conform het Waterplan is het namelijk aangewezen dat zij eerst inzetten op opvang van eigen hemelwater voor hergebruik;
- het voornaamste watergebruik in het stadswaternetwerk zou dus in eerste instantie dienen voor stadsdiensten en voor het robuuster maken van het (grond)watersysteem en groen in de stad. Op die manier neemt de stad een voorbeeldfunctie op in waterhergebruik en kan ze vanuit die rol particulieren er overtuigend toe aanzetten om (vaak op kleinere schaal) hetzelfde te doen. Aansluitend op deze redenering wordt in tweede instantie wel gekeken worden naar grote, nieuwe stadsontwikkelingsprojecten zoals vb. Nieuw-Zurenborg;
- wanneer water van het waternetwerk gebruikt wordt om grondwater te voeden en het zoutgehalte ervan te verminderen, gaat de voorkeur naar locaties in het stadcentrum op voldoende grote afstand van de ring. Uit de droogtestudie blijkt namelijk dat 80 % van het geïnfiltreerde water in de nabijheid van de ring opnieuw door de bemalingspompen langsheen de ring wordt opgepompt. Dit aandeel is gevoelig minder voor water dat in de binnenstad wordt geïnfiltreerd, waardoor het positief effect op de grondwatertafel er ook groter is. Op bepaalde plaatsen nabij de ring (bijvoorbeeld Ringpark Groene Vesten) kan het infiltreren toch leiden tot meer waterbeschikbaarheid in de toplaag van de bodem voor (watergebonden) natuur, alvorens het verder infiltreert naar grondwater;
- zoals eerder vermeld, is het Albertkanaal geen expliciete vraag in het stadswaternetwerk. Het overgrote aandeel van het debiet in het Albertkanaal is afkomstig van de Maas. Niettemin stromen alle in deze studie weerhouden waterbronnen (RWZI Deurne en pompstation 2 van de R1) vandaag de dag ook naar het Albertkanaal en dragen ze bij tot het gewenste zoetwaterdebiet van 3 m³/s om verzilting tegen te gaan. Hoewel hun bijdrage tot het debiet van het Albertkanaal relatief laag is, dient er bij het uitwerken van het concept stadswaternetwerk toch rekening gehouden worden dat deze randvoorwaarde niet te sterk beïnvloed wordt. Belangrijke vermelding hierbij is wel dat het water van het stadsnetwerk na gebruik voor het overgrote deel opnieuw afgevoerd wordt naar RWZI Deurne als afvalwater of als gevolg

van de drainerende werking van de riolering en via het grondwater naar de bemalingspompen van de R1. Er wordt vanuit gegaan dat de invloedzone van het stadswaternetwerk voor het overgrote deel valt binnen het afwateringsgebied van RWZI Deurne (Afbeelding 4.1). Voor de gebieden in de zone van RWZI Antwerpen-Zuid gaat voorgaande redenering niet op. Het effluentwater van RWZI Antwerpen-Zuid mondt namelijk uit in de Schelde. De uiteindelijke watertoevoer naar het Albertkanaal in totaal volume zal waarschijnlijk maar beperkt dalen, maar vooral ook in de tijd verschuiven. Bovendien wordt door aanleggen van het stadswaternetwerk (beperkt) bespaard op drinkwater, dat ook uit het Albertkanaal afkomstig is.

4.3 Uitgangspunten vanuit praktische overwegingen

Tijdens de uitwerking van de twee eerste delen van de studie kwamen ook een aantal praktische overwegingen naar boven. Ze worden hieronder besproken:

- in vorige sectie werd reeds aangehaald dat de kleine, private watervragers niet als prioritaire schakels worden beschouwd. Doorslaggevend in deze afweging is de relatief kleine vraag van elke individuele watergebruiker maar ook hun vaak grote ruimtelijk spreiding die de complexiteit van het netwerk sterk zou verhogen. Wanneer er echter bij nieuwbouw, renovatie of heropbouw van grote publieke of private infrastructuur nabij het tracé een stadswater aansluiting wordt voorzien, reduceert dit de complexiteit aanzienlijk en kan het Waterambacht gemakkelijk faciliteren;
- voor de kleine, publieke watervragers en kleine waterbronnen wordt de praktische complexiteit ten opzichte van de maatschappelijke meerwaarde afgewogen. Een individuele gebruiker of bron wordt enkel aangeschakeld indien de meerwaarde groot is en binnen 350 m van het tracé ligt. Deze afstand komt vaak overeen met de lengte van een of een beperkt aantal straten of straatdelen, en maakt praktische realisatie dus haalbaar. Daarnaast worden watergebruikers op 350 m van de Ruien ook aangeschakeld omwille van de makkelijke realisatie van het stadswaternetwerk binnen deze historische ondergrondse kokers;
- de bevoorrading gebeurt voor het stadsdeel dat nabij het in het bestek voorgestelde hoofdtracé ligt en verder langsheen de Ruien. Om efficiëntie en kost van het netwerk optimaal te houden, worden stadsdelen meer in het noorden en het zuidwesten van de stad niet weerhouden. Voor deze stadsdelen kunnen eventueel alternatieve stadswaternetwerken uitgewerkt worden (zie ook hoofdstuk 6);
- het Schijn wordt niet als basisbron meegenomen, aangezien de beheerder van het Schijn enkel instemt met gebruik van deze bron in de winter. Bovendien vergt de waterkwaliteit van het Schijn een vergelijkbare zuivering als het RWZI effluent (zie verder), waardoor er geen onmiddellijk voordeel is aan het gebruik van Schijnwater;
- zuivering gebeurt in het begin van het tracé omdat op die locatie (ter hoogte van R1) de beschikbare ruimte groter is dan in de binnenstad. Bovendien is het daardoor mogelijk om alle watervragers langsheen het tracé met eenzelfde waterkwaliteit te bedienen. Ook toekomstige watervragers langsheen het tracé kunnen daardoor - onafhankelijk van hun ligging - op het netwerk aangesloten worden indien gewenst;
- gezien de aard van de potentiële watervragen en de kwaliteit van de potentiële bronnen werd in samenspraak met de opdrachtgever beslist om geen water op te schalen tot drinkwaterkwaliteit.

5

HET SCHIJNPOORTNETWERK

5.1 Waterbronnen en watervragen

In deze paragraaf worden een aantal scenario's beschreven voor de in te zetten waterbronnen en de mogelijke watervragen. Hiervoor wordt vertrokken van de uitgangspunten voor de visie uit hoofdstuk 4.

5.1.1 Scenario's waterbronnen

Bij het maken van de visie werd beslist om enkel de permanent beschikbare bronnen te weerhouden (zie hoofdstuk 4). Dit zijn het 5-percentieldebiet van de RWZI Deurne en het bemalingsdebiet van het grondwater van pompstation 2. Op basis hiervan en van de totale watervraag (zie verder paragraaf 5.1.2) zijn een aantal scenario's mogelijk voor de (combinatie van) waterbronnen:

- enkel RWZI effluent;
- enkel grondwater pompstation 2 R1;
- RWZI effluent + grondwater pompstation 2 R1;

Elk van deze scenario's draagt op een verschillende manier bij tot meer circulaire waterstromen in de stad. De neerslag in de binnenstad die op onverharde oppervlaktes valt, voedt grotendeels het grondwater. Een deel van dit grondwater wordt via pompstation 2 op de R1 opgepompt en naar het Lobroekdok en (uiteindelijk) naar het Albertkanaal gevoerd. Hoewel het doel is om dit in de toekomst te vermijden, stroomt momenteel een ander deel van het neerslagwater (voornamelijk het deel dat op verharde oppervlaktes valt) naar het gemengde rioolstelsel en zo naar de RWZI's in de stad. Een andere belangrijke bron van water in het rioolstelsel is de drinkwatertoevoer voor Antwerpen. Een groot deel van deze watertoevoer, waarvoor water uit het Albertkanaal wordt gezuiverd, stroomt na gebruik als afvalwater weg naar het rioolstelsel. Deze huidige transversale waterstromen, die voornamelijk via het rioolsysteem en de bemaling van de ring uit de stad weggevoerd worden, worden door het aanleggen van het Waterambacht (deels) terug naar de binnenstad gebracht.

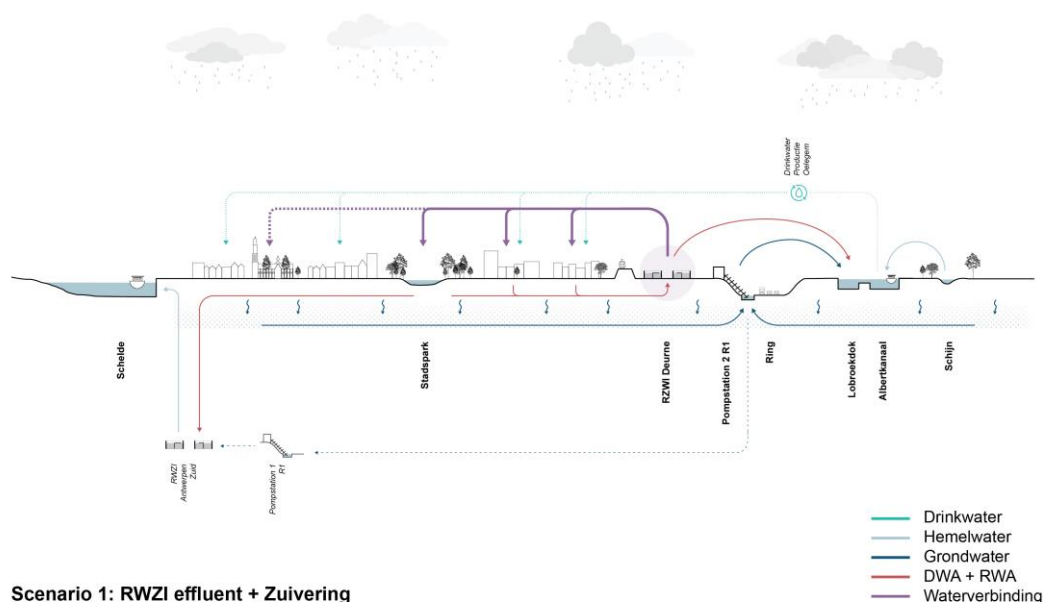
Een kanttekening die bij het sluiten van deze waterkring gemaakt zou kunnen worden, is dat het nodig is om dit op een zeer artificiële manier met pompen te realiseren. Dit is echter - gezien de enorme bijdrage van het artificiële watersysteem tot de waterhuishouding van de stad - niet op een andere manier te realiseren. Een alternatief zou het hydraulisch isoleren van de ring kunnen zijn. Dat betekent dat er langsheen het volledige Oosterweeltraject aan beide zijden van de ring een hydraulische barrière in de bodem zou moeten opgetrokken worden tot aan de ondoorlatende grondlagen. Deze ingreep zou technisch en financieel enorme consequenties hebben. Bovendien zou het enkel vermijden dat het grondwater uit de omgeving weggepompt wordt naar de ring. Het probleem dat er enkel nog grondwatertoevoer vanuit de Schelde naar de binnenstad mogelijk is, blijft hiermee bestaan. Vandaag wordt ook al heel wat water naar de binnenstad gebracht met pompen, zij het met drinkwaterleidingen. Het Waterambacht zal dus ook een deel van deze watertoevoer vervangen.

Scenario 1: Enkel RWZI effluent

In dit scenario wordt enkel RWZI water gebruikt om het stadsnetwerk te voeden. Het tracé vertrekt aan de uitgang van RWZI Deurne en loopt van daaruit naar Park Spoort Oost om langs de spoorweg aan te takken (zie Afbeelding 5.8).

Het scenario sluit de waterstromen in het studiegebied. Een stadswaternetwerk dat gebruik maakt van het RWZI effluent brengt zowel neerslagwater als gezuiverd afvalwater terug naar de stad om daar voornamelijk het grondwatersysteem, maar ook deels het afvalwatersysteem terug te voeden. Op die manier worden de waterstromen meer gesloten, en wordt ook het onevenwicht (deels) hersteld dat snelle rioolafvoer en de bemaling langsheen de ring op het grondwater in de binnenstad hebben (zie Afbeelding 5.1).

Afbeelding 5.1 Principeschets van de verschillende waterstromen en het sluiten van de waterring voor Scenario 1



Scenario 2: Enkel grondwater pompstation 2 R1

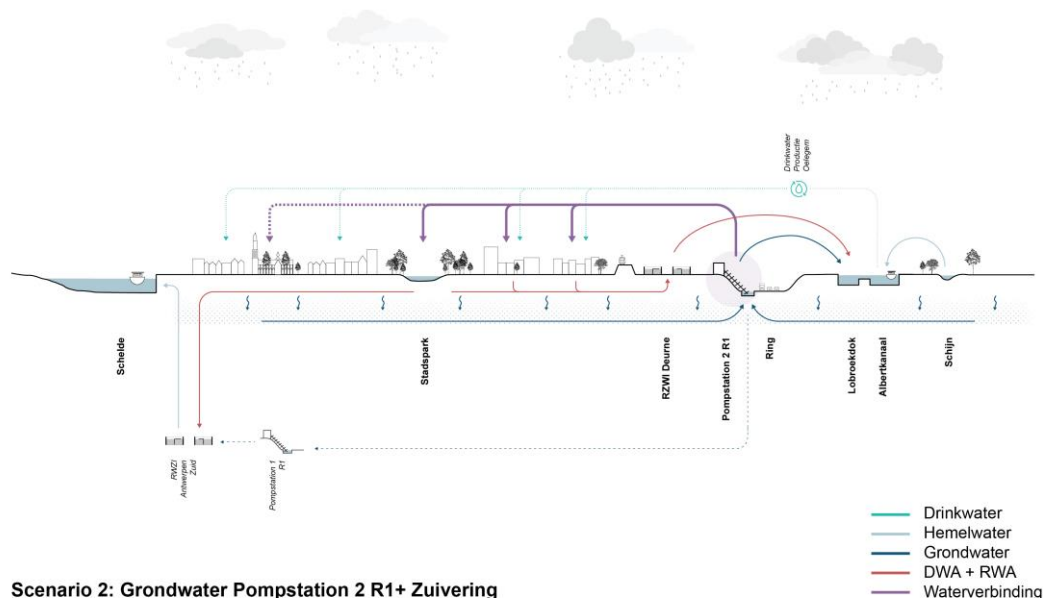
In dit scenario wordt enkel het grondwater van pompstation 2 gebruikt om het stadsnetwerk te voeden. Het tracé vertrekt ter hoogte van het pompstation, kruist de R1 en loopt van hieruit naar het hoofdtracé langsheen de spoorweg (zie Afbeelding 5.8).

Het scenario sluit de waterstromen in het studiegebied. Een stadswaternetwerk dat gebruikmaakt van de bemaling van het grondwater van pompstation 2 brengt neerslagwater terug naar de stad om daar voornamelijk het grondwatersysteem terug te voeden. Op die manier worden de waterstromen meer gesloten en wordt ook het onevenwicht (deels) hersteld dat de bemaling langsheen de ring op het grondwater in de binnenstad heeft (zie Afbeelding 5.2).

Een kanttekening die gemaakt moet worden is dat de waterbeschikbaarheid in dit scenario - in tegenstelling tot de andere scenario's - eerder aan de krappe kant is. De grootteorde van de begrote watervraag en van de beschikbare waterbron zijn zeer gelijkaardig (zie Paragraaf 5.2.1), en deels afhankelijk van de (vaak veilige) aannames die werden gemaakt bij het opstellen van de waterbalans (zie Hoofdstuk 3). Hoewel dit scenario

niet onhaalbaar lijkt, zijn de andere scenario's veiliger met betrekking tot het garanderen van een permanente waterbeschikbaarheid.

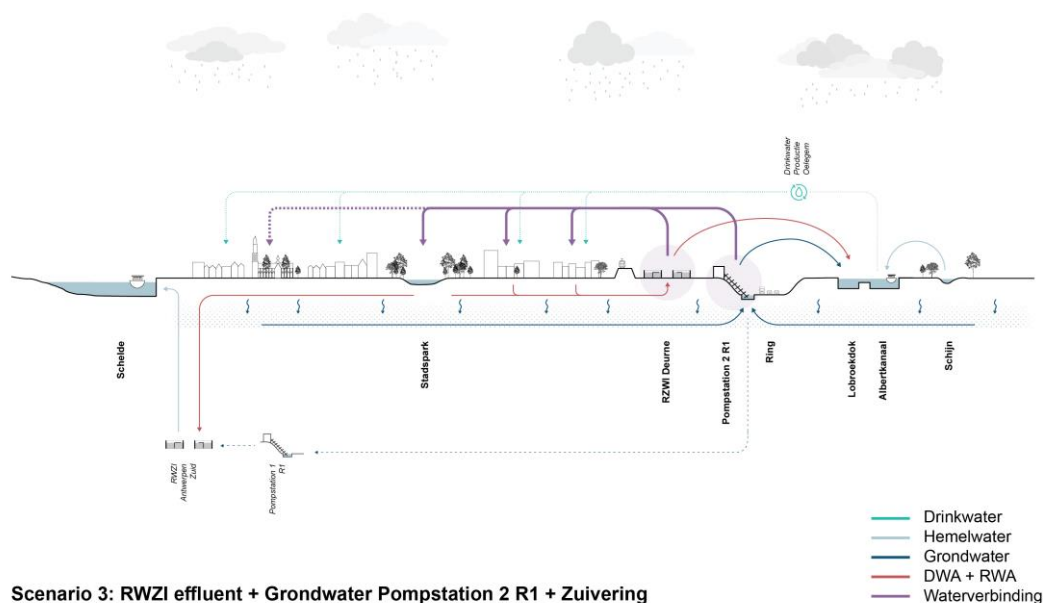
Afbeelding 5.2 Principeschets van de verschillende waterstromen en het sluiten van de waterring voor Scenario 2



Scenario 3: RWZI effluent + grondwater pompstation 2 R1

In dit scenario wordt RWZI effluent gecombineerd met het grondwater van pompstation 2 om het stadsnetwerk te voeden. Het tracé vertrekt aan de uitgang van RWZI Deurne. Aan de kruising van de bestaande leiding van pompstation 2 naar het Lobroekdok en de wachtkokers tussen het Schijn vertrekt een tweede aantakking, die het bemalingswater van de R1 toevoegt. Van hieruit loopt het tracé verder in Park Spoor Oost langs de spoorweg (zie Afbeelding 5.8). Merk op dat de verbinding van het water van pompstation 2 naar Park Spoor Oost eventueel ook via een van de wachtkokers van het Schijn zou kunnen gerealiseerd worden als alternatief op het voorgestelde tracé. Dit maakt het traject langer, maar mogelijk eenvoudiger om te realiseren.

Het scenario sluit de waterstromen in het studiegebied. Een stadswaternetwerk dat gebruikmaakt van het RWZI effluent en de bemaling van het grondwater van pompstation 2 brengt zowel neerslagwater als afvalwater terug naar de stad om daar voornamelijk het grondwatersysteem, maar ook deels het afvalwatersysteem terug te voeden. Op die manier worden de waterstromen meer gesloten, en wordt ook het onevenwicht (deels) hersteld dat snelle rioolafvoer en de bemaling langsheen de ring op het grondwater in de binnenstad hebben (zie Afbeelding 5.3).

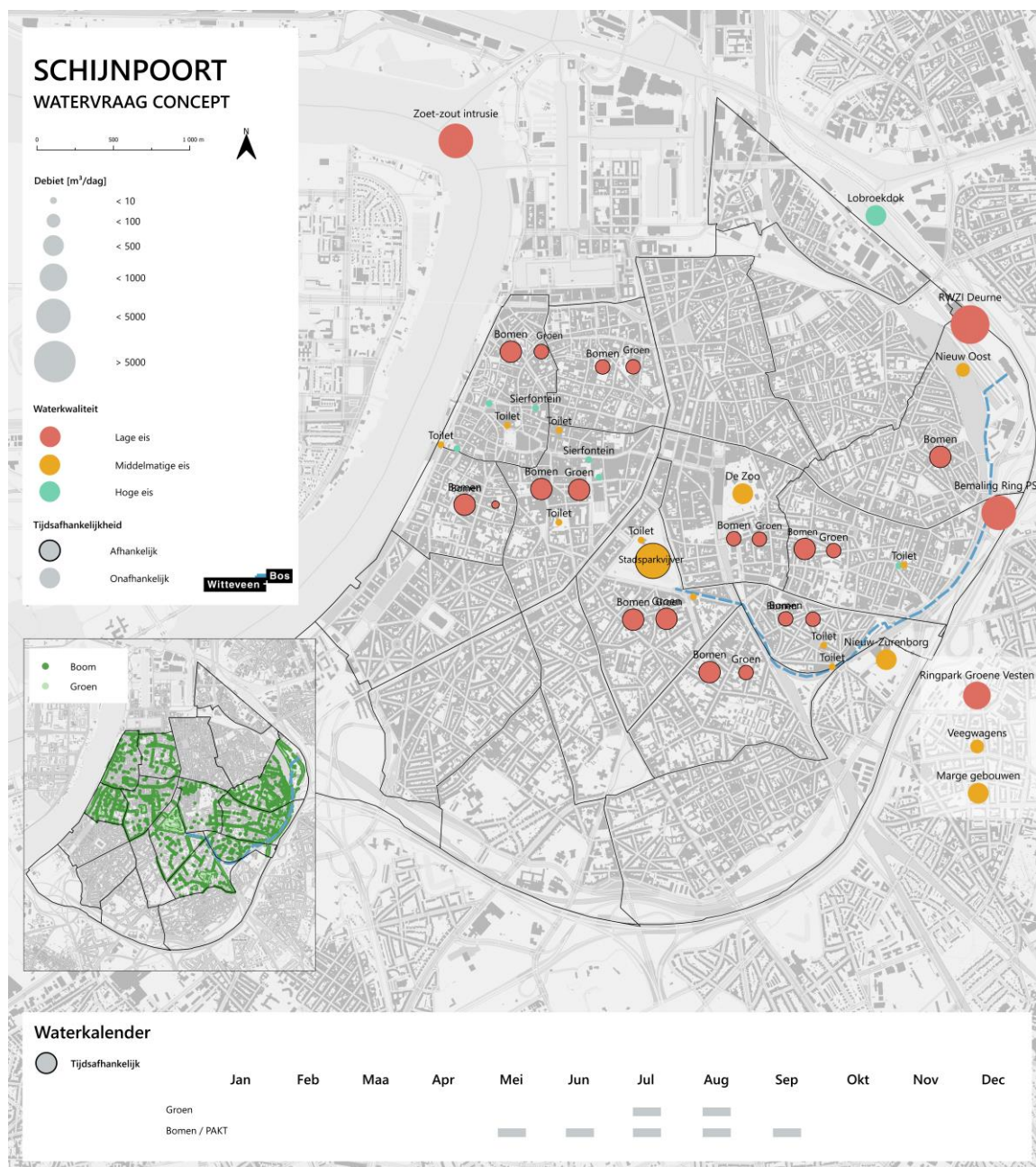


5.1.2 Scenario's watervragen

Ook voor het afbakenen van de watervragen wordt vertrokken van de uitgangspunten uit de visie (hoofdstuk 4). Hieronder wordt een kort overzicht gegeven van deze uitgangspunten:

- kleine, private watervragers (al dan niet met een hoge waterkwaliteitseis) worden niet verder meegenomen. Een belangrijke uitzondering hierop is de Zoo, die met een relatief grote gecentraliseerde watervraag en een belangrijke rol voor beleving en educatie toch als mogelijke watervrager in het netwerk werd toegevoegd. Gezien het vaak kleine aandeel van de vraag van individuele private gebruikers in de totale watervraag (zie Tabel 3.4 en Tabel 3.1), staat het ontwerp van de leiding toe om in de toekomst toch te beslissen om (een deel van) deze kleine watervragers via het netwerk te bedienen;
- voor nieuwbouw, renovatie of heropbouw van grote private of publieke infrastructuurprojecten nabij het tracé kan een stadswater aansluiting worden voorzien. In het huidige concept worden de stadsprojecten Nieuw-Zurenborg, Nieuw-Oost en een marge opgenomen;
- de voornaamste watervragen zijn voor stadsdiensten en voor het robuuster maken van het (grond)watersysteem en groen in de stad;
- grondwatervoeding gebeurt bij voorkeur op locaties in het stadcentrum op voldoende grote afstand van de ring;
- kleine, publieke watervragers worden enkel aangeschakeld indien de meerwaarde groot is en de vraag binnen 350 m van het tracé ligt. Daarnaast worden watergebruikers op 350 m van de Ruinen ook aangeschakeld omwille van de makkelijke realisatie van het stadswaternetwerk binnen deze historische ondergrondse kokers. Voorbeelden zijn publieke toiletten of fontein en op korte afstand van het tracé omdat deze de zichtbaarheid van het verhaal van het Waterambacht kunnen vergroten;
- groenbevoorrading gebeurt via antennes op een aantal goed gekozen plaatsen langs het netwerk, waar plaats is voor waterbuffering en bevoorrading van wagens voor verdere mobiele waterverspreiding.

Afbeelding 5.4 Overzicht van de opgenomen watervragen in het concept



Tabel 5.1 en Afbeelding 5.4 visualiseren de watervragers die op die manier weerhouden werden. De dagdebieten voor de Stadsparkvijver, de veegwagens, Lobroekdok, Ringpark Groene Vesten, Nieuw-Zurenborg, Nieuw Oost en de marge voor toekomstig aan te sluiten gebouwen, blijven ongewijzigd ten opzichte van de eerder vermelde waarden in Tabel 3.4. Voor de volgende watervragers is de mee te nemen waterkwantiteit als volgt bepaald:

- voor stadsgroen is de in rekening te brengen oppervlakte bepaald voor de wijken langsheen het tracé nl. Borgerhout Intra Muros (noord), Borgerhout Intra Muros (zuid), Zurenborg, Haringrode, Stadspark, Centraal station, Sint-Andries, Theaterbuurt & Meir, Historisch centrum en Universiteitsbuurt. De totale oppervlakte bedraagt 227.000 m². Net zoals in de detailanalyse wordt een bevoeiing gedurende twee zomermaanden en een verdamping van 3 mm verondersteld. Deze aanpak houdt echter geen rekening met standplaats (zon - halfschaduw - schaduw), droogtegevoeligheid en/of praktische overwegingen. Het lijkt onwaarschijnlijk dat de volledige groenoppervlakte optimaal bevoeid wordt. Om hieraan

- tegemoet te komen is in samenspraak met de opdrachtgever een reductiefactor van 0,25 toegepast. De totale vraag in het studiegebied bedraagt zo 170 m³/dag in juli en augustus;
- het aantal stadsbomen met tolerantieklasse 1, 2 en 3 in dezelfde wijken bedraagt 5.609. Ook hier wordt een reductiefactor van 0,25 toegepast om dezelfde redenen als bij het stadsgroen. De totale vraag in het studiegebied bedraagt zo 529 m³/dag in het groeiseizoen;
 - het aantal sierfontein en toiletten in een straal van 350 m rond het tracé bedragen respectievelijk 7 en 10. Voor de sierfontein is er overigens vanuit gegaan dat deze enkel werkzaam zijn overdag. Het debiet wordt daarom verdubbeld en bedraagt zo $7 \cdot 0.82 \text{ m}^3/\text{dag} \cdot 2 = 11.4 \text{ m}^3/\text{dag}$;
 - ook de watervraag van de Zoo uit Tabel 3.4 wordt gereduceerd met factor 0,25 om tegemoet te komen aan het feit dat hier ook drinkwater in vult zit;
 - de watervraag gelinkt aan de zoutinvasie wordt niet expliciet opgenomen. De totale watervraag voor stadsgroen, stadsbomen en de Stadsparkvijver in het studiegebied bedraagt namelijk $170 \text{ m}^3/\text{s} + 529 \text{ m}^3/\text{dag} + 2.400 \text{ m}^3/\text{dag} = 3.100 \text{ m}^3/\text{dag}$ in droge periodes. Dit is meer dan het ingeschat debiet van 2.700 m³/dag uit de detailanalyse om zoutinvasie tegen te gaan.

5.2 Knelpuntanalyse en waterbalans

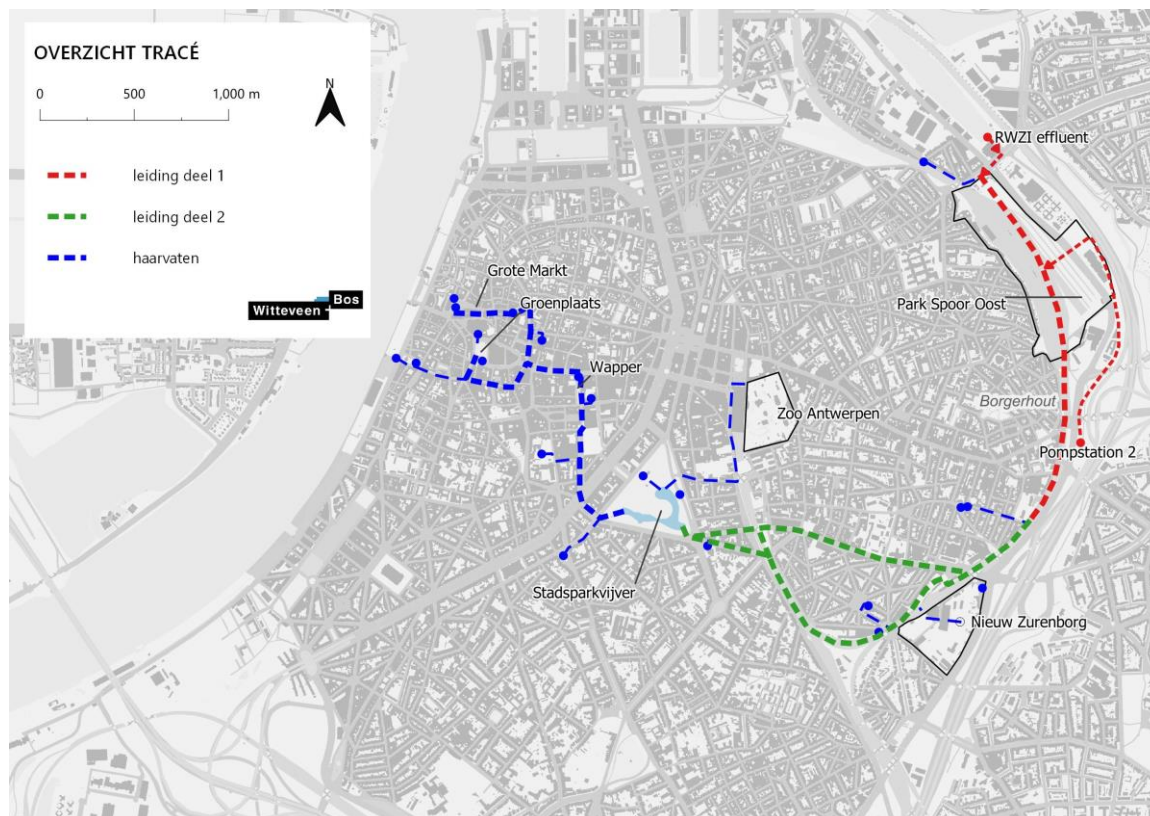
Op basis van de detailanalyse voor vraag en aanbod en van de uitgangspunten en keuzes die voor waterbronnen en watervragen gemaakt werden, worden in deze paragraaf de resultaten van de waterbalans samengevat. Er wordt een overzicht gegeven van de waternoden voor de weerhouden watervragen langs het concept tracé en ook van de beschikbare waterhoeveelheid voor elk van de drie scenario's voor de waterbronnen. Waar relevant worden de verschillen over het jaar mee vermeld. Tot slot wordt uit de berekeningen ook de nood aan buffering gehaald als de som van alle watergebruiken die vanuit een antenne mobiel verspreid worden.

Naast waterkwantiteit worden ook de waterkwaliteit van vraag en aanbod tegenover elkaar uitgezet. Knelpunten worden aangeduid en mogelijke oplossingen worden reeds voorgesteld zonder in detail te treden.

5.2.1 Waterkwantiteit

In het overzicht van de watervragen die worden opgenomen in het concept (zie Tabel 5.1), wordt een onderscheid gemaakt tussen een deel voorafgaand aan het tracé (voornamelijk voor de bevoorrading van het Lobroekdok), deel 1 en deel 2 van het hoofdtracé (respectievelijk tussen de bronnen en Ringpark Groene Vesten en vanaf Ringpark Groene Vesten tot de Stadsparkvijver) en de haarvaten van het netwerk (de kleine afzonderlijke leidingen die van de hoofdleiding aftakken en individuele watervragen bevoorraden (zie Afbeelding 5.5). Deze laatste hoeveelheden zijn als totale hoeveelheid opgenomen, en dus nog niet opgesplitst in de (nog kleinere) hoeveelheden van elke haarvatenleiding afzonderlijk. De totale watervraag varieert doorheen het jaar tussen 3.757 m³/dag en 4.286 m³/dag. Om de nodige buffervolumes in de verschillende antennes te kunnen begroten, wordt hiervoor de som gemaakt van alle maximale watervragen die vanuit een antenne mobiel verspreid worden. Dit zijn bevoorrading van groen en stadsbomen. De totale som van deze watervragen is in de zomer 962 m³.

Afbeelding 5.5 Overzicht van de verschillende delen in het tracé



Daarnaast worden in de volgende tabellen de cijfers voor de verschillende mogelijke bronnen uit paragraaf 5.1.1 aangegeven:

- Tabel 5.2: enkel RWZI effluent;
- Tabel 5.3: enkel grondwater pompstation 2 R1;
- Tabel 5.4: RWZI effluent + grondwater pompstation 2 R1.

In elk van deze tabellen wordt de beschikbare waterhoeveelheid per maand gegeven, met de gevolgen ervan voor de verschillende delen van het tracé. Verder wordt ook aangegeven wat de vereiste diameter zou moeten zijn bij watersnelheden van 1 m/s (optimaal) of bij 2 m/s (suboptimaal omdat de energieverliezen en dus de vereisten voor de pompen dan groter worden. Ervaring leert dat het optimum tussen energiekosten en kosten voor leidingaanleg doorgaans bij een leidingssnelheid tussen 1 en 1,5 m/s ligt). In het bestek werd uitgegaan van een binnendiameter van 100 mm voor de hoofdleiding van het tracé. Zoals hier verder blijkt, wijken de werkelijke waarden voor alle scenario's hiervan af en is de nodige diameter telkens groter. Hieronder worden de belangrijkste zaken voor de verschillende bronnenscenario's kort beschreven.

Enkel RWZI effluent (Tabel 5.2)

In dit scenario kan de waterbron ruimschoots in de volledige watervraag voorzien. Nodige binnendiameters van de leidingen deel 1 van het tracé (van bronnen tot Ringpark Groene Vesten) zijn tussen 256 mm (bij snelheden van 1 m/s) en 181 mm (bij snelheden van 2 m/s). In deel 2 van het tracé (tussen Ringpark Groene Vesten en de Stadsparkvijver) variëren nodige binnendiameters tussen 226 mm (bij snelheden van 1 m/s) en 160 mm (bij snelheden van 2 m/s). Gezien de grootste beperking in ruimte zich in dit deel van het tracé bevindt (ter hoogte van de Draakplaats), kan het een optie zijn om met twee parallelle kleinere leidingen te werken die boven elkaar in de spoorwegberm liggen.

Enkel grondwater pompstation 2 R1 (Tabel 5.3)

In dit scenario kan de waterbron niet in de volledige watervraag voorzien. Hierbij moet wel enige nuance gemaakt worden, aangezien zowel de beschikbaarheid van bemalingswater in 2050 als de watervragen vrij conservatief en dus veilig benaderd zijn. Het is dus mogelijk dat het bemalingswater van de ring R1 minder dan de helft zal dalen tegenover vandaag. Tegelijk gaan de watervragen uit van een optimale bevloeiing van

groen en bomen. De keuze om dit op een suboptimale manier te doen kan gemaakt worden zonder blijvende schade te veroorzaken. In de begroting van de diameters van de leidingen wordt hier verder uitgegaan van de beperkende factor, namelijk de hoeveelheid afkomstig van de waterbron.

Nodige binnendiameters van de leidingen deel 1 en deel 2 van het tracé (van bronnen tot Ringpark Groene Vesten en de Stadsparkvijver) zijn tussen 230 mm (bij snelheden van 1 m/s) en 163 mm (bij snelheden van 2 m/s). Deze gelijke diameters komen doordat de eerste watervrager in het tracé, namelijk Ringpark Groene Vesten, in de waterbalans beperkt werd in de watertoevoer. Ter volledigheid dient vermeld te worden dat wanneer er meer water zou nodig zijn voor de gebieden buiten het studiegebied (en langsheen Ringpark Groene Vesten), zowel dit pompstation als het pompstation aan Desguinlei zal worden aangesproken.

RWZI effluent + grondwater pompstation 2 R1 (Tabel 5.4)

In dit scenario zijn de resultaten identiek als in het scenario met enkel RWZI effluent als waterbron, aangezien de beschikbare waterhoeveelheid ruim groter is dan de watervraag en deze laatste dus de bepalende factor is voor de nodige dimensies van de leidingen.

5.2.2 Waterkwaliteit

In de detailanalyse werd voor de vereiste waterkwaliteit voor de watervragers onderscheid gemaakt tussen een lage, middelmatige en hoge eis. Een lage eis komt over het algemeen overeen met stadswater dat wordt geïnfiltreerd in kader van groenbevoeiing. Het houdt dan ook verband met het gezond houden van groen maar het kan ook gelinkt worden met de milieukwaliteitsnorm voor het grondwaterlichaam Centrale Zanden van de Kempen (VLAREM II, artikel 2.4.1.1). Een middelmatige eis staat representatief voor stadswater gelinkt aan een menselijke handeling (toiletten, wasserettes, veeuwagens) of vijverwater. Dit stadswater moet dus minstens voldoen aan bepaalde zintuiglijke kenmerken en mag geen prioritair stoffen¹ bevatten. Voor vijverwater kan gekeken worden naar de milieukwaliteitsnorm voor oppervlaktewater met bestemming viswater (VLAREM II, Bijlage 2.3.4) en de milieukwaliteitsnorm voor oppervlaktewater van het type grote rivier (VLAREM II Bijlage 2.3.1). Een hoge eis houdt veelal stadswater in waar menselijke inname niet te vermijden is (fontein en Lobroekdok). Voor zwemwater wordt verwezen naar de milieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewateren, met bestemming zwemwater (VLAREM II, artikel 2.3.3.1). Voor fonteinwater bestaan er vooralsnog geen officiële normen. Afstemming met de beheerders is daarom nodig. Het inzetten van stadswater voor ziekenhuizen, brouwerijen etc. houdt verband met drinkwater en valt buiten de scope van deze studie.

In deze knelpuntanalyse wordt bewust niet gekozen voor een gedetailleerde vergelijking van de waterkwaliteit van de twee waterbronnen (RWZI Deurne en grondwater pompstation 2 R1) met bovenstaande milieukwaliteitsnormen. Enerzijds zijn deze milieukwaliteitsnormen niet altijd volledig representatief voor de gegeven watervraag. Anderzijds willen we in deze conceptfase voornamelijk de hoofdknelpunten adresseren eerder dan een volledige gedetailleerde zuiveringsschema uitwerken. Verdere detaillering kan op basis van diepgaander, gericht onderzoek in de volgende projectfases.

Scenario 1: Enkel RWZI effluent

Gebruik van RWZI effluent voor de watervragers met een lage waterkwaliteitseis is mogelijk. Op basis van de Geoloket staalnames is niet duidelijk of er nog gevaarlijke stoffen aanwezig zijn die het gebruik van maaisel en hakhout in gedrang brengen. Verdere analyses zijn hiervoor nodig. Zowel de geleidbaarheid (1.550 µS/cm) als het chloridegehalte (104 mg/l) overschrijden de milieukwaliteitsnorm voor grondwater (respectievelijk 940 µS/cm en 88 mg/l) waardoor het gebruiken van RWZI effluent voor infiltratie niet zonder risico is wat betreft verzilting. Zouten remediëren is echter een complex gegeven en aldus niet gewenst. Een alternatief is werken met verdunning (zie scenario 3).

¹ Prioritaire stoffen zijn stoffen die een groot risico vormen in en via het watermilieu. Ze worden opgelijst in de Kaderrichtlijn Water. De meest risicovolle stoffen op de lijst zijn aangemerkt als prioritair gevaarlijk.

Ook gebruik van RWZI effluent voor de watervragers met een middelmatige waterkwaliteitseis in kader van de Stadsparkvijver vergt zuivering. Het grootste risico is het eutrofiëringspotentieel, al kan bij voldoende doorstroming dit risico al een stuk verlaagd worden. Bijkomend onderzoek is nodig om de nutriëntenconcentraties te vertalen naar een hoeveelheid algen en de zuiveringsvraag te begroten. Met behulp van een technische zuivering kunnen filters ingezet worden om fosfaat verder te verwijderen. Mogelijks kan hiermee ook een deel nitraat en ammonium mee worden geredimeerd. Opnieuw is na te gaan of er geen gevaarlijke stoffen (zoals drugsrestanten, geneesmiddelen etc.) en metalen aanwezig zijn. Een actief koolfilter kan evenwel helpen bij het verwijderen van dergelijke componenten. Ook met behulp van een natuurlijke zuivering kan de overmaat aan nutriënten evenals eventuele gevaarlijke stoffen gereduceerd worden. Vervolgens ligt het nitrietgehalte boven de richtwaarde voor viswater. Nitriet is een giftig product in vijverwater en is de tussenstap in de omzetting van ammoniak tot nitraat. Bij voldoende doorstroming stelt het probleem zich minder door de extra toevoer van zuurstof, al is enige voorzichtigheid nog steeds aangewezen. Tot slot dient ook de overschrijding van het zinkgehalte (0,04 mg/l) ten opzichte van de milieukwaliteitsnorm voor oppervlaktewater (0,02 mg/l) vermeld te worden. Een zandfilter is hier voor aangewezen.

Voor de watervragers met een hoge waterkwaliteitseis (fonteinen en Lobroekdok) is het niet onwaarschijnlijk dat desinfectie met behulp van actief chloor moet toegepast worden. Het is namelijk te verwachten dat RWZI water nog vrij veel bacteriën bevat. Hier zijn echter te weinig gegevens voorhanden om een sluitende conclusie te trekken. Gebruik van actief chloor voor het volledig debiet van de waterverbinding is niet wenselijk met oog op de andere watervragers. Mogelijks is dergelijke zuivering in kader van het Schijnpoortnetwerk ook niet nodig gezien dergelijke zuivering reeds voorzien is op locatie (fonteinen en Lobroekdok).

Scenario 2: Enkel grondwater pompstation 2 R1

Voor gebruik van het bemalingswater van de ring voor de watervragers met een lage waterkwaliteit is zuivering nodig. Allereerst is een KWS-scheider nodig die de fractie aan minerale oliën eruit kan halen. Ook het sulfaatgehalte (290 mg SO₄/l) overschrijdt de grondwaterkwaliteitsnorm (250 mg SO₄/l). Verwijderen van sulfaat is moeilijk.

Naast de overmaat aan minerale oliën en sulfaten, die uiteraard ook niet gewenst zijn voor de watervragers met een middelmatige waterkwaliteitseis, vergt ook zink de aandacht. De concentratie van dit element (0,078 mg/l) overschrijdt namelijk de milieukwaliteitsnorm voor oppervlaktewater (0,02 mg/l). Opnieuw is een zandfilter hiervoor aangewezen. Mogelijks ligt ook het nitrietgehalte boven de richtwaarde voor viswater. Bij voldoende doorstroming stelt het probleem zich minder door de extra toevoer van zuurstof, al is enige voorzichtigheid nog steeds aangewezen. Tot slot stelt de milieukwaliteitsnorm voor viswater dat het chloridegehalte hoger is dan 100 mg/l. Het chloridegehalte voor het grondwater van pompstation 2 bij droog weer bedraagt slechts 77 mg/l.

Voor de watervragers met een hoge waterkwaliteitseis (fonteinen en Lobroekdok) is het niet onwaarschijnlijk dat desinfectie met behulp van actief chloor moet toegepast worden. Dit dient te gebeuren ter hoogte van de locatie van de watervragers zelf.

Scenario 3: RWZI effluent + grondwater pompstation 2 R1

De knelpuntanalyse van de twee bovenstaande paragrafen is ook hier nog geldig. Het voordeel van het mengen van de twee bronnen is tweeledig. Zo is er een efficiëntere verwijdering van fosfaat uit het RWZI water mogelijk doordat het vlokken vormt met het ijzer uit het bemalingswater. Anderzijds is er sprake van een verdunningseffect op vlak van sulfaten (lage concentraties in het RWZI effluent, hoge in het bemalingswater) en zouten/chloriden (hoge concentraties in het RWZI effluent, lage in het bemalingswater). Deze effecten dienen gekwantificeerd te worden in een verdere fase van het project.

Tabel 5.1 Overzicht van de watervragen doorheen het jaar in m³/dag

Watervraag	Stadsgroen	Stadsbomen	Stadsparkvijver	Sierfonteinen (#7)	Veegwagens	Stedelijke toiletten (#10)	Lobroekdok	Ringpark Groene Vesten	Nieuw-Zurenborg	Nieuw Oost	Marge gebouwen	De Zoo	Totaal
Tracé	Haarvaten	Haarvaten	Deel 2	Haarvaten	Haarvaten	Haarvaten	Voor tracé	Deel 1	Deel 2	Deel 1	Haarvaten	Haarvaten	
januari	0	0	2.400	11,4	50	1	432	950	116	28	200	50	5.576
februari	0	0	2.400	11,4	50	1	432	950	116	28	200	50	5.552
maart	0	0	2.400	11,4	50	1	432	950	116	28	200	50	5.542
april	0	0	2.400	11,4	50	1	432	950	116	28	200	50	5.537
mei	0	529	2.400	11,4	50	1	432	950	116	28	200	50	6.210
Juni	0	529	2.400	11,4	50	1	432	950	116	28	200	50	6.232
juli	170	529	2.400	11,4	50	1	432	950	116	28	200	50	6.238
augustus	170	529	2.400	11,4	50	1	432	950	116	28	200	50	6.240
september	0	529	2.400	11,4	50	1	432	950	116	28	200	50	6.212
oktober	0	0	2.400	11,4	50	1	432	950	116	28	200	50	5.535
november	0	0	2.400	11,4	50	1	432	950	116	28	200	50	5.529
december	0	0	2.400	11,4	50	1	432	950	116	28	200	50	5.545

Tabel 5.2 Waterbalans voor het scenario van de waterbronnen met enkel RWZI effluent in m³/dag, tenzij anders aangegeven

	RWZI Deurne	Debiet leiding voor tracé	Debiet leiding haarvaten	Debiet leiding haarvaten en Deel 2	Debiet leiding haarvaten, Deel 2 en Deel 1
januari	22.091	432	262	2.778	3.757
februari	22.091	432	262	2.778	3.757
maart	22.091	432	262	2.778	3.757
april	22.091	432	262	3.308	3.757
mei	22.091	432	792	3.308	4.286
juni	22.091	432	792	3.478	4.286
juli	22.091	432	962	3.478	4.486
augustus	22.091	432	962	3.308	4.486
september	22.091	432	792	2.778	4.286
oktober	22.091	432	262	2.778	3.757
november	22.091	432	262	2.778	3.757
december	22.091	432	262	2.778	3.757

max debiet [l/s]	5,00	11,13	40,25	51,57
diameter bij 1 m/s [m]	0,080	0,119	0,226	0,256
diameter bij 2 m/s [m]	0,056	0,084	0,160	0,181

Tabel 5.3 Waterbalans voor het scenario van de waterbronnen met enkel het bemalingsgrondwater van pompstation 2 R1 in m³/dag, tenzij anders aangegeven

	Pompstation 2 R1 grondwater	Debiet leiding voor tracé	Debiet leiding haarbaten	Debiet leiding haarbaten en Deel 2	Debiet leiding haarbaten, Deel 2 en Deel 1
januari	3.585	432	262	2.778	3.585
februari	3.585	432	262	2.778	3.585
maart	3.585	432	262	2.778	3.585
april	3.585	432	262	3.308	3.585
mei	3.585	432	792	3.308	3.585
juni	3.585	432	792	3.478	3.585
juli	3.585	432	962	3.478	3.585
augustus	3.585	432	962	3.308	3.585
september	3.585	432	792	2.778	3.585
oktober	3.585	432	262	2.778	3.585
november	3.585	432	262	2.778	3.585
december	3.585	432	262	2.778	3.585
	max debiet [l/s]	5,00	11,13	40,25	41,49
	diameter bij 1 m/s [m]	0,080	0,119	0,226	0,230
	diameter bij 2 m/s [m]	0,056	0,084	0,160	0,163

Tabel 5.4 Waterbalans voor het scenario van de waterbronnen met zowel RWZI effluent als het bemalingsgrondwater van pompstation 2 R1 in m³/dag, tenzij anders aangegeven

	RWZI Deurne	Pompstation 2 R1 grondwater	Debiet leiding voor tracé	Debiet leiding haarbaten	Debiet leiding haarbaten en Deel 2	Debiet leiding haarbaten, Deel 2 en Deel 1
januari	22.091	3.585	432	262	2.778	3.757
februari	22.091	3.585	432	262	2.778	3.757
maart	22.091	3.585	432	262	2.778	3.757
april	22.091	3.585	432	262	3.308	3.757
mei	22.091	3.585	432	792	3.308	4.286
juni	22.091	3.585	432	792	3.478	4.286
juli	22.091	3.585	432	962	3.478	4.486
augustus	22.091	3.585	432	962	3.308	4.486
september	22.091	3.585	432	792	2.778	4.286
oktober	22.091	3.585	432	262	2.778	3.757
november	22.091	3.585	432	262	2.778	3.757
december	22.091	3.585	432	262	2.778	3.757
		max debiet [l/s]	5,00	11,13	40,25	51,57
		diameter bij 1 m/s [m]	0,080	0,119	0,226	0,256
		diameter bij 2 m/s [m]	0,056	0,084	0,160	0,181

5.3 Tracé

5.3.1 Buffering

In deze paragraaf worden een aantal mogelijkheden voor aan te sluiten antennes langsheen het tracé overlopen. Antennes zijn locaties waar buffervolume beschikbaar is. Op die manier kan de beschikbare buffer met het relatief lage debiet van het hoofdnetwerk dag en nacht geleidelijk vullen zodat een tankwagen sneller een groot debiet uit het netwerk kan halen. Vanuit deze antennes kan een deel van de waterbevoorrading (groen, bomen, aanvulling grondwater via overvloedige bevoeiing van groen, noden voor veeuwagens) mobiel georganiseerd worden. Door de verspreide ligging van de antennes langsheen het netwerk is de nodige perimeter van de tankwagens beperkter in vergelijking met het huidige klimaat, waarin het RWZI effluent aan de bron zelf wordt getankt en over de stad verspreid voor bevoeiing. Volgende criteria zijn van belang om te overwegen of een bufferlocatie in aanmerking komt als antenne in het stadswaternetwerk:

- nabijheid bij het tracé (zie paragraaf 5.3.3);
- grootte van de beschikbare bufferlocatie;
- mogelijkheid om een gemakkelijk bereikbare tankplaats in de omgeving te voorzien.

Het is belangrijk dat de totale grootte van de bufferlocaties een grootteorde kan bereiken die in de buurt komt van de watervraag van alle mobiel te bedienen vragers (groen, bomen en aanvulling van grondwater). De grootteorde van deze vragen komt op maximaal 1.905 m³/dag (zie ook paragraaf 5.2). Deze hoeveelheid moet verdeeld worden over buffers in de gekozen antennes. Verder wordt ook gekeken of de bufferruimte voor het stadswaternetwerk voldoende is om een of (bij voorkeur) meerdere tankwagens te vullen. Hierbij wordt op basis van commercieel beschikbare afmetingen uitgegaan van een (maximaal) volume voor een cistern van een tankwagen van 35.000 l.

De meeste van deze buffers zijn niet uitsluitend voor het waternetwerk beschikbaar, maar hebben tegelijk ook andere functies (zoals opvang van hemelwater, beleving). Daarom is het belangrijk om een gedoseerde aanvulling van deze buffers te realiseren met het stadswaternetwerk, die voldoende ruimte beschikbaar laat voor de andere functies. Zeker in geval van hemelwaterbuffer is een goede monitoring en een slimme sturing van deze buffers aangewezen. In deze studie wordt ervan uit gegaan dat dergelijke sturing op de meeste van de buffers nodig zal zijn, maar het uitwerken van de sturing zelf hoort niet tot de scope van de studie. In de kostenraming wordt in grote lijnen wel rekening gehouden met dergelijk sturingssysteem. Een monitoringssysteem heeft als bijkomend voordeel dat de mobiele bevoorradingsdiensten vanop afstand kunnen weten of en hoeveel water er in een antenne beschikbaar is en zo onnodige verplaatsingen te vermijden.

Voor elk van de weerhouden antennes is een gemakkelijk bereikbare parkeerplaats in de omgeving gezocht om water te tanken. Dat betekent dat er naar deze locatie een (relatief grote) leiding moet komen zodat de tankwagens snel volgetankt kunnen worden.

Hieronder worden een aantal potentiële locaties in de buurt van het tracé overlopen en wordt hun bruikbaarheid op basis van bovenvermelde criteria overwogen.

Den Botaniek

De regenwaterputten aan den Botaniek moeten nog geplaatst worden als deel van een project dat over enkele maanden zal opgeleverd worden (mondelinge mededeling Arne Cattaert). Het beschikbare buffervolume, dat vooral dient voor regenwateropvang is in totaal 3 x10.000 liter (30 m³). Het geschatte gemiddeld verbruik op deze locatie schommelt tussen 400 en de 1.000 m³/jaar. Gezien het relatief beperkte volume in vergelijking met de noden van het stadswaternetwerk en tegelijk ook het dubbele gebruik van deze buffer (combinatie met regenwateropvang), wordt besloten om deze locatie niet in het netwerk op te nemen.

Blusbuffer Grote Markt

Op de Grote Markt is een historische bufferlocatie aanwezig die oorspronkelijk diende om bluswater te tanken, maar die momenteel niet meer wordt gebruikt. De buffercapaciteit van deze locatie bedraagt 120 m^3 , die volledig beschikbaar kan zijn voor het waternetwerk. Op basis hiervan wordt besloten om deze locatie als antenne in het netwerk toe te voegen. Door het relatief beperkte buffervolume is het wel belangrijk om monitoring op de buffer te voorzien zodat mobiele diensten geen onnodige verplaatsingen uitvoeren indien de buffer leeg is.

Groenplaats

Momenteel wordt er een ondergronds bufferconcept uitgewerkt voor de heraanleg van de Groenplaats. De grootteorde van deze bufferlocatie (ongeveer 1.000 m^3) staat het toe om een overdimensie van enkele 100 m^3 te bevatten om voor het stadswaternetwerk te dienen. Door de combinatie met regenwateropvang, is een slimme sturing van deze buffervoorziening wel aangewezen, zodat het nodige buffervolume niet is opgebruikt wanneer er neerslagbuien moeten opgevangen worden. Deze locatie wordt als antenne aan het netwerk toegevoegd.

Bassin van de Ruien

Zoals in paragraaf 3.2.1 vermeld, is er een potentiële watervraag vanuit het Bassin van de Ruien, dat zich bevindt ter hoogte van de Suikerrui. Het doel van deze vraag is om voldoende water te voorzien om toeristische bezoeken met een bootje mogelijk te maken. Deze locatie zou in dat geval eventueel ook als antenne met buffer kunnen dienen in het netwerk. Er is echter nog maar weinig concreet gekend (zoet of zout water, exacte watervraag) en er bestaat ook een risico dat de gewenste boottochten de waterkwaliteit negatief beïnvloeden. Bovendien is deze locatie zeer dicht gelegen bij de blusbuffer onder de Grote Markt en de buffer onder de Groenplaats. Daarom is beslist om het Bassin van de Ruien niet te weerhouden als antenne in het netwerk.

Stadsparkvijver

Door de overhoogte van de Stadsparkvijver beperkt te verhogen, kan ineens een groot buffervolume voorzien worden. De oppervlakte van een Stadsparkvijver die tot 2,5 m TAW gevuld is, is immers ongeveer 17.000 m^2 . Een waterpeilverhoging van 10 cm creëert ineens een extra buffervolume van 1.700 m^3 . Gezien de omvang van de watervraag, is een grotere schommeling dan 10 cm in de stadsparkvijver door deze antennefunctie dus niet te verwachten.

In Afbeelding 3.4 wordt getoond wat het nodig aanvuldebiet is om het peil van de Stadsparkvijver op een gewenst niveau te houden. Uitgaande van een situatie tussen het hoge en het lage infiltratiescenario (de rode lijn op de grafiek), is er ongeveer $50 \text{ m}^3/\text{u}$ nodig om 0,5m extra waterhoogte te creëren. Om een overhoogte van 10 cm te realiseren, is op die manier $10 \text{ m}^3/\text{u}$ of $240 \text{ m}^3/\text{dag}$ nodig om de te verwachten infiltratie te compenseren. Deze infiltratie draagt ineens bij aan de aanvulling van de grondwatertafel en het terugdringen van het zoute grondwater. Daarbij moet ook het uiteindelijk nodige buffervolume voor mobiele verspreiding aangevoerd worden.

De situatie van de Stadsparkvijver wordt op die manier beïnvloed door diverse factoren, zoals de toevoer van bemalingswater van Den Bell, de doorvoer van het water van het stadswaternetwerk, het creëren van extra overhoogte voor de rol als antenne en buffer, en tot slot de opvang van hemelwater uit de omgeving. Een goede (regelbare) instelling van de overstort vanuit de Stadsparkvijver naar de rest van het stadsnetwerk is hierbij belangrijk, aangezien die het maximaal peil in de vijver zal bepalen, maar ook de toevoer naar de rest van het netwerk. Ook monitoring van de peilen in de vijver en een slimme sturing van de diverse aanvoerende systemen zal nodig zijn. Deze locatie wordt als antenne aan het netwerk toegevoegd.

Ringpark Groene Vesten

Een andere locatie die mogelijkheden biedt als antenne met buffer is het Ringpark Groene Vesten (zie paragraaf 3.2.1). Aangezien het ontwerp van dit park nog loopt in het kader van de Oosterweelverbinding, is het waarschijnlijk mogelijk om hiervoor plaats te voorzien. Hier is het echter veel moeilijker om een overdimensie van een bestaande buffer of vijver te voorzien zoals voor de Stadsparkvijver. Uit de droogtestudie blijkt namelijk dat 80 % van het water dat in de nabije omgeving van de R1 wordt geïnfiltreerd terug door de bemalingspompen wordt opgepompt, zij het met een tijdsvertraging van een tweetal

maanden erop. Vanuit die overweging kan ervoor gekozen worden om een afzonderlijke buffer te voorzien die een impermeabele bodem heeft. Met een netto oppervlakte van 300 m² voor dergelijke buffer en een waterdiepte van 1 m kan 300 m³ gebufferd worden. Ook hier is monitoring van het vulpeil van de buffer aangewezen. Afhankelijk van de gewenste combinatie met andere functies kan ook aan een slimme sturing gedacht worden.

Deze locatie wordt als antenne aan het netwerk toegevoegd.

In het concept dat verder wordt uitgewerkt, wordt ervan uit gegaan dat deze antenne dient voor bevoorrading van de binnenstad. Enerzijds is de scope van dit project afgebakend tot dat gebied, maar anderzijds wordt er ook vanuit gegaan dat er voor de waternoden voor de buitenzone rond de stad (Wilrijk, Berchem, Deurne en Borgerhout extra muros) alternatieve aanvoerwegen en eventueel ook andere bronnen voorzien kunnen worden. Indien dit niet het geval zou zijn, is het een optie om het eerste deel van het tracé (tussen de aanvoerbronnen en Ringpark Groene Vesten) en de buffer aan de antenne zelf in capaciteit uit te breiden om van hieruit ook een mobiele voorziening van de waternoden in dit buitengebied te organiseren. In paragraaf 6.3 wordt hier kort verder op ingegaan.

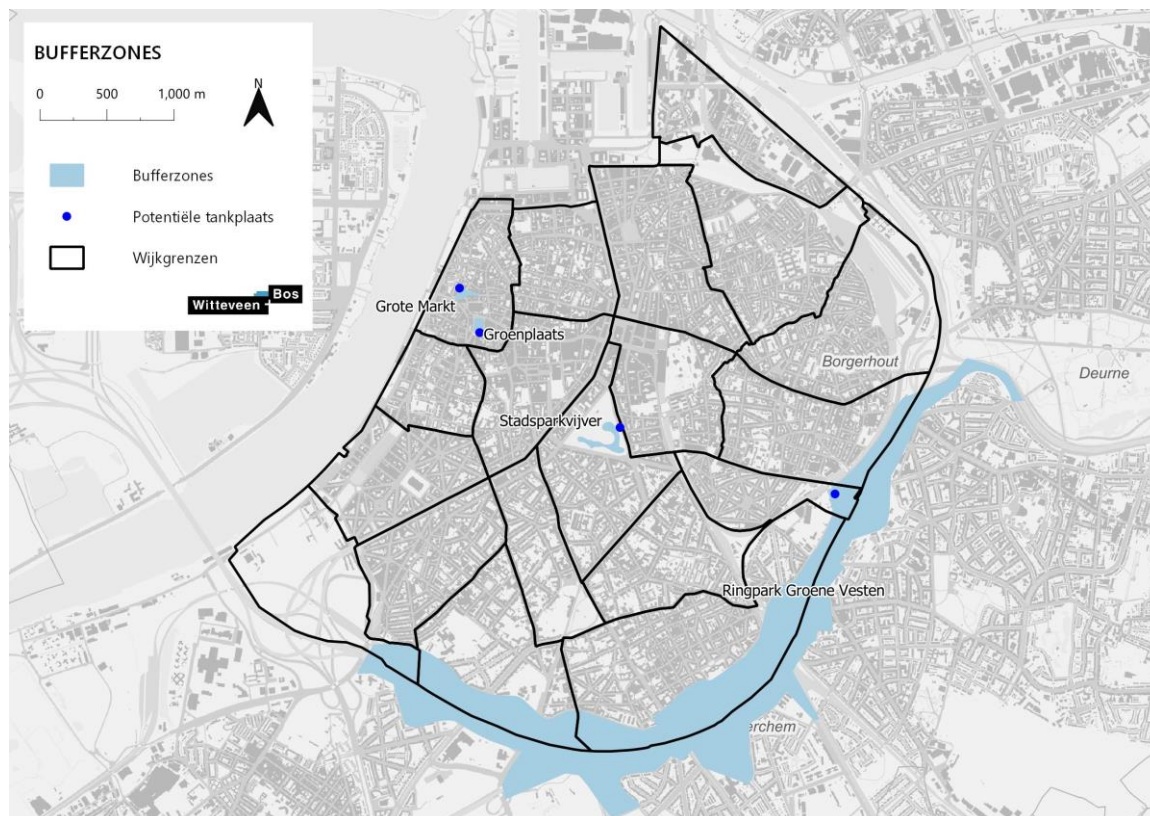
Overzicht weerhouden antennes

De weerhouden antennes worden samen met mogelijke tankplaatsen getoond op [Afbeelding 5.6](#). De aangegeven tankplaatsen zijn indicatief, kunnen wijzigen op basis van technische en praktische overwegingen bij realisatie van het netwerk. Ze dienen echter als basis om de technische en financiële haalbaarheid te kunnen inschatten. In [Tabel 5.5](#) wordt een overzicht gegeven van de specifieke kenmerken en het geschatte volume van elk van de buffervolumes bij deze antennes. Het totaal geschatte volume van al deze buffers is 2.720 m³, wat ruim volstaat om aan de nodige vraag voor mobiele waterverspreiding (2.240 m³) te voldoen.

Tabel 5.5 Overzicht van de weerhouden antennes met hun buffervolume

Locatie	Type buffer	Aandachtspunten	Schatting bruikbaar volume
blusbuffer Grote Markt	ondergronds	enkel stadswaternetwerk; monitoring nodig	120 m ³
Groenplaats	ondergronds	combinatie met hemelwateropvang; monitoring en slimme sturing nodig	300 m ³
stadsparkvijver	bovengronds	combinatie met beleving en hemelwateropvang; monitoring en slimme sturing (o.m. regeling overlaat) nodig	1.700 m ³
ringpark Groene Vesten	bovengronds	impermeabele bodem overwegen; monitoring nodig	600 m ³

Afbeelding 5.6 Bufferlocaties als antennes in het stadswaternetwerk



5.3.2 Zuivering

In de knelpuntanalyse voor waterkwaliteit werd onderscheid gemaakt tussen een lage, middelmatig en hoge waterkwaliteitseis. De centrale zuivering heeft als doel te voldoen aan de lage en middelmatige eis. Voor de hoge waterkwaliteitseis is veelal desinfectie nodig. Desinfectie, *i.e.* het doden van bacteriën en virussen, is echter nefast wanneer het stadswater wordt gebruikt voor het bevoeien van stadsgroen en -bomen en de Stadsparkvijver. Om deze reden gebeurt de finale zuivering voor Lobroekdok en de sierfonteinen ter plaatse. Het is reeds geweten dat Lobroekdok zal voorzien in eigen zuivering. Voor de sierfonteinen is het toevoegen van chloortabletten (indien nodig) reeds onderdeel van het beheer en onderhoud.

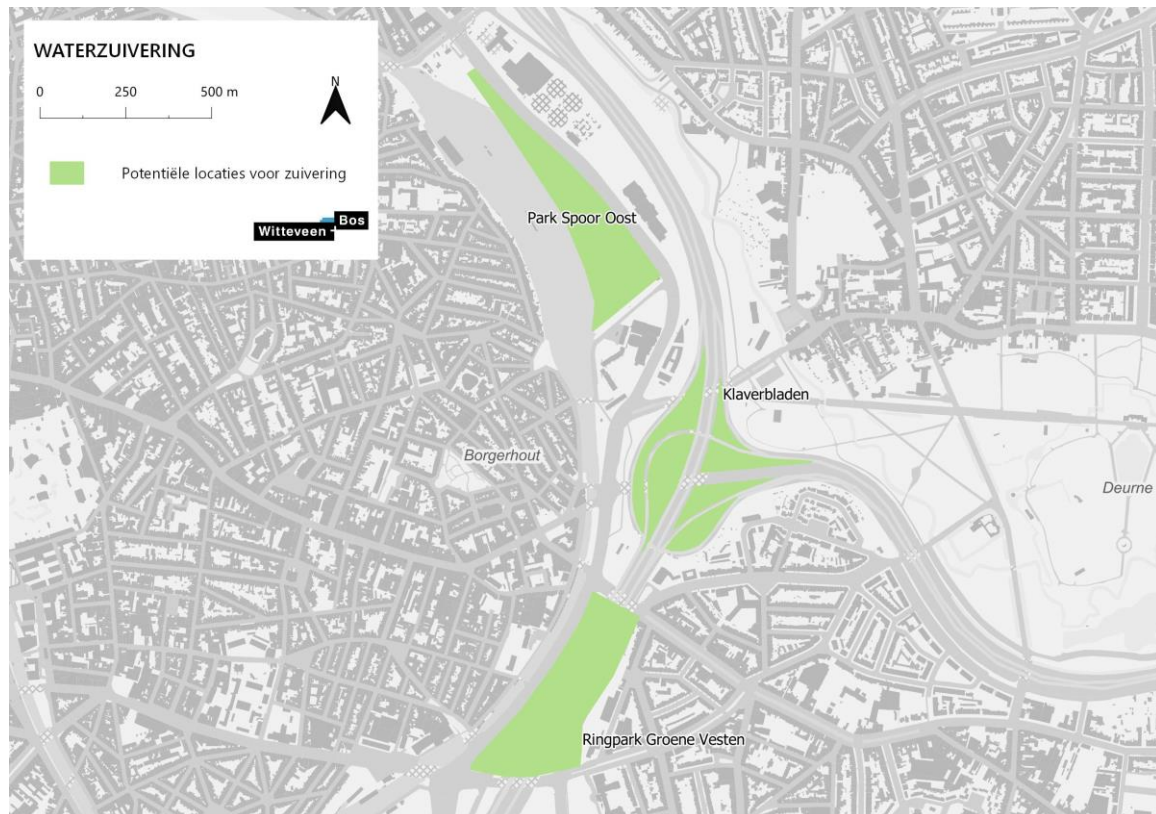
Het ruimtegebruik van de zuiveringsvraag hangt af van het uiteindelijk debiet van de waterverbinding. Het maximale debiet op het netwerk bedraagt nu 65 l/s of 235 m³/u (Tabel 5.2). Een technische zuivering voor dergelijk debiet heeft een vrij ingrijpend karakter op de omgeving. 241 m³/u komt al snel overeen met een vier à vijftal silo's van 4,5 m hoog en 3,0 m diameter. Een natuurlijke zuivering voor dergelijk debiet heeft een minder ingrijpend visueel karakter op de omgeving maar gaat wel gepaard met een groot ruimtebeslag. Voor een debiet van 235 m³/u zijn enkele 1.000 m² nodig.

In deze fase van het project worden drie mogelijke zuiveringslocaties langs het hoofdtracé voorgesteld: park Spoor Oost, de klaverbladen van het oprittencomplex en Ringpark Groene Vesten (Afbeelding 5.7). Theoretisch gezien is voor elk van deze locaties genoeg ruimte om zowel een technische als natuurlijke zuivering te voorzien, maar dit is zonder rekening te houden met andere gebruiksfuncties van deze locaties.

De zuiveringslocatie van Park Spoor Oost is makkelijk te vereenzelvigen met het scenario waar enkel effluent van RWZI Deurne wordt gebruikt gezien deze vlak naast elkaar gelegen zijn. Het gebruik van de klaverbladen van het oprittencomplex kan voordelig zijn omdat het mogelijk minder in strijd is met de huidige gebruiksfunctie. De complexiteit van de uitwerking is echter mogelijks groter als gevolg van het feit dat dit een gepartitioneerde ruimte is en onderboringen nodig zullen zijn. Het deel van het Ringpark Groene Vesten nabij Schijnpoort inzetten als (natuurlijke) zuiveringslocatie behoort tot slot ook tot de opties

(Afbeelding 5.7). Wel dient vermeld te worden dat voor deze locatie het voorzien van stadswater voor het stadsproject Nieuw-Oost een extra complexiteit met zich meebrengt. Het stadsproject bevindt zich dan immers vóór de zuivering in het netwerk.

Afbeelding 5.7 Potentiële zuiveringslocaties



5.3.3 Scenario's

In deze paragraaf worden de verschillende delen van het tracé beschreven. Hierbij wordt vertrokken van de uitgangspunten die de basis vormen voor de visie (hoofdstuk 4) en de scenario's die werden uitgewerkt voor waterbronnen en watervragers (Paragraaf 5.1). Zoals eerder beschreven, worden er langs het tracé antennes gekozen met buffercapaciteit waar watercaptatie mogelijk is en verdere mobiele verdeling kan vertrekken. Deze antennes zijn Ringpark Groene Vesten, de Stadsparkvijver, de geplande ondergrondse buffering onder de Groenplaats en de blusbuffers onder de Grote Markt. Bovendien worden er op een afstand van minder dan 350 m van het tracé en van de Ruinen haarvaten aangesloten (i.e. kleine toevoerbuisen) voor individuele gebruikers met grote zichtbaarheid (bijvoorbeeld toiletten, sierfontein). Locaties voor zuivering worden aan het begin van het tracé voorzien met uitzondering van Lobroekdok en de sierfontein (indien desinfectie nodig is).

Voor een aantal delen (aantakking bronnen, zuiveringslocaties, verbinding naar stadspark) zijn er nog een aantal keuzemogelijkheden. Deze mogelijkheden worden allemaal vermeld en de consequenties, bestaande uit moeilijkheden en onzekerheden die erbij horen worden geschetst. Waar mogelijk wordt aangegeven hoe haalbaar een scenario is en of het voorkeur geniet. In overleg met de opdrachtgever werd echter beslist om nog geen definitieve keuze van de te gebruiken bronnen te maken en het concept verder uit te werken uitgaande van het maximaal aantal mogelijke aantakkingen (scenario 3). Indien de keuze uiteindelijk toch anders gemaakt wordt, is de technische en financiële haalbaarheid van het stadswaternetwerk veilig benaderd. Op die manier wordt vermeden dat er achteraf plotse verrassingen zouden opduiken.

Scenario's voor de aantakking van de bronnen

Afbeelding 5.8 Overzicht van de mogelijke scenario's voor de aantakking van de bronnen. Belangrijke opmerking hierbij is dat bij schrijven van dit rapport de nieuwe locatie van de perseleidingen van pompstation 2 naar het Lobroekdok nog niet gekend was bij de stad. Deze figuur geeft met andere woorden de oude situatie weer



De verschillende scenario's voor de mogelijke waterbronnen in het stadswaternetwerk zijn beschreven in paragraaf 5.1. Afbeelding 5.8 geeft een overzicht van de consequenties van deze scenario's op de ligging van het eerste deel van het tracé. In het eerste scenario is al het bronwater afkomstig van het RWZI effluent en vertrekt de leiding van daaruit doorheen Park Spoor Oost om verder te lopen langsheen de spoorweg. In het tweede scenario is al het bronwater afkomstig van de grondbemaling van de R1 ter hoogte van pompstation 2. Het tracé vertrekt ter hoogte van het pompstation, kruist de R1 en loopt van hieruit naar het hoofdtracé langsheen de spoorweg. Merk op dat de verbinding van het water van pompstation 2 naar Park Spoor Oost eventueel ook via een van de wachtkokers van het Schijn zou kunnen gerealiseerd worden als alternatief op het voorgestelde tracé. Dit maakt het traject langer, maar mogelijk eenvoudiger om te realiseren. In het derde scenario is de kruising van de bestaande leiding van pompstation 2 naar het Lobroekdok en de wachtkokers tussen het Schijn en de RWZI een belangrijk schakelpunt waar water van de RWZI en pompstation 2 bijeen komen. Merk hierbij op dat het aangeduide tracé van de kokers voor het bemalingswater van pompstation 2 afkomstig is uit de workshop Waterstromen. Bij de voorbereidende werken voor de Oosterweelverbinding werd dit traject meer naar het westen verlegd. De verlegging van deze perseleiding wordt meegenomen in de het schetsontwerp in Hoofdstuk 7. In dit scenario zou ook kunnen gekozen worden voor een directe aansluiting van het water van pompstation 2 op het tracé (zoals in scenario 2) en dus niet via de perseleiding langs de RWZI. Deze keuze zal mee bepaald worden door de keuze van de locatie voor de zuivering.

Scenario's voor het middendeel met aftakking naar de Stadsparkvijver

In dit deel van het tracé zijn er drie varianten mogelijk voor het tracé. De uiteindelijke keuze hiervan hangt samen met de mogelijkheid om (een deel van) het oorspronkelijke tracé van de Herentalse Vaart te hergebruiken voor het stadswaternetwerk. Dit oorspronkelijke tracé liep onder de PlantinMoretuslei naar de Stadsparkvijver. Bij het schrijven van dit rapport was de status van dit historische watertransportnetwerk nog niet gekend. Er wordt onder meer gepland om een aantal putten te bezichtigen in het gedeelte tussen de Mercatorstraat en het Stadspark met riooldeksels die geen deel uitmaken van de bestaande stadsriolering. Daarom worden in het rapport nog drie scenario's voorgesteld, die afhangen van de beschikbaarheid van dit oorspronkelijke netwerk (Afbeelding 5.9):

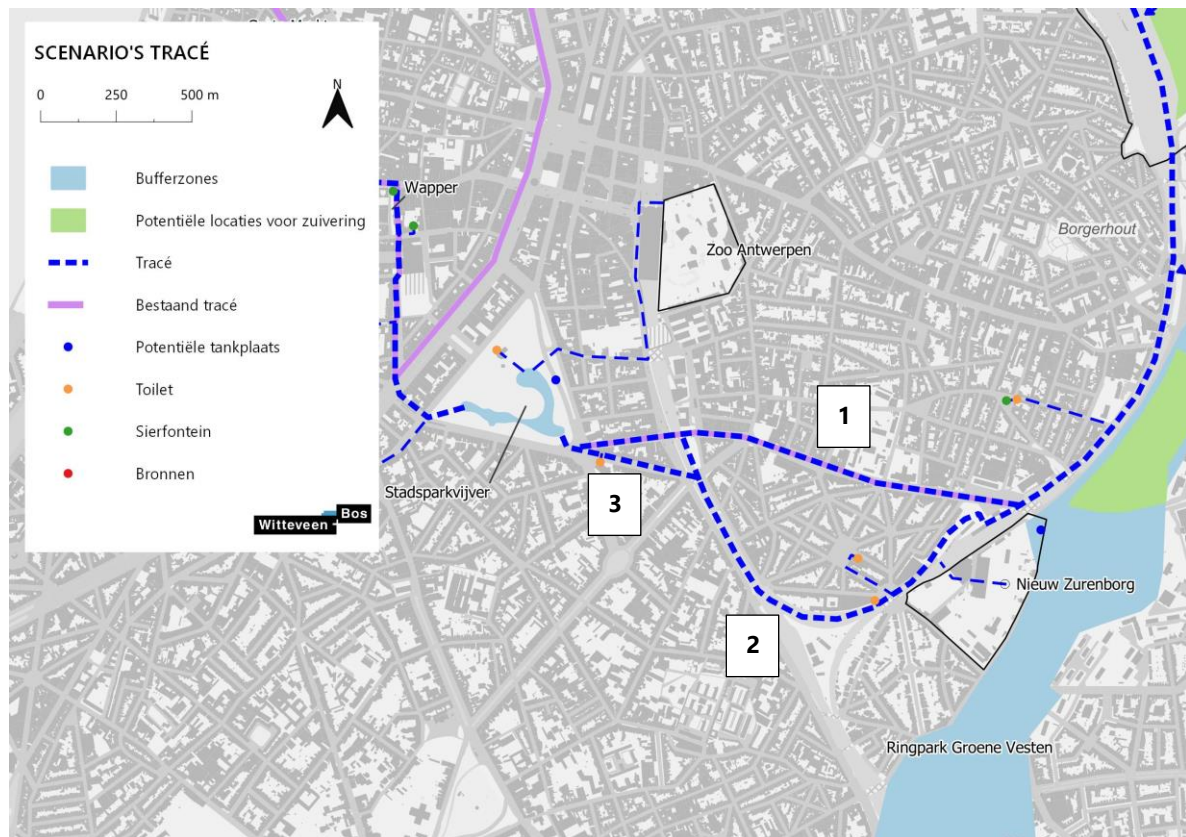
- 1 volledige tracé tussen Singel en Stadspark langsheen Plantin Moretuslei. Dit scenario kan gekozen worden indien het volledige historische tracé onder de PlantinMoretuslei nog intact is en gebruikt kan

worden als drager voor het nieuwe stadsnetwerk. Dat zou het tracé sterk in afstand inkorten en technisch en financieel een grote vereenvoudiging inhouden;

- 2 tracé langsheen spoorweg naar de binnenstad - verbinding naar Stadspark langsheen Plantin Moretuslei. Dit scenario kan gekozen worden indien het historische tracé onder de Plantin Moretuslei tussen de Mercatorstraat en het Stadspark nog intact is en gebruikt kan worden als drager voor het nieuwe stadsnetwerk. Dat zou technisch en financieel een eerder beperkte vereenvoudiging van het aan te leggen tracé inhouden maar wel een mooie toevoeging zijn aan het verhaal van het Schijnpoortnetwerk. Het water volgt immers dezelfde weg naar de Stadsparkvijver als vroeger;
- 3 tracé langsheen spoorweg naar de binnenstad - verbinding naar Stadspark langsheen Brialmontlei. Dit scenario kan gekozen worden indien het historische tracé onder de Plantin Moretuslei niet meer bruikbaar blijkt. Indien geen bestaande trajecten kunnen hergebruikt worden, houdt dit tracé (dat ook in het bestek werd voorgesteld) het minste complicaties in voor de aanleg omdat het door een verkeersluwe straat gaat met voldoende middenruimte.

In elk van deze scenario's stroomt het water naar de Stadsparkvijver, die als antenne in het Waterambacht fungeert.

Afbeelding 5.9 Overzicht van de mogelijke scenario's voor het middendeel van het tracé



Scenario's in de binnenstad

Vanaf de Stadsparkvijver wordt bij voorkeur de historische overlaat vanuit de Stadsparkvijver naar de Rubenslei opnieuw gebruikt. Deze overlaat maakt ook deel uit van het historische tracé van de Herentalse Vaart en draagt op die manier bij tot het verhaal van het Waterambacht. Er is vandaag enkel echter geweten dat de overlaat werd dichtgemetseld en nu een muur vormt. De toestand achter deze muur is onbekend en zal de technische en financiële complexiteit van het netwerk sterk mee beïnvloeden gezien de kruising met de Leien die nodig is om de Ruïen te bereiken. Vanuit de Ruïen wordt het hoofdtracé verder gezet tot aan de laatste antenne onder de Groenplaats.

Een mogelijke interessante kans langsheen het traject is de Wapper. Indien de plannen om bij de heraanleg een deel van de Ruien opnieuw open te leggen zouden doorgaan, biedt dit ook een kans om het stadswaternetwerk op deze locatie zichtbaar te maken. Hoewel dit netwerk daar slechts uit een relatief kleine gesloten leiding zou bestaan, biedt het wel een kans om het verhaal van het netwerk in het straatbeeld onder de aandacht te brengen.

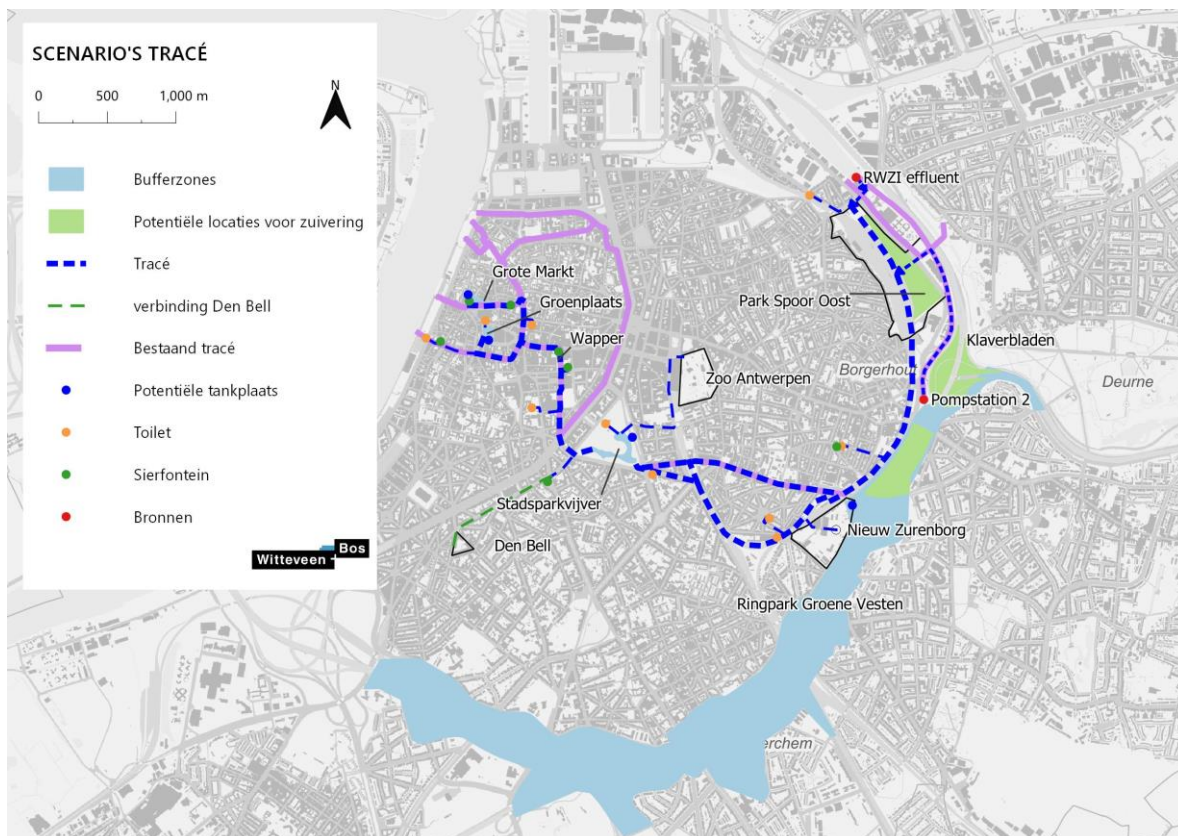
Afbeelding 5.10 Overzicht van het scenario voor het deel van het tracé naar de binnenstad



Het volledige tracé samengevat

In Afbeelding 5.11 wordt een overzicht gegeven van de keuzemogelijkheden langsheen het volledige hoofdtracé en de verschillende antennes langsheen het netwerk. Verder worden ook de aantakkingen naar kleinere lokale watervragers aangegeven. Dit zijn enkele relatief grote (potentiële) gebruikers zoals de Zoo en de Zurenborgpoort. Verder worden individuele publieke watervragers zoals stadstoiletten en fontein aangesloten indien de vraag binnen 350 m van het tracé of van de Ruien ligt.

Afbeelding 5.11 Overzicht van het volledige tracé met alle openstaande keuzemogelijkheden



6

EEN ZUIDELIJK EN NOORDELIJK WATERAMBACHT EN DE BEVOORRADING VAN ANTWERPEN EXTRA MUROS

In dit hoofdstuk worden kort een aantal mogelijkheden vermeld voor een zuidelijk en een noordelijk waterambacht en voor de bevoorrading van Antwerpen extra murs. Aangezien deze gebieden buiten de scope van de studie vallen, heeft deze lijst aan mogelijkheden niet de ambitie om volledig te zijn. Het bevat vooral de zaken die in de loop van de studie en tijdens de werksessie naar boven zijn gekomen opdat ze niet verloren zouden gaan.

6.1 Een Zuidelijk Waterambacht

Een waterbevoorrading van het zuidwestelijk deel van Antwerpen kan via een tweede netwerk. Bronnen die dit netwerk mogelijk kunnen bevoorraden zijn pompstation 1 van de ring R1 en RWZI Antwerpen Zuid. Mogelijke antennes met buffermogelijkheden in deze zone zijn de Zuiderdokken, waar regenwateropslagvoorzieningen gepland zijn met ruim buffervolume. Andere potentiële locaties voor antennes zijn bijvoorbeeld het Hof Van Leysen, het Koning Albertpark en het Harmoniepark. Het uitwerken van de mogelijkheden en beperkingen binnen dit netwerk is echter geen onderdeel van deze studie.

Behalve de algemene gebruikers die ook voor het centrale Waterambacht geïdentificeerd werden, is een specifieke potentiële gebruiker in dit netwerk de veeg- en vuilwagens aan de De Gerlachekaai, waar gebruik uit regenwatertanks is voorzien met een persleiding vanuit de regenwateropslagvoorzieningen Zuiderdokken, en eventueel op Scheldewater overgeschakeld kan worden. Bedoeling is om indien beschikbaar gebruik te kunnen maken van regenwater en zo minder Scheldewater te gebruiken. Mogelijk zal hiervoor een beperkte kost voortvloeien uit de aanpassingen voor het besturingsstelsel.

Wel dient vermeld dat de organisatie van de vuil- en veegwagens in de toekomst meer gecentraliseerd zal gebeuren in technische clusters, waaronder technische cluster Zuid aan het Kielsbroek naast de RWZI. Op die plaats is de recuperatie van water van het dak van het gebouw echter niet 100 % voldoende voor de veegwagens. Ook hier is dit op termijn dus een potentiële gebruiker van een stadswaternetwerk.

6.2 Een Noordelijk Waterambacht

Een derde waterbevoorrading zou kunnen vertrekken vanuit dezelfde bronnen als het centrale Waterambacht en in de richting van Park Spoor Noord lopen. Daar is mogelijkheid om een antenne te creëren van waaruit het noordelijke deel van de binnenstad bediend kan worden.

Voor de Technische Cluster Noord zijn er al uitgewerkte plannen waarin waterverbruik en -hergebruik in beeld gebracht werden.

6.3 Uitbreiding extra murs

Tijdens de werksessie kwam ook de bevoorrading van delen van de stad extra murs aan bod. We geven hier een aantal potentiële watervragers aan, die vermeld werden:

- Boelaarpark;
- vijver Boekenbergpark;
- sportvelden (onder meer Het Rooi en Wilrijkse Pleinen).

Zoals eerder in dit rapport vermeld, lijkt het logischer deze buitenruimte via een afzonderlijk netwerk en mogelijk ook vanuit afzonderlijke bronnen te bevoorraden omwille van de grotere hoeveelheid ruimte die er extra muros beschikbaar is.

Een belangrijke beperking bij watervragen in de omgeving van de ring R1 zijn de resultaten van de droogtestudie, waaruit blijkt dat 80 % van het water dat in de omgeving van de ring wordt geïnfiltreerd opnieuw via de bemalingspompen van de ring wordt opgepompt, zij het met een tijdsvertraging van een tweetal maanden. Anderzijds is deze tijdsvertraging ook te beschouwen als een vorm van vertraagde afvoer of tijdelijke buffering voor het stadswaternetwerk.

Een speciale vermelding geldt hier ook voor Ringpark Groene Vesten, waarvoor in het concept voor het centrale Waterambacht een watervraag is meegenomen voor de ecologische invulling van het park. Daarnaast wordt er door de Stad gedacht aan een stadswaternetwerk vanuit dit park om de gebieden buiten het Ringpark te bevoorraden. Een berekening die de Stad hiervoor maakte (informatie ontvangen van Ronny Van Looveren) levert volgende richtgetallen op:

- Ringpark zelf: 100.000 m³/maand of 39 l/s;
- groen buiten Ringpark: 100.000 m³/maand of 39 l/s;
- sport buiten Ringpark: 60.000 m³/maand of 23 l/s;
- huishoudelijk gebruik in stadsprojecten 10.000 m³/maand of 4 l/s;

De totale watervraag op basis van deze (erg ruwe) inschatting komt op 100 l/s.

SCHETSONTWERP

Eerder in het rapport zijn de verschillende bouwstenen van het schetsontwerp afzonderlijk behandeld en in hoofdstuk 7 wordt dit samengevat in één schetsontwerp. Hierbij wordt voor de verschillende nog openstaande mogelijkheden in de voorgaande hoofdstukken een voorkeur aangegeven voor de verdere uitwerking van het project. De onderdelen die hiervoor van belang zijn: het tracé, de leidingeigenschappen, het debiet en de hydraulische uitgangspunten. Deze onderdelen vormen de basis voor het ontwerp en de bijhorende kostenraming.

Het voorliggend rapport is geschreven als groeidocument waarbij gaande weg nieuwe ontwerpinzichten zijn verkregen. In het schetsontwerp staan de meest recente ontwerpuitgangspunten beschreven die een update zijn ten opzichte van de uitgangspunten uit de vorige hoofdstukken van het rapport.

Enkele recent gewijzigde ontwerpuitgangspunten:

- een overblijfsel van de Herentalse Vaart is door een topograaf gelokaliseerd tussen de spoorweg langsheen de Simonstraat / Mercatorstraat en het stadspark;
 - de historische overlaat vanuit de Stadsparkvijver naar de Rubenslei is niet gelokaliseerd;
 - de leiding van gemaal Stenenburg (pompstation 2) naar het Lobroekdok is verplaatst en het tracé loopt langs het RWZI Deurne;
 - op 13 juli 2021 heeft er een veldbezoek plaatsgevonden samen met Infrabel en de Stad Antwerpen. Hierbij is het projectteam langs de spoorweg gelopen vanaf de Draakplaats tot aan de fietstunnel bij de Jacob Jacobsstraat. Infrabel heeft tijdens het bezoek aangegeven dat het niet de voorkeur heeft dat de leiding op de zate wordt aangelegd opwaarts van de Draakplaats. Daarnaast heeft Infrabel enkele aandachtspunten langs het tracé aangegeven;
 - er gingen verdere gesprekken door met de Zoo, waarin veel interesse in het netwerk werd getoond en waaruit bijkomende informatie werd verkregen. Aangezien deze informatie bij het schrijven van dit rapport nog verder verfijnd wordt, wordt voorlopig met de eerder aangenomen debieten in de vorige hoofdstukken rekening gehouden;
 - indien de zuivering langsheen het tracé blijft liggen, is beslist om ze in Park Spoor Oost te plaatsen. Parallel lopen echter ook gesprekken met water-link om eventueel te integreren met een toekomstige zuivering voor een grijswaterleiding voor koelwater van (onder meer) RWZI Deurne naar de haven. Aangezien dit nog erg onzeker is, wordt in dit voorontwerp uitgegaan van een zuivering langsheen het tracé;
 - voor Ringpark Groene Vesten is bij het schrijven van dit rapport een haalbaarheidsstudie gestart voor het ontwerp van een stadswaternetwerk. Aangezien hier nog geen concrete resultaten bekend zijn, wordt verder ontworpen met de eerder aangenomen cijfers
-

7.1 Tracé

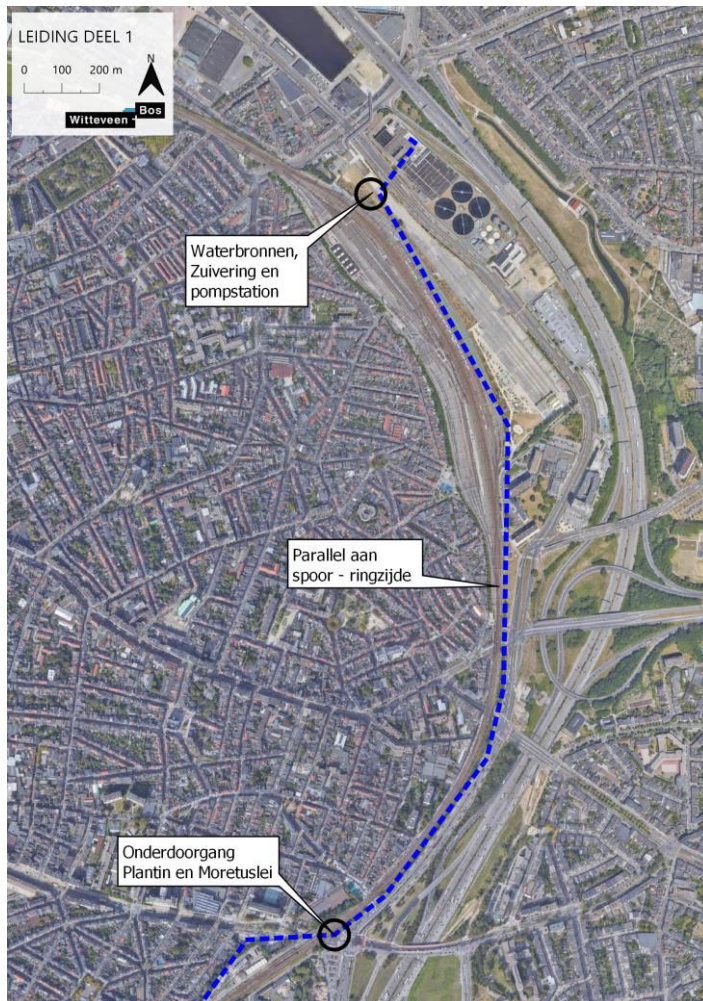
Voor de beschrijving van het leidingtracé van het schetsontwerp wordt gebruik gemaakt van een vergelijkbare opdeling zoals in hoofdstuk 5. In dit hoofdstuk is de overgang van deel 1 naar deel 2 echter niet bij Ringpark Groene Vesten, maar bij de Plantin en Moretuslei. De andere locaties van de overgang zijn vergelijkbaar, maar voor het schetsontwerp is deze aanduiding specifiek voor de omschrijving:

- leiding deel 1 - vanaf de waterbronnen tot aan de Plantin en Moretuslei;
- leiding deel 2 - vanaf de Plantin en Moretuslei tot aan het stadspark;
- haarkvaten - vanaf stadspark naar verschillende watervragers.

7.1.1 Leiding deel 1

Dit deel van het tracé is vanaf de waterbronnen tot aan de Plantin en Moretuslei, zie Afbeelding 7.1. In de volgende paragrafen worden de verschillende onderdelen van dit deel van het tracé toegelicht.

Afbeelding 7.1 Tracé deel 1; vanaf waterbronnen tot de Plantin en Moretuslei



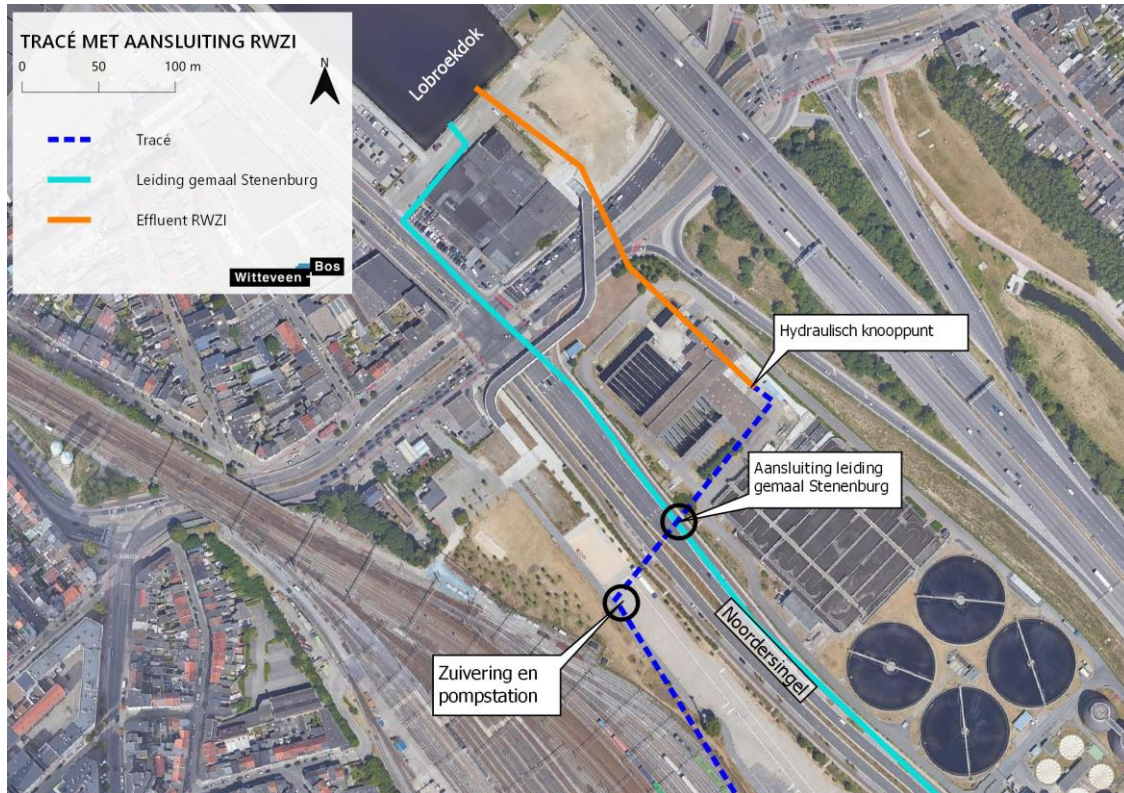
Waterbronnen

Zoals eerder in de rapportage aangegeven (paragraaf 5.3.3) wordt uitgegaan van het meest complexe scenario waarbij RWZI-effluent gecombineerd wordt met het grondwater van gemaal Stenenburg (pompstation 2) om het stadsnetwerk te voeden:

- het effluent van het RWZI wordt via de rioolbuizen onder vrij verval afgevoerd naar het Lobroekdok. Voor de aansluiting gaat momenteel de voorkeur uit naar een hydraulisch punt/koppelpunt op het terrein van de RWZI, zie Afbeelding 7.2 (en bijlage I.1). Deze locatie lijkt het meest voor de hand liggend aangezien in dit koppelpunt (punt waar leidingen samenkomen) een nieuwe verbinding eenvoudig te realiseren is;

- de leiding van gemaal Stenenburg (pompstation 2) is verlegd en loopt naast **het** RWZI Deurne aan de oostzijde van de Noordersingel, zie Afbeelding 7.2 (en bijlage I.1). Het bemalingswater wordt onder vrij verval afgevoerd naar het Lobroekdok.

Afbeelding 7.2 Tracé met aansluiting RWZI, persleiding Stenenburg en locatie pompstation met zuivering

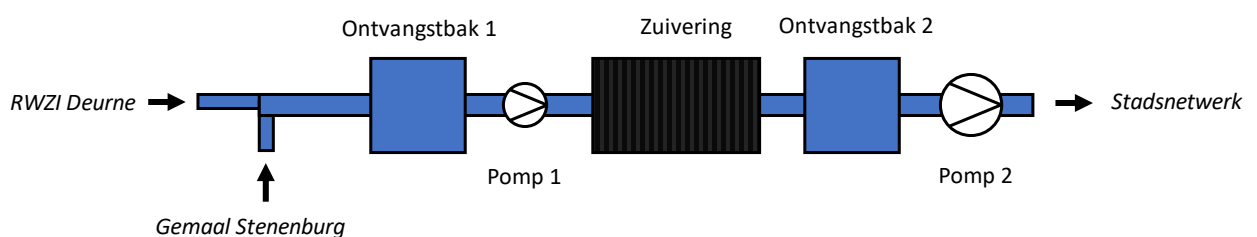


Zuiveringsstap

Voordat het water van beide bronnen wordt verpompt richting de stad dient er een zuiveringsstap van het water plaats te vinden. Op deze manier bevat het verpompte water geen verontreinigingen meer die eventueel voor problemen kunnen zorgen aan de pomp of leiding. De gewenste waterkwaliteit is nader beschreven in 5.2.2. Ter plaatste van Park Spoor Oost is voldoende ruimte voor een zuiveringsinstallatie. Deze locatie is nabij de beide waterbronnen en daarnaast wordt dit gebied heringericht waarbij er rekening kan worden gehouden met de aanleg van de zuiveringsunit.

Momenteel gaat de voorkeur uit naar een zuiveringsunit met een kleine pomp om het water door de installatie te verpompen. Het water wordt gezuiverd nadat het water van beide bronnen is verzameld. Op deze manier is er één zuiveringsunit benodigd.

Afbeelding 7.3 Schematisch overzicht pompstation met zuivering



Pompstation

In Afbeelding 7.3 is een schematisch overzicht weergegeven van de verschillende onderdelen voor het verzamelen van het water van beide bronnen, het zuiveren van het water en het verpompen naar het stadsnetwerk:

- in ontvangstbak 1 wordt het water van het RWZI Deurne en gemaal Stenenburg onder vrij verval verzameld:
 - er wordt een leiding aangelegd vanaf het koppelpunt op het terrein van het RWZI in de richting van de leiding van gemaal Stenenburg;
 - daar waar de twee leidingen samenkomen, wordt er middels één leiding onder de Noordersingel aangesloten op de eerste ontvangstbak. Het is mogelijk om deze verbinding te maken met een gestuurde boring of door gebruik te maken van een bestaande koker/verbinding (Ø1200) vanaf het RWZI onder de Noordersingel (zie bijlage I.1). De voorkeur gaat uit naar het gebruiken van de bestaande infrastructuur maar hierbij dient te worden onderzocht of er voldoende capaciteit is voor de leiding;
 - voor beide bronnen geldt dat er gereguleerd dient te worden afgetapt van de hoofdleiding, aangezien niet al het water wordt gebruikt van beide bronnen;
- vanaf de ontvangstbak wordt het water middels leidingen en een pomp door de zuiveringsunit geleidt;
- vervolgens wordt het water middels een leiding in een tweede ontvangstbak verzameld en vanaf hier wordt het water verpompt richting het stadsnetwerk.

Er zijn twee pompen benodigd met deze opstelling. Hierbij dient opgemerkt te worden dat beide pompen eenzelfde capaciteit hebben, maar dat de pomp voor het stadsnetwerk (pomp 2) een hogere opvoerhoogte heeft aangezien het water over een grotere afstand wordt verpompt.

Voor nu wordt aangenomen dat de ontvangstbakken eenzelfde formaat hebben en dat deze minimaal een hoeveelheid water kunnen bufferen die in 10 minuten wordt verpompt (30 m³). Op deze manier is er enige ruimte tussen het schakelen van beide pompen en zijn deze niet geheel afhankelijk van elkaar. In 10 minuten wordt een hoeveelheid water van 30 m³ verpompt.

Tracé parallel aan spoor - ringzijde

Voor het verdere verloop van het tracé wordt de leiding parallel aan het spoor aangelegd. Hierbij heeft de ringzijde (buitenzijde) de voorkeur boven de stadszijde (binnenzijde). De reden hiervoor is dat aan de ringzijde voornamelijk groenstroken met voldoende ruimte aanwezig zijn waar de leiding kan worden aangelegd. Aan de stadszijde dient er rekening gehouden te worden met de monumentale gevel van het spoorviaduct en zijn er op verschillende plekken restaurants, winkels en cafés aanwezig (zie Afbeelding 7.4).

Voor het tracé langs de spoorweg zijn er wel verschillende aandachtspunten waar rekening mee gehouden dient te worden:

- aan deze ringzijde van de spoorweg zijn op diverse locaties reclameposters aanwezig tussen het spoor en de Noordersingel. Daarnaast zijn er indicaties (kasten en huisjes) dat er kabels en leidingen van derden aanwezig zijn langs het tracé waar rekening mee moet worden gehouden. In het voorontwerp worden de kabels en leidingen nader beschouwd;
- langs de spoorweg zijn viaducten aanwezig die doorkruist dienen te worden. In Tabel 7.1 en Afbeelding 7.5 zijn de viaducten over dit deel van het tracé weergegeven, in totaal 6. In de tabel is aangegeven welke verkeersstromen gebruik maken van het betreffende viaduct. Omwille van de esthetische en historische eigenschappen van bijna al deze viaducten, is in dit project het uitgangspunt dat de leiding met een gestuurde boring onder de kruisingen wordt aangelegd. Dit uitgangspunt wordt ook in het voorontwerp gehanteerd. In een vervolgfase kan onderzocht worden of de leiding kan worden bevestigd aan de viaducten of bovenop de viaducten naast de zate kan worden aangelegd indien de oplossingen met gestuurde boringen te complex/duur bevonden zijn. Hierbij dient te worden onderzocht of er voldoende afstand van de spoorstaaf mogelijk is (zie 7.2), of het viaduct het extra gewicht van de leiding kan dragen en of zo'n aanhechting aan de viaducten (omwille van de historische of esthetische waarde van de brug) toegestaan is.

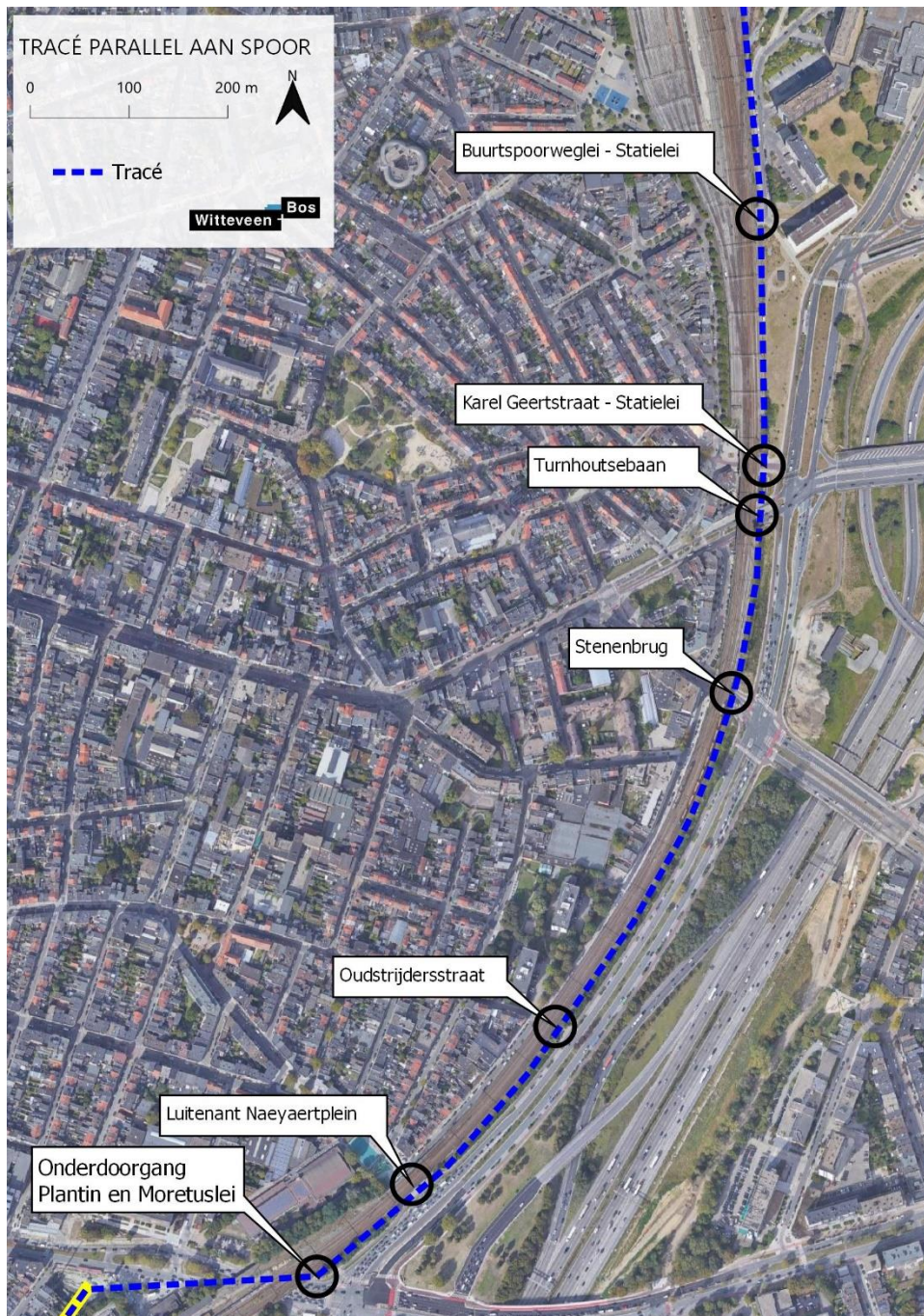
Afbeelding 7.4 Ruimte indicatie langs spoorweg stadszijde (links) en ringzijde (rechts)



Tabel 7.1 Overzicht viaducten met doorlopende wegen langs het spoor (leiding deel 1)

Nr.	Straat	Type
1	Buurtspoorweglei - Statielei	autoweg met voetpad aan beide zijden
2	Karel Geertstraat - Statielei	fietspad met voetpad aan beide zijden
3	Turnhoutsebaan	autoweg met voetpad en fietspad
4	Stenenbrug	autoweg met voetpad en fietspad aan beide zijden
5	Oudstrijdersstraat	voetpad
6	Luitenant Naeyaertplein	autoweg met voetpad

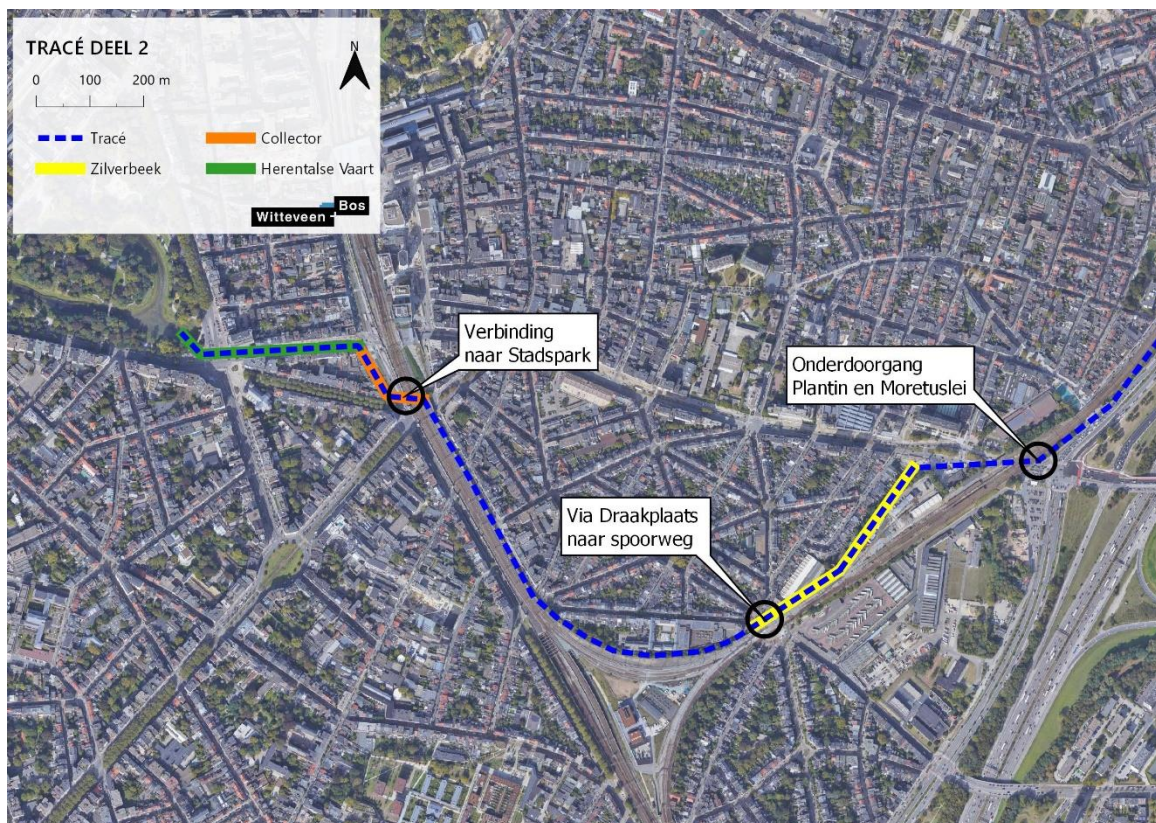
Afbeelding 7.5 Tracé parallel aan spoor met locatie viaducten



7.1.2 Leiding deel 2

Dit deel van het tracé is vanaf de Plantin en Moretuslei tot de Stadsparkvijver, zie Afbeelding 7.6. In de volgende paragrafen worden de verschillende onderdelen van dit deel van het tracé toegelicht.

Afbeelding 7.6 Tracé deel 2; vanaf Plantin en Moretuslei tot de Stadsparkvijver



Onderdoorgang Plantin en Moretuslei

De onderdoorgang naar de stadszijde (binnenzijde) is gepland bij het viaduct van de Plantin en Moretuslei. De voorkeur gaat uit naar dit viaduct aangezien, anders dan de voorgaande viaducten, dit viaduct geen monumentale gevel heeft (zie Afbeelding 7.7). De leiding kan worden aangelegd ter plaatse van het voetpad onder het viaduct of kan worden opgehangen aan het viaduct.

Voor het alternatief onder het voetpad dient onderzocht te worden of er voldoende ruimte aanwezig is voor de leiding. Het nadeel van dit alternatief is dat de leiding vervolgens nog de Plantin en Moretuslei dient te kruisen om naar de overkant te komen. Dit kan worden gerealiseerd met een gestuurde boring.

Voor het alternatief waarbij de leiding wordt opgehangen dient te worden onderzocht of het viaduct geschikt is om het extra gewicht van de leiding te kunnen dragen. Een voordeel van dit alternatief is dat de leiding zowel onder het spoor doorgaat als de Plantin en Moretuslei kan kruisen.

Afbeelding 7.7 Spoorviaduct Plantin en Moretuslei

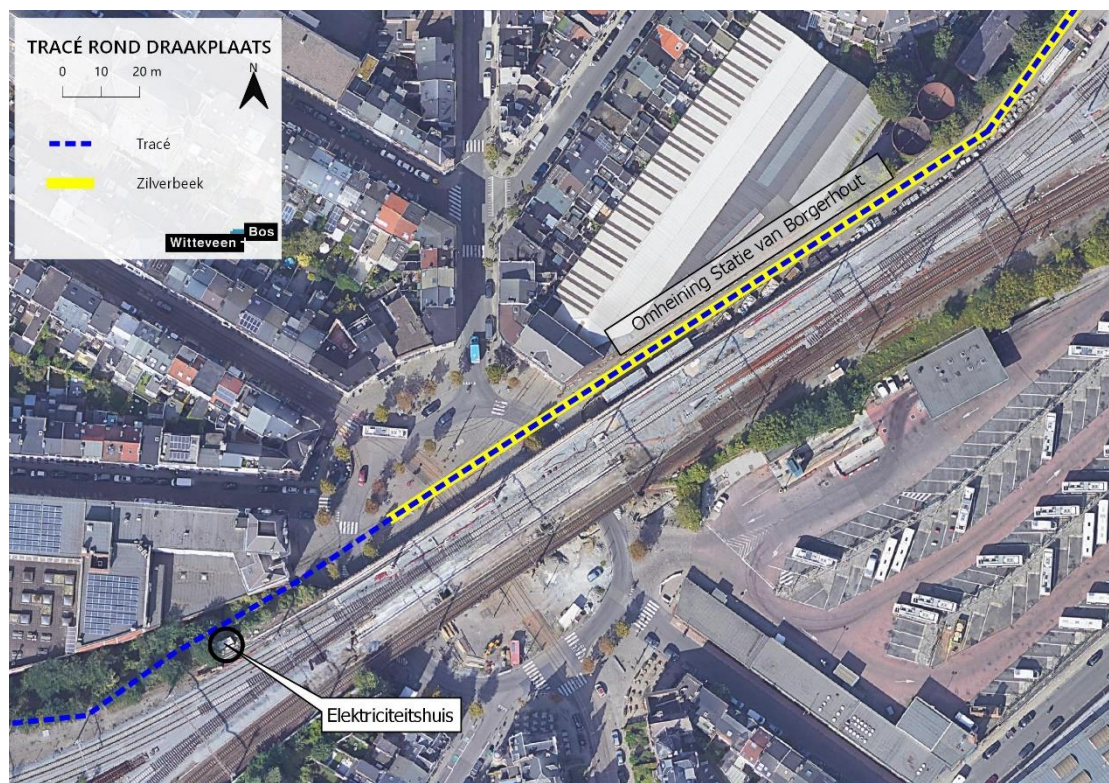


Via Draakplaats naar spoorweg

Voor de verbinding van de Plantin en Moretuslei via de Draakplaats naar de spoorweg gaan we uit van het gebruiken van een bestaande rioolverbinding; de Zilverbeek. De locatie van deze oude waterloop is geverifieerd door een topograaf met een camera-inspectie. De waterleiding wordt hierbij aangelegd in de bestaande verbinding vanaf de Plantin en Moretuslei, langs de Omheining Statie van Borgerhout en over de Draakplaats. Met afmetingen van 1,5 bij 0,8 m is er voldoende ruimte aanwezig om de leiding in de bestaande verbinding te plaatsen. De aanvullende informatie over de Zilverbeek verbinding kan worden gevonden in bijlage I.2.

De verbinding met de Zilverbeek vanaf de onderdoorgang bij de Plantin en Moretuslei is voorzien in het voetpad naast de hoofdrijbaan. De exacte locatie van de Zilverbeek dient nader bepaald te worden met een inspectie om deze aansluiting verder te detailleren.

Afbeelding 7.8 Tracé rond de Draakplaats met gebruik van de Zilverbeek en boring naar spoorweg



De voorkeur gaat uit naar de bestaande ondergrondse verbinding aangezien de Draakplaats een druk kruispunt is met gelimiteerde ruimte voor de aanleg van de leiding. Op het kruispunt zijn meerdere autowegen en trambanen aanwezig. Daarnaast heeft het spoorviaduct een monumentale gevel en is er zeer beperkt ruimte voor de leiding bovenop het viaduct naast de zate.

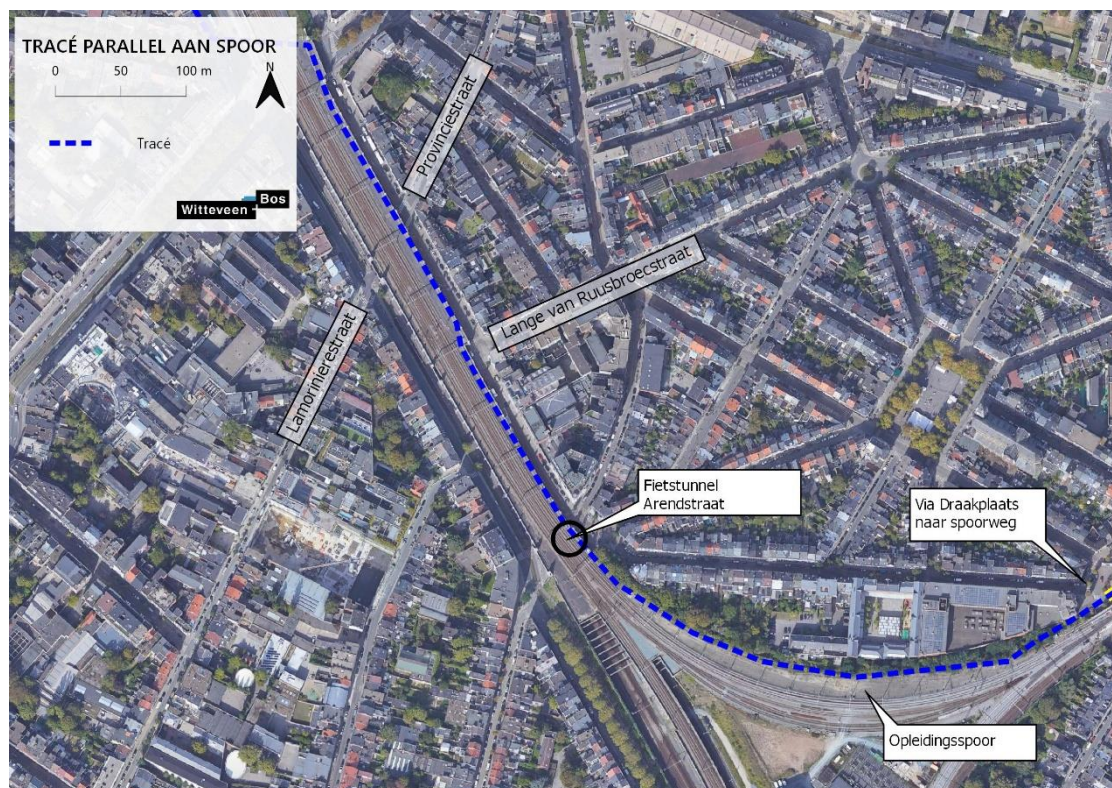
Aandachtspunten voor het gebruik van de Zilverbeek:

- bij de Plantin en Moretuslei is de betreffende put voor de aansluiting naar de Zilverbeek niet gelokaliseerd bij de inspectie. Deze locatie dient bij een volgend onderzoek nader te worden bekeken aangezien deze put bij een eerder onderzoek wel is gelokaliseerd. Een andere mogelijkheid is om pas bij de Draakplaats aan te sluiten op de Zilverbeek;
- de oude Zilverbeek is ingebuisd. Er is reeds via een putcamera onderzoek uitgevoerd in de Stanleystraat en op Tramplein/Draakplaats, waaruit blijkt dat de inbuizing in goede staat is. Er kan worden aangenomen dat de overige delen in eenzelfde staat zijn, doch dient dit verder te worden onderzocht;
- op de Draakplaats is het uitgangspunt dat de leiding middels een boring wordt aangelegd richting spoorweg. Hierbij is een aandachtspunt het elektriciteitshuis (zie Afbeelding 7.8) dat zich langs het spoor bevindt en het grondlichaam waar het spoor zich op bevindt;
- uitgangspunt is dat deze oude rioolverbinding niet meer in gebruik is en dat er voldoende ruimte is voor de aanleg van de waterleiding.

Tracé parallel aan spoor - binnenbocht

Het vervolg van het leidingtracé loopt parallel aan het spoor in de binnenbocht, richting het noordwesten (richting station Antwerpen Centraal). In de bocht bevindt zich aan de binnenzijde een opleidingsspoor. Infrabel heeft tijdens het veldbezoek aangegeven dat dit spoor enkel wordt gebruikt voor trainingsdoeleinden.

Afbeelding 7.9 Verloop tracé parallel aan spoor in de binnenbocht



Enkele aandachtspunten en het verdere verloop van de leiding:

- een aandachtspunt langs dit deel van het tracé is de interactie met de bestaande kabels en leidingen en de infrastructuur daarvan (zie Afbeelding 7.10). De bestaande kabels en leidingen zijn aanwezig in kabelgoten waarbij er geregeld kabels van en naar het spoor lopen. Daarnaast zijn er op een aantal locaties elektriciteitshuisjes en kasten aanwezig. Om de interactie met deze bestaande kabels en leidingen te voorkomen gaat de voorkeur uit om de waterleiding te plaatsen in de binnenbocht van de kabelgoot/kasten. Hierbij dient op een aantal locaties bekeken te worden of er voldoende ruimte voor de leiding is en in hoeverre bestaande vegetatie weggehaald dient te worden.

Afbeelding 7.10 Opleidingsspoor met in de binnenbocht kabelgoten, kasten en vegetatie



- er dient rekening te worden gehouden met het viaduct bij de fietstunnel ter plaatste van de Arendstraat (zie Afbeelding 7.11). De leiding dient aangelegd te worden langs het voetpad waarbij er voldoende afstand van de spoorstaaf dient te worden gehouden en waarbij er rekening wordt gehouden met de kabelgoten met kabels en leidingen langs het spoor;
- bij het verdere verloop parallel aan het spoor vindt er een verbreding plaats ter plaatste van de Lange van Ruusbroeckstraat (zie Afbeelding 7.11). Vanwege deze verbreding is er voldoende ruimte voor de waterleiding en vormt het viaduct bij de Lamoriniestraat-Provinciestraat geen aandachtspunt;
- bij het viaduct van de Van de Nestelei - Belgiëlei stopt de verbreding. Vanaf dit punt verlaat het tracé de spoorweg en wordt aangesloten op bestaande verbindingen richting het stadspark.

Afbeelding 7.11 Ruimte indicatie langs zate bij fietstunnel Arendstraat (links) en verbreding spoorweg (rechts)



Verbinding naar stadspark

Voor de verbinding van het spoor naar het stadspark gaat de voorkeur uit naar het gebruik van de bestaande verbindingen. De ruimte voor de aanleg van een nieuwe verbinding is op deze locatie in de stad lastig te realiseren aangezien er al verschillende ondergrondse systemen nabij het spoor aanwezig zijn. Zo loopt de premetro met het station Plantin parallel aan het spoor en zijn er onder het maaiveld meerdere kokers voor de waterhuishouding aanwezig. Daarnaast is er voor de realisatie van de premetro gebruik

gemaakt van slibwanden die doorboord dienen te worden bij de aanleg van een nieuwe kruisende leiding op deze locatie.

Collector

Er is een collector aanwezig in de Van den Nestlei en Mercatorstraat, zie Afbeelding 7.12. Deze koker is gelegen onder het maaiveld maar boven de premetro en wordt gebruikt voor de waterhuishouding. De koker heeft in het eerste deel afmetingen van 3,6 bij 1,3 m (B x H) en gaat daarna over in een koker van 1,8 bij 1,7 m. Aanvullende informatie van de ligging van de collector is weergegeven in bijlage I.3. De leiding voor het stadswaternetwerk kan in deze collector worden aangelegd.

Belangrijke aandachtspunten hierbij zijn:

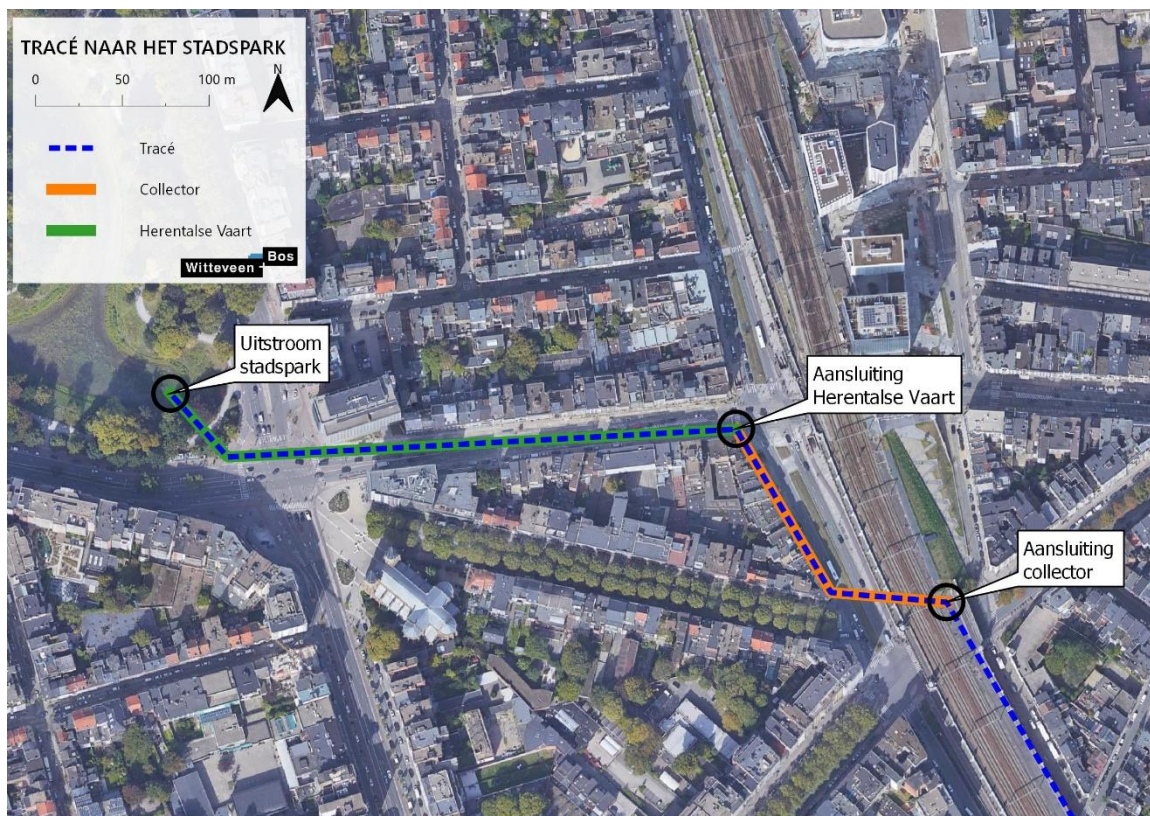
- de verbinding van het spoor naar de collector. Het viaduct heeft een monumentale uitstraling die niet verstoord mag worden;
- de ruimte die de leiding inneemt in de bestaande koker. Momenteel heeft dit gebied in Antwerpen last van overstromingen. Uit een overleg met Aquafin blijkt dat het gebruik van de leiding voor de doorvoer van de stadswaterleiding geen probleem is. De leiding neemt slechts een klein percentage (2 tot 3 %) van het doorstroomoppervlak in beslag. Daarnaast zijn er plannen om de Herentalse Vaart te gebruiken als buffer. Dit volume zal ruimschoots de volumevermindering in de collector compenseren.

Herentalse Vaart

Daar waar de collector afbuigt naar de Plantin en Moretuslei, kan de leiding gebruik maken van de Herentalse Vaart. De locatie van deze oude verbinding is geverifieerd door een topograaf en is circa 3,0 bij 2,0 m (B x H). De leiding volgt vervolgens de Herentalse Vaart en stroomt uit in het stadspark nabij de rotspartij waar ook de Herentalse Vaart uitstroomde. Deze verbinding is momenteel dichtgemetseld, zie Afbeelding 7.13. Aanvullende informatie van de ligging van de Herentalse Vaart is weergegeven in bijlage I.4.

Aandachtspunt hierbij is dat tijdens het onderzoek naar de ligging van de Vaart geconcludeerd is dat deze momenteel vol staat met slib (1 m). Voor een ander project wordt in de binnenstad van Antwerpen de Herentalse Vaart gezien als mogelijke bufferlocatie voor de waterhuishouding. Het uitgangspunt is daarom dat de verbinding vrij zal zijn van slib ten tijde van de aanleg van de leiding voor het stadsnetwerk.

Afbeelding 7.12 Tracé met de verbinding van het spoor naar het stadspark



Afbeelding 7.13 Uitstroom Herentalse Vaart bij rotspartij in stadspark

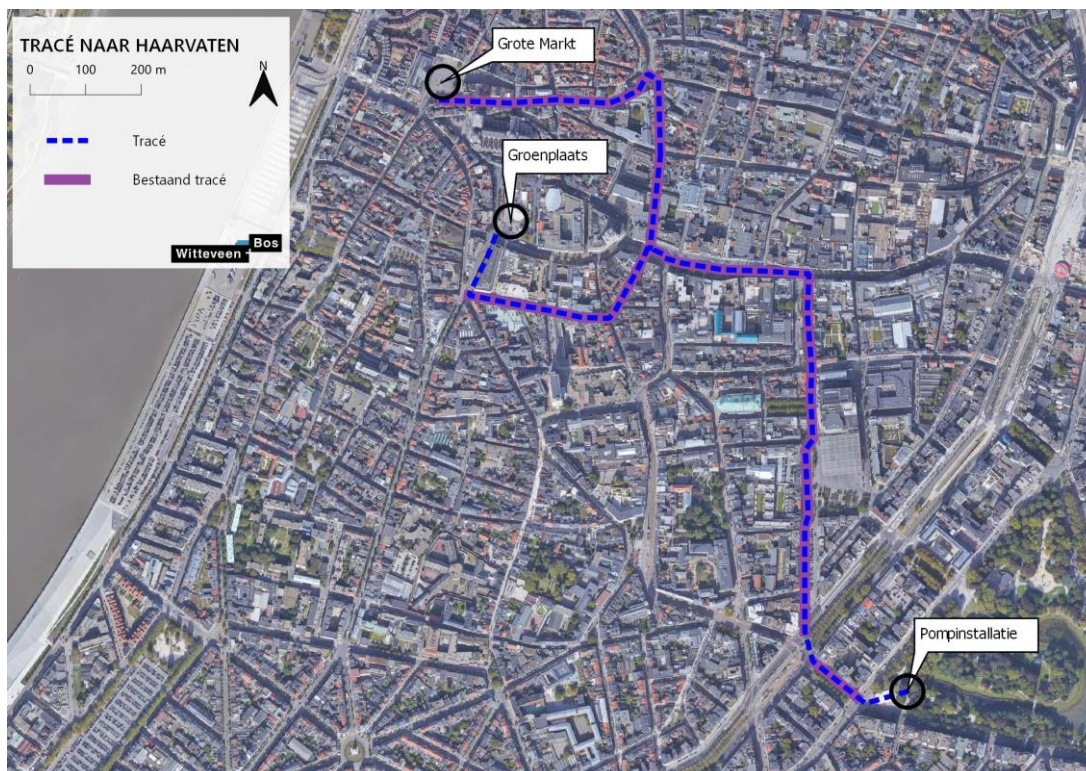


7.1.3 Haarvaten

Vanaf het stadspark wordt een deel van het water vervolgens verder getransporteerd naar de haarvaten, zie Afbeelding 7.14. Hierbij wordt het water vanaf de hoofdleiding naar verschillende watervragers vervoerd in de binnenstad van Antwerpen. Hierbij is het uitgangspunt dat de leiding grotendeels wordt aangelegd in het bestaande rioolstelsel (meerendeels in de Ruien) waarbij slechts enkele verbindingen benodigd zijn.

In eerdere hoofdstukken zijn ook andere watervragers meegenomen in de beschouwing van de haarvaten, bijvoorbeeld: De Zoo, gebouwen, bomen, groen, toiletten, sierfonteinen en veegwagens. In het schetstonwerp zijn deze verbindingen niet nader beschouwd aangezien deze afhankelijk zijn van het aantal antennes en aansluitingen op het tracé. Het aantal antennes en aansluitingen dat men wilt realiseren dient nader te worden beschouwd in een volgende ontwerpfase van het studiegebied. Daarnaast dient nader bepaald te worden op welke locaties haarvaten aansluiten op de (hoofd)leiding en welke gevolgen dit heeft voor de drukken in het leidingsysteem.

Afbeelding 7.14 Haarvaten; vanaf stadspark naar verschillende hoofdwatervragers



Bufferlocaties

In het studiegebied zijn enkele bufferlocaties voorzien: Stadsparkvijver, Grote Markt, Groenplaats, Ringpark Groene Vesten. Zoals in eerdere hoofdstukken aangegeven, dienen deze bufferlocaties uitgerust te worden met een slimme sturing (indien gecombineerd met regenwateropvang) en tankplaatsen. Op de tankplaatsen dienen beschikbare parkeerplaatsen te zijn om tankwagens te kunnen vullen (voor bevoorrading groen).

Verpompen vanuit stadspark

De voorkeur gaat uit naar het verpompen van water vanuit de stadsparkvijver naar de haarvaten in de binnenstad. In de binnenstad is er onvoldoende hoogteverschil om het water gravitair te laten stromen naar de verschillende watervragers. De voorgestelde locatie van de pompinstallatie is nabij het oorlogsmonument in de westelijke punt van het stadspark, zie Afbeelding 7.14. Hierbij kan een dompelpomp in een prefabput worden gebruikt zodat de installatie niet zichtbaar is in het straatbeeld. Ook de besturings- en voedingskast kan ondergronds worden aangelegd. Voor beheer en onderhoud kan de pomp uit de put worden getakeld en dient toegang te worden voorzien naar de besturingskasten.

Enkele aandachtspunten:

- de historische overlaat vanuit de Stadsparkvijver naar de Rubenslei wordt niet overwogen als mogelijke verbinding. Dit voormalige onderdeel van de Herentalse Vaart is tijdens een inspectie niet teruggevonden op deze locatie in het park;
- zoals eerder toegelicht in het rapport is men bezig met een ontwerp van een verbinding tussen Den Bell en de Stadsparkvijver (zie 3.1). De verbinding is tevens voorzien in de westelijke punt van het stadspark. het uitgangspunt is dat de benodigde infrastructuur voor deze verbinding kan worden gecombineerd met de infrastructuur voor het verpompen van het water naar de haarvaten.

Bestaande rioolverbindingen

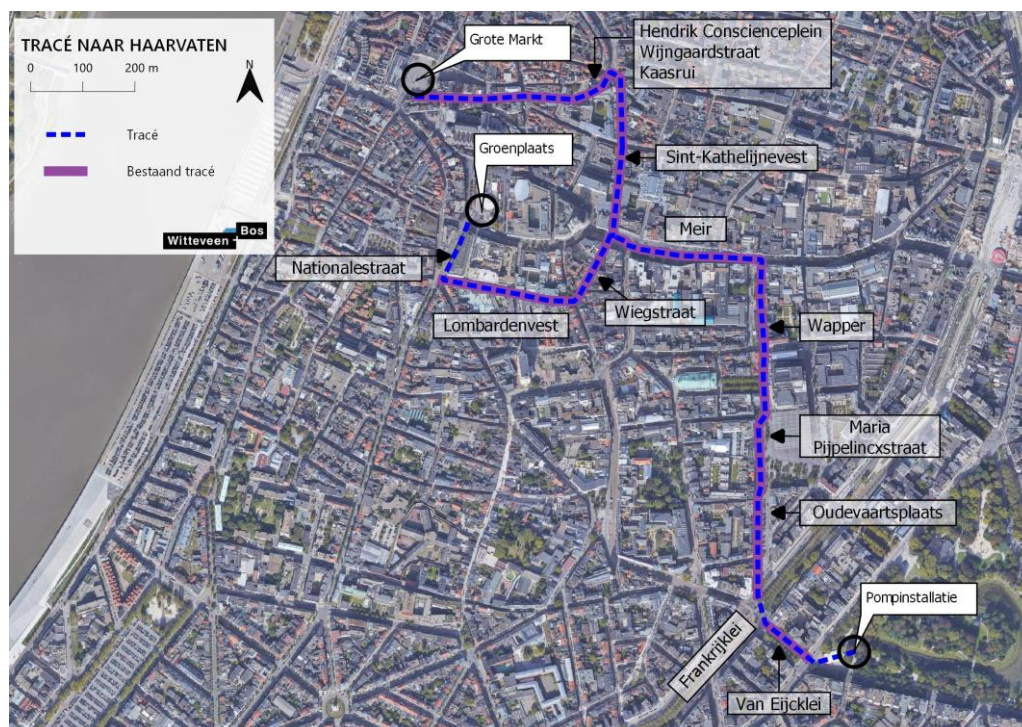
De verbinding naar de binnenstad zoals weergegeven in Afbeelding 7.14 maakt merendeels gebruik van het bestaande rioolstelsel waarbij de Ruinen een groot onderdeel van zijn. Hierbij wordt de waterleiding van de stadsverbinding in de bestaande rioolbuizen geplaatst. In Tabel 7.2 is het overzicht weergegeven van de verbindingen voor het stadsnetwerk naar de binnenstad (zie ook Afbeelding 7.15). In een volgende fase

dient te worden onderzocht of de capaciteit van een aantal bestaande verbindingen voldoende is om de leiding in te plaatsen (Van Eijcklei en Nationale straat). Wanneer dit niet het geval is, dient een nieuwe verbinding gerealiseerd te worden of dient een alternatief tracé te worden uitgewerkt. Er wordt vanuit gegaan dat het gebruik van de Ruien mogelijk is gezien de aanwezige capaciteit van deze historische verbinding.

Tabel 7.2 Overzicht verbindingen naar de Groenplaats en de Grote Markt

Verbinding	Straat	Type verbinding
stadspark naar splitsing	vanaf pompinstallatie	realiseren nieuwe verbinding
	Van Eijcklei	realiseren nieuwe verbinding of gebruik makende van bestaande riolering
	- kruising Frankrijklei	realiseren nieuwe verbinding middels gestuurde boring
	- Oudevaartsplaats - Maria Pijpelinxstraat - Wapper	bestaande verbinding (Ruien)
	Meir	bestaande verbinding (Ruien)
vanaf splitsing naar de Groenplaats	Wiegstraat	bestaande verbinding (Ruien)
	Lombardenvest	bestaande verbinding (Ruien)
	Nationalestraat	realiseren nieuwe verbinding middels of gebruik makende van bestaande riolering
vanaf splitsing naar de Grote Markt	Sint-Kathelijnevest	bestaande verbinding (Ruien)
	- Hendrik Conscienceplein - Wijngaardstraat - Kaasrui	bestaande verbinding (Ruien)

Afbeelding 7.15 Overzicht verbindingen naar de Groenplaats en de Grote Markt



7.2 Leidingeigenschappen

Locatie leiding

Voor de locatie van de leiding naast het spoor dient er rekening gehouden te worden met de eisen van Infrabel. In bundel 35.1 [ref.16] staan regelingen met betrekking tot het beheer van nutsinstallaties op het domein en onder de sporen van Infrabel en in WIT-1003 [ref.17] staan regelingen met betrekking tot de ingezette machines en werkzaamheden langs het spoor en welke maatregelen daarbij genomen moeten worden.

De combinatie van de twee handboeken leidt tot de volgende uitgangspunten voor de locatie van de leiding langs het spoor:

- de leiding dient aangelegd te worden op een minimale afstand van 2,5 m van de spoorstaaf. Bij deze afstand zijn er, afhankelijk van de ingezette machine, wel maatregelen nodig tijdens de aanlegwerkzaamheden (bijvoorbeeld grenswachters en afbakening van de werkzone);
- wanneer de leiding langs het spoor wordt aangelegd dient deze voorzien te zijn van een beschermbuis/mantelbuis;
- deze uitgangspunten zijn van toepassing op alle situaties, ook in geval van spoor in ophoging of op een viaduct.

Leidingmateriaal

Voor het leidingmateriaal worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- voor het leidingmateriaal wordt een HDPE leiding voorgesteld. Dit materiaal is ideaal voor het maken van boringen vanwege de flexibiliteit. Langere leidingdelen kunnen aan elkaar worden gelast en getest voordat deze worden geïnstalleerd. Daarnaast zijn corrosie of zwerfstromen geen probleem bij het gebruik van dit materiaal. Een nadeel van dit materiaal is aantasting door UV-licht (bij bovengrondse ligging) en het feit dat het relatief dikwandig is (kleinere binnendiameter).
- andere leidingmaterialen zoals staal, beton en GVK zijn in deze fase niet gekozen omdat:
 - staal is gevoelig voor corrosie, en vormt een risico vanwege zwerfstromen langs het spoor;
 - beton en PVC zijn een mogelijkheid voor de veldstrekking maar niet voor de boringen. In deze fase van het project gaan wij uit van één leidingmateriaal;
 - GVK is een mogelijkheid maar is lastiger te verwerken en gevoeliger voor graafschade;
- in deze fase van het project gaan wij uit van één leidingmateriaal. Bij de overgangen van bijvoorbeeld een gestuurde boring naar veldstrekking kan overwogen worden om van materiaal te wisselen. Dit is een optimalisatie voor een volgende fase;
- conform de eisen van Infrabel dient de leiding aangelegd te worden in een beschermbuis/mantelbuis. In deze fase wordt er van uitgegaan dat deze buis tevens een HDPE-leiding is. Daarnaast dienen er op strategische locaties afsluiters te worden geplaatst zodat de leiding in geval van falen snel afgesloten kan worden (compartimentering).

Diameters en wanddikten

Voor de leiding zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd voor de bepaling van de diameters en wanddikten:

- voor de aanvoerleiding wordt gestreefd naar een maximale stroomsnelheid in de leidingen van circa 1,0-1,5 m/s. Uit ervaring blijkt dat het optimum tussen realisatiekosten en de energiekosten zich in deze range van deze snelheden bevindt. Een kleine leidingdiameter leidt tot lagere constructiekosten, maar de energiekosten nemen met de 4e macht toe bij kleinere diameters. Voor de leidingdiameters worden de standaard handelsmaten aangehouden:
 - in het schetsontwerp is rekening gehouden met stroomsnelheden rond de 1 m/s zodat bij een eventuele latere uitbreiding van de watervraag de snelheid kan verhogen tot 2 m/s. Wanneer dit van toepassing is, dient onderzocht te worden of deze uitbreiding mogelijk is aangezien het verhogen van de stroomsnelheden ook gevolgen heeft voor bijvoorbeeld het functioneren van de pomp, de zuiveringsinstallatie en de drukken in het leidingwerk;
- de sterkteklasse van de leiding dient in een volgende fase te worden berekend. De klasse van de leiding is afhankelijk van de interne drukken en de externe belastingen. Voor de veldstrekkingen wordt PN10 (SDR17) aangenomen en voor de boringen PN16 (SDR11);

- voor de beschermbuis wordt aangenomen dat er een minimale afstand is van 50 mm tussen de waterleiding en de beschermbuis middels afstandhouders (25 mm aan beide zijden).

Aandachtspunten

Bij het verdere ontwerp van de leiding dient er rekening gehouden te worden met enkele aandachtspunten:

- op locaties waar de leiding grote hoogteverschillen vertoont dienen ontluchtingspunten te worden voorzien op strategische locaties;
- bij bovengrondse ligging van de leiding, bijvoorbeeld bij de bevestiging aan een viaduct, is voorkomen van bevriezing een aandachtspunt;
- in een gesloten leidingsysteem kan er waterslag optreden bij bijvoorbeeld het plotseling uitvallen van een pomp of afsluiten van een afsluiter. Waterslag zorgt voor over- en onderdrukken in het systeem die mogelijk onderdelen beschadigen. Om te hoge drukken in het systeem te verminderen kan men waterslagvoorzieningen toepassen (bijvoorbeeld een windketel). In het schets- en voorontwerp zijn geen waterslagberekeningen voorzien.

7.3 Debieten en indicatie leidingdiameters

In Tabel 7.3 is het overzicht weergegeven van de verschillende watervragers met de bijbehorende debieten en een indicatie van de leidingdiameters. Enkele aandachtspunten:

- voor debieten van de verschillende leidingen zijn de gegevens zoals aangehouden in Tabel 5.4 gebruikt. Hierbij zijn de maximale waarden gebruikt, in de maanden juli en augustus, zodat de diameters zijn ontworpen op de maximale situatie;
- in de huidige fase van het project is per deel van het tracé één leidingdiameter aangehouden. Bij een aftakking naar een (grote) watervrager kan in een verdere verfijning van het ontwerp overwogen worden om de diameter te reduceren;
- bij de bepaling van onderstaande diameter is rekening gehouden met de veldstrekkings (PN10). In een volgende fase dient bepaald te worden waar de gestuurde boringen komen en welk effect dit heeft op de diameter van de leiding en benodigde opvoerhoogte van de pomp.

Tabel 7.3 Indicatie leidingdiameters voor het hoofdtracé

Leiding deel	Onderdeel	Debiet [m ³ /dag]	Buitendiameter [mm]	Binnendiameter [mm]	Stroomsnelheid [m/s]
	Lobroekdok	432	75	66	1,46
Deel 1	Hoofdtracé	4.456	*250 (355)	220,4	1,35
	Groene vesten	950	110	96,8	1,49
	Nieuw oost	28	25	21	0,93
Deel 2	Hoofdtracé	3.478	*250 (355)	220,4	1,06
	Nieuw Zurenborg	116	40	35,2	1,38
	Stadsparkvijver	2.400	200	176,2	1,14
Haarvaten	Hoofdtracé	962	110	96,8	1,51
	Groenplaats	481**	90	79,2	1,13
	Grote Markt	481**	90	79,2	1,13
	- de Zoo - gebouwen - bomen - groen - toiletten - sierfontein	50 200 529 170 1 5,7	***Dit betreft meerdere leidingen vanaf het hoofdtracé met kleinere diameters.		

* Langs het hoofdtracé voor deel 1 en deel 2 geldt dat de leiding naast de spoorweg wordt aangelegd in een beschermbuis/man-
telbuis. Door deze beschermbuis neemt de algemene diameter van de leiding toe. Hierbij wordt rekening gehouden met afstand-
houders van 25 mm (50 mm extra voor diameter).

** De verhouding van het debiet naar de Groenplaats en Grote Markt is momenteel nog niet berekend. In deze fase wordt ervan
uitgegaan dat de waterhoeveelheid 1:1 wordt verdeeld tussen deze twee watervragers (962/2 m³/dag).

*** Voor het bepalen van de leidingdiameters van de verschillende haarvaten dient een keuze te worden gemaakt in het aantal
antennes en waar deze aansluiten op het tracé. Aangezien dit het schetsontwerp betreft worden deze leidingen buiten beschou-
wing gelaten. In de kostenraming dienen deze posten te worden meegenomen op basis van een gemiddelde waarde.

7.4 Hydraulische uitgangspunten

Leidinglengte

De lengte van de leiding is van invloed op de hydraulische weerstand. In Tabel 7.4 zijn de leidinglengtes van
het hoofdtracé weergegeven.

Tabel 7.4 Indicatie leidingdiameters met lengtes voor het hoofdtracé

Leiding deel	Buitendiameter [mm]	Interne diameter [mm]	Leidinglengte [km]
deel 1	250	220,4	2,4
deel 2	250	220,4	2,2
haarvaten	110	96,8	1,1
	90	79,2	(+ 0,6 naar Groenplaats)
	90	79,2	(+ 0,7 naar Grote Markt)

Verliezen

Voor het bepalen van de opvoerhoogte van de pompstations van de hoofdaanvoerleiding is in dit
schetsontwerp enkel rekening gehouden met het wrijvingsverval over de leiding. Er wordt vanuit gegaan dat
het in- en uitstroompunt op dezelfde hoogte liggen en de verliezen door bochten, afsluiters etc. worden in
deze fase verdisconteerd worden in de leidingweerstand op basis van ervaringscijfers. Het leidingmateriaal
en de binnendiameter hebben hierop een invloed. De wandruwheid van de HDPE-leiding wordt
(conservatief) aangenomen op $k = 0,3$ mm. In een volgende ontwerpfase kan men de wandruwheid nader
bepalen wanneer het aantal bochten, aansluitingen en onderdoorgangen etc. meer in detail is bepaald.

Pompstations

Met een hydraulisch model (Wanda) is de situatie doorgerekend en de opvoerhoogte van de pompen is
weergegeven in Tabel 7.5. Hierbij is rekening gehouden met de maximale debieten in de maanden juli en
augustus. Het systeem is zodanig ontworpen dat de pompen een maximale opvoerhoogte van 35 á 40 m
dienen te leveren met een relatief hoog debiet tot in de uiterste punten van het netwerk. Met de combinatie
van deze opvoerhoogte en debiet is een standaard pomp toe te passen. Er zijn pompen beschikbaar met
hogere opvoerhoogtes, maar het debiet van de pomp is dan lager (wat er voor kan zorgen dat er 2 pompen
nodig zijn). Om de benodigde opvoerhoogtes te verlagen kan de leidingdiameter worden vergroot
(vermindering weerstand), kan een gladder leidingmateriaal worden toegepast of kan er een extra
pompstation worden gerealiseerd (booster).

Tabel 7.5 Indicatie pompstations voor het hoofdtracé

Pomp	Onderdeel	Debiet [m ³ /dag]	Opvoerhoogte [mwk]
A	zuiveringsunit	4.456	5 (indicatie)
B	stadsnetwerk tot aan Stadspark	4.456	35
C	stadspark tot aan Ruien	962	35

REFERENTIES

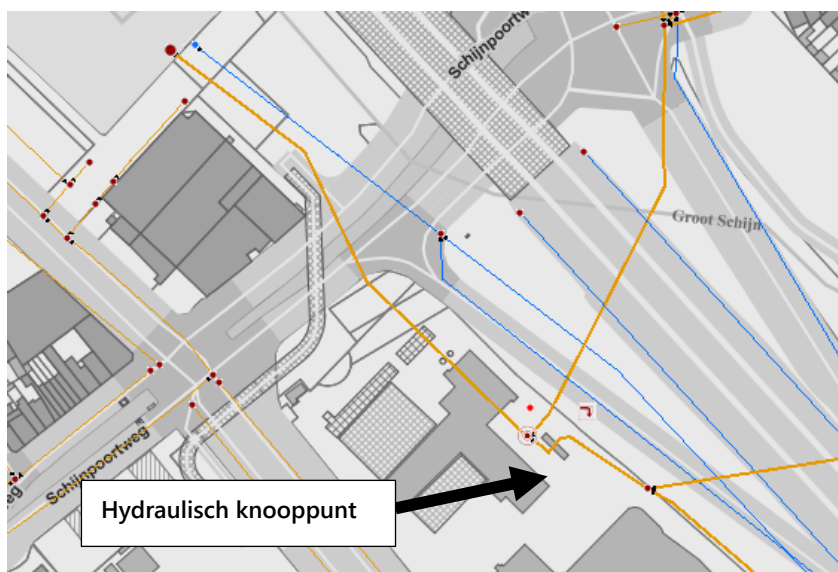
- 1 Agentschap Zorg en Gezondheid (2021, 31 mei). Bezettingsgraad en verblijfsduur Vlaamse ziekenhuizen. URL: <https://www.zorg-en-gezondheid.be/bezettingsgraad-en-verblijfsduur-vlaamse-ziekenhuizen>.
- 2 Arcadis (2018). Modernisering van het Albertkanaal tussen de Noorderlaanbrug en de sluis van Wijnegem. Niet technische samenvatting Project-MER. In opdracht van de Vlaamse Waterweg. URL: <https://mer.lne.be/merdatabank/uploads/merntech5570.pdf>.
- 3 Arcadis (2019). Stadsparkvijver Antwerpen. Technische conceptstudie m.b.t. watertoevoer en inrichting.
- 4 Gazet van Antwerpen (2016). Zoo pakt waterverbruik aan. URL: https://www.gva.be/cnt/dmf20160809_02419098.
- 5 IMDC (2018). Haalbarheidsstudie Regenwaterrecuperatie Zuiderdokken.
- 6 IMDC (2019) Onderzoek naar droogte en waterschaarste in Antwerpen. Beschrijvende Nota WP1 Analyse algemene waterbeschikbaarheid. Beschrijvende Nota WP2 Impactanalyse. Beschrijvende Nota WP3 Scenario's en Strategieën.
- 7 Lijst van Belgische ziekenhuizen. (2021, 30 mei). In Wikipedia. URL: https://nl.wikipedia.org/wiki/Lijst_van_Belgische_ziekenhuizen#Antwerpen.
- 8 Niinemets Ü. & Valladares F. (2006). Tolerance to shade, drought, and waterlogging of temperate northern hemisphere trees and shrubs. *Ecological Monographs*, 76(4), 521–547.
- 9 Milieubarometer, Grote verschillen in milieucijfers hotels. (2021, 30 mei). URL: <https://www.milieubarometer.nl/artikelen/branchegemiddelde-voor-hotels/#:~:text=Een%20hotelgast%20blijkt%20gemiddeld%2020,gemiddeld%2050%25%20van%20het%20afval>.
- 10 Uitdewilligen D., Van Eylen I. & Lermytte J. (2005). Ontwikkelen van regionale modellen ten behoeve van het Vlaams Grondwater Model (VGM) in GMS/MODFLOW – Centraal Vlaams Model Noord, deelrapport 1: Basisgegevens en conceptueel model, studie in het kader van de opdracht: Opbouw van het Vlaams Grondwater Model (VGM) en de gegevensinvoer in Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV). Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Milieu-, Natuur-, Land- en Waterbeheer, Afdeling Water.
- 11 VITO (2003) Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor ziekenhuizen en andere verzorgingsinstellingen URL: https://emis.vito.be/sites/emis/files/pages/migrated/BBT_rapport_ziekenhuizen_volledig_rapport.pdf.
- 12 VITO (2021). Waterverbruik Wasserettes. URL: <https://ibbt.emis.vito.be/content/waterverbruik-6>
Waterverbruik Carwashes. URL: <https://ibbt.emis.vito.be/content/waterverbruik-13>.
- 13 Vlaamse Milieumaatschappij (2018). Watergebruik door huishoudens – het watergebruik in 2016 bij de Vlaming thuis.
- 14 Willems P. (2015). Invloed van klimaatverandering op hoog- en laagwater in Vlaanderen.
- 15 Willems P., De Niel, J & Tabari H. (2015). 'Modellering en beleidsaanbevelingen ten aanzien van neerslag in Antwerpen – Validatie aan overstromingsgegevens', aanvullende studie KU Leuven voor Stad Antwerpen.
- 16 Beheer van nutsinstallaties op het domein en onder de sporen van Infrabel (2018), EXTERNE BUNDEL 35.1, INFRABEL NV. (https://infrabel.be/sites/default/files/wysiwyg-files/bundel_35.1_-_beheer_van_nutsinstallaties_op_het_domein_of_onder_de_spor.pdf).
- 17 Werkinstructie 1003 (28/09/2020), Veiligheidsmaatregel bij werken met niet-spoorgebonden voertuigen zonder voorziene indringing.

Bijlage(n)

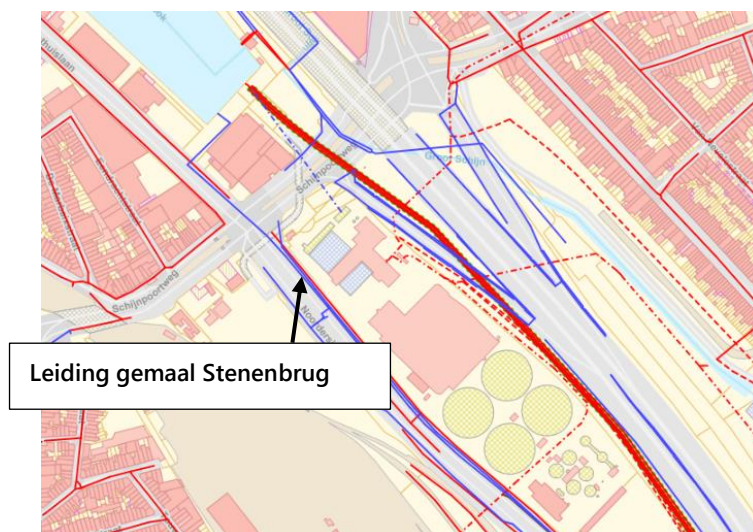
BIJLAGE: KAARTEN EN AFBEELDINGEN SCHETSONTWERP

I.1 RWZI Deurne en Pompgemaal Stenenbrug

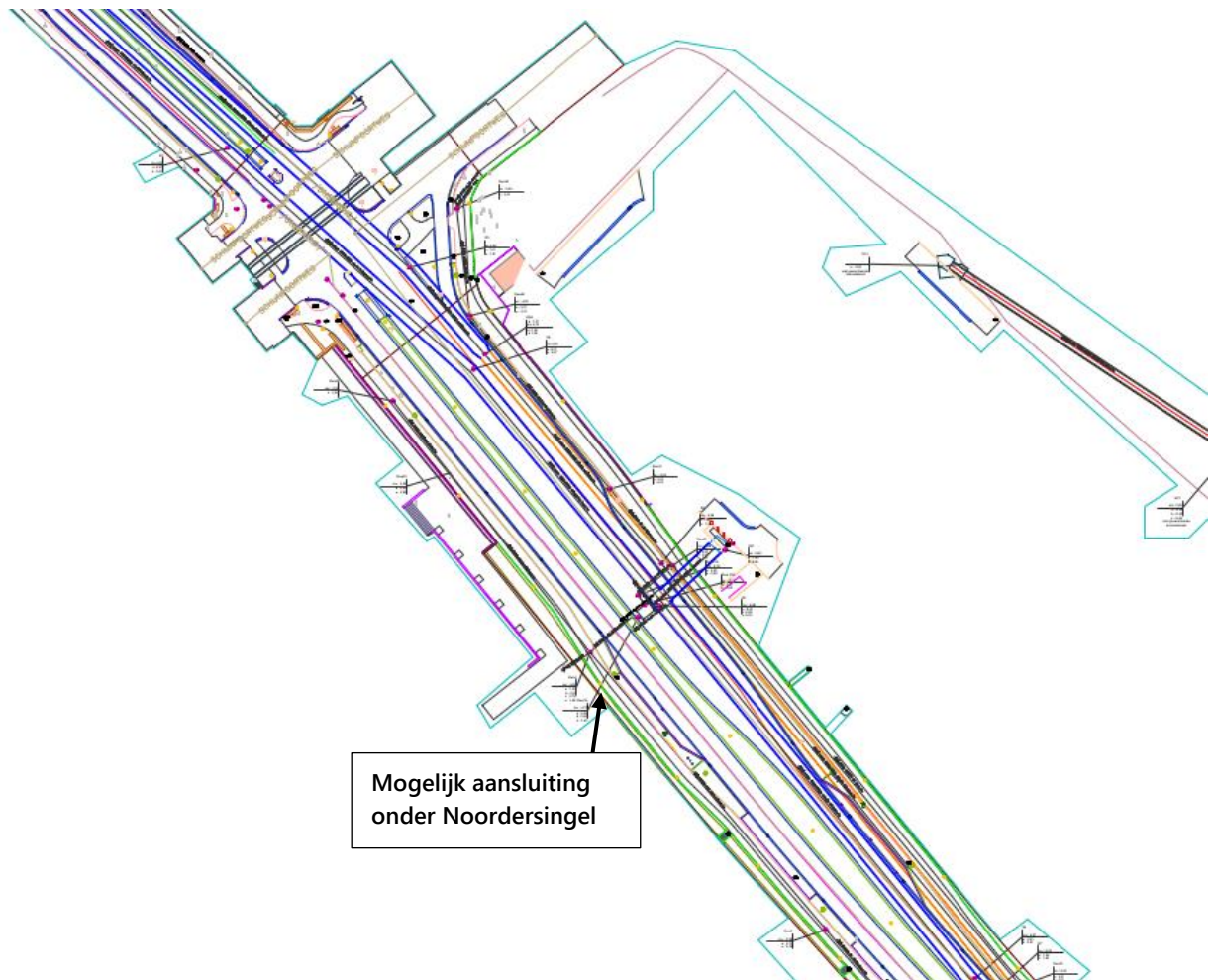
Afbeelding I.1 Riolering nabij RWZI Deurne [Geopunt België]



Afbeelding I.2 Verloop leiding van pompstation 2 [Aquawards operate]

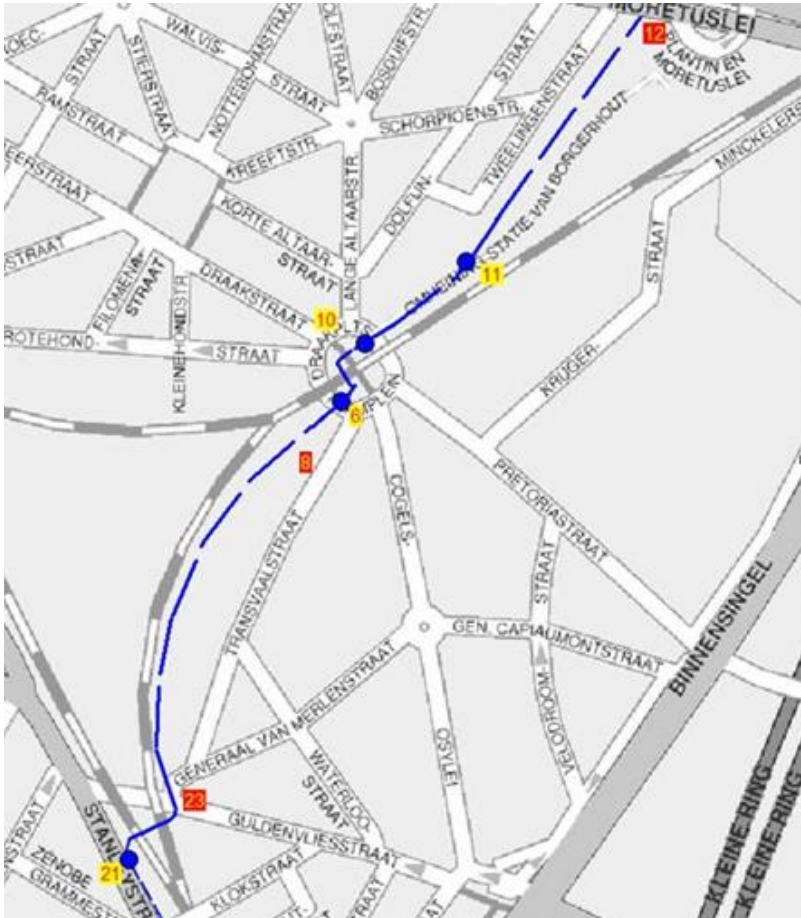


Afbeelding I.3 Overzicht leidingen Noordersingel nabij RWZI

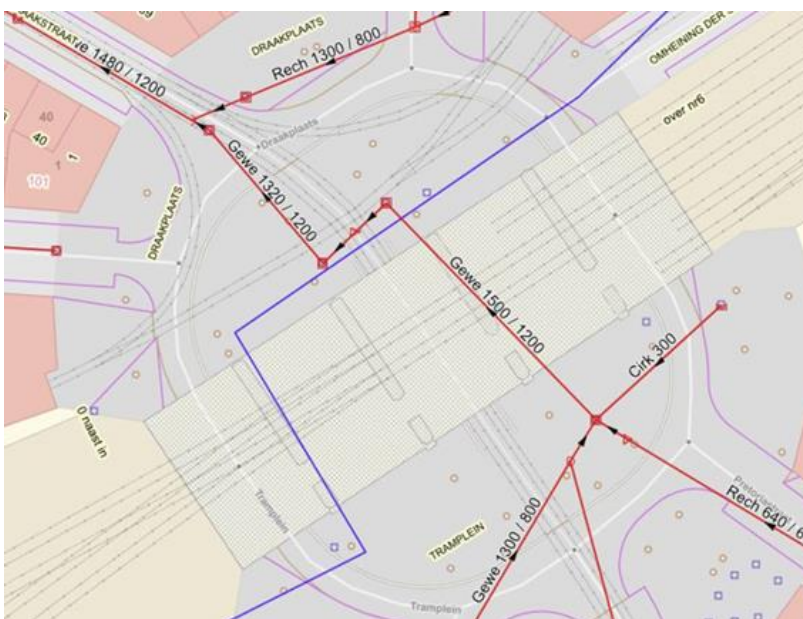


I.2 Zilverbeek verbinding

Afbeelding I.4 Tracé riool Zilverbeek met aangegeven putten obv camera inspectie. De putten 8, 12 en 23 (rood) zijn niet gelokaliseerd en slechts gebruikt om de inspectierichting weer te geven

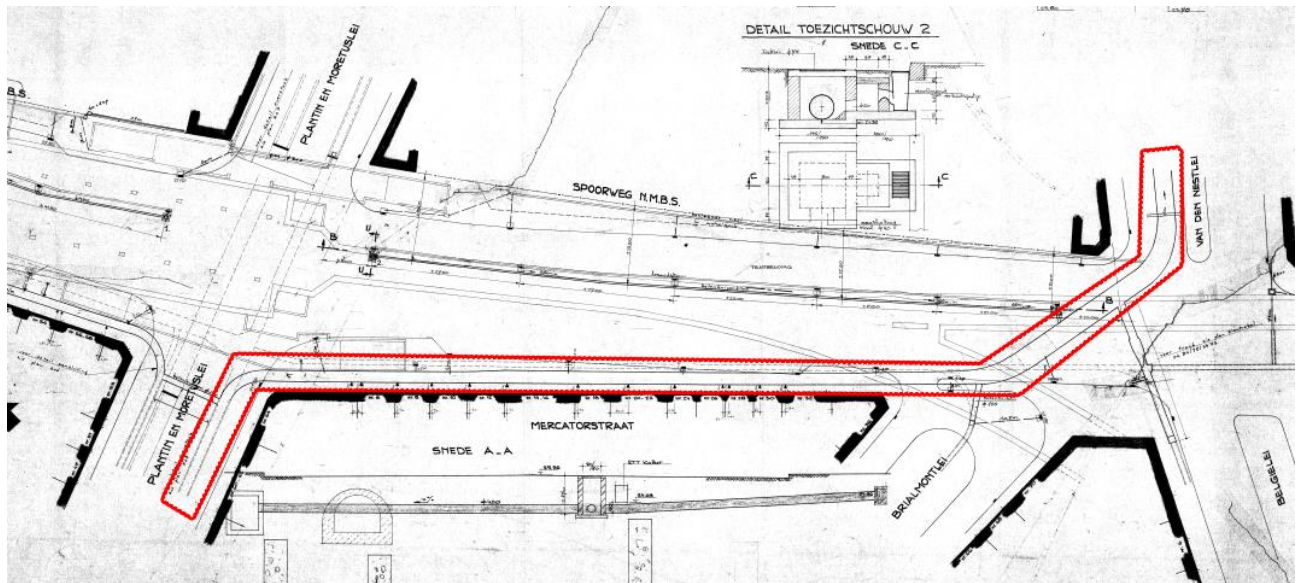


Afbeelding I.5 Draakplaats met riool Zilverbeek (blauwe lijn). Rode lijn is het klassiek riool

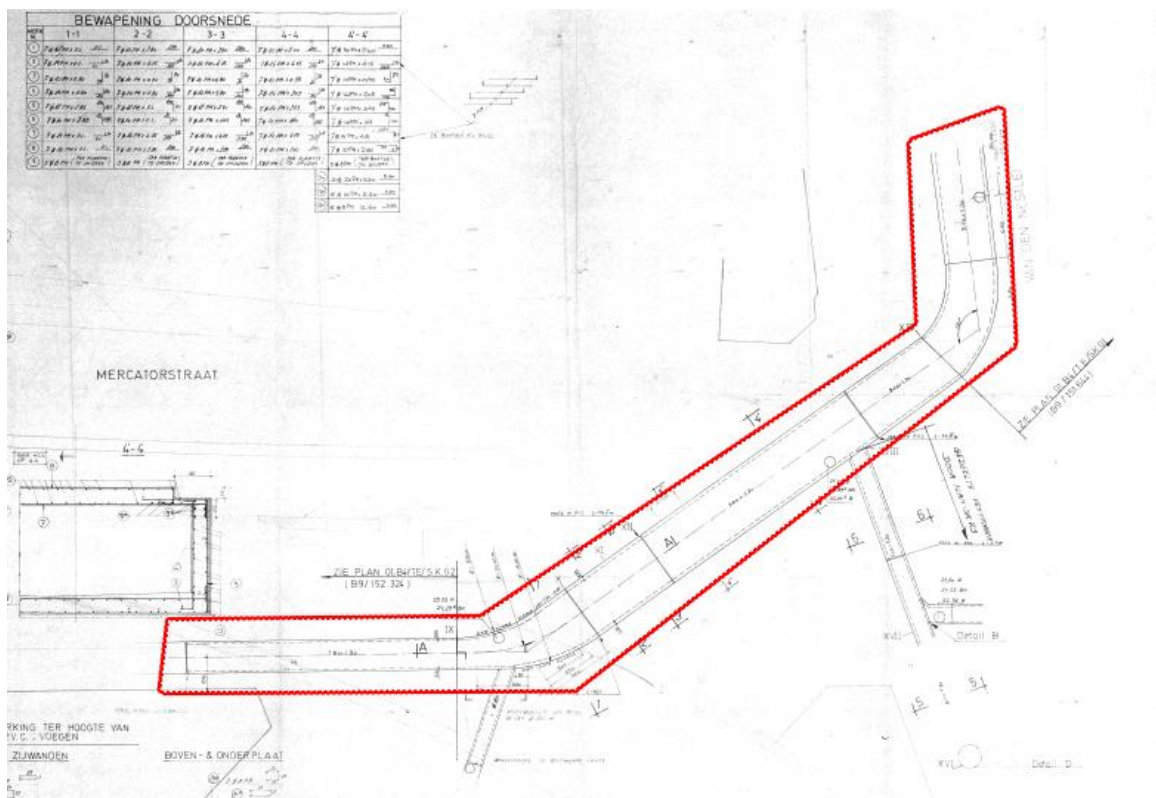


1.3 Collector Van den Nestlei

Afbeelding 1.6 Collector tussen van den Nestlei en Plantin en Moretuslei



Afbeelding I.7 Collector tussen van den Nestlei en Mercatorstraat



I.4 Herentalse Vaart

Abbeelding I.8 Putten waar de Herentalse Vaart is gelokaliseerd tussen de spoorweg en de stadsvijver



Afbeelding I.9 Afmetingen Herentalse Vaart zoals opgemeten

