



©Lucid, november 2019

BIJLAGEN

BIJLAGE 3: Technische conceptstudie Stadsparkvijver

STADSPARKVIJVER ANTWERPEN

Technische conceptstudie mbt watertoevoer en inrichting
Versie 3

Water-Link

18 MAART 2019

Contactpersoon

JAN CAMPFORTS

Arcadis Belgium nv
City Link 2
Posthofbrug 12
2600 Antwerpen
België

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING	10
2	ONDERZOEKSVRAGEN	11
2.1	Onderzoeksvraag 1	11
2.2	Onderzoeksvraag 2	11
3	SAMENVATTING VOORAFGAAND STUDIEWERK	12
3.1	Studie Hydrogeologie en Waterpeilbeheer – Arcadis iov Stad Antwerpen (2016)	12
3.1.1	Waterbehoefte stadspark	12
3.1.2	Onderzochte scenario's	12
3.1.2.1	Oppervlaktewater	12
3.1.2.2	Ondiep grondwater	13
3.1.2.3	Diep grondwater	13
3.1.2.4	Conclusies	13
3.2	Nota Stadsvijver – Water-Link, Stad Antwerpen	14
3.2.1	Verder te bestuderen scenario's	14
3.2.1.1	Scenario 1: Water aanvoeren van permanente bemaling “Den Bell”	14
3.2.1.2	Scenario 2: Water van het Kempisch dok	15
3.2.1.3	Scenario 3: Verschillende bronnen vanaf Antwerpen-Noord via spoorweg	16
3.2.1.4	Scenario 4: Gebruik van de ruïen als hemelwaterput	17
3.2.2	Niet verder bestudeerde scenario's	17
3.2.2.1	Water van de schelde via de ruïen	17
3.2.2.2	Water van Schijn	19
3.2.2.3	Dieptebooring.	19
3.2.2.4	Aanpassen van de verharding rondom het park.	19
3.2.2.5	Aansluiten van de RWA-frankrijklei	19
3.3	Technische nota bemaling Bell – Water-Link	20
3.3.1	Knijpleiding	20
3.3.2	Opvoergemaal	20
3.3.3	Kwaliteit van het bemalingswater	20
3.4	Afkoppeling charlottalei - Arcadis iov Water-Link en Stad Antwerpen (2017)	20
4	BIJKOMENDE SCENARIO'S	22

4.1	Inrichting van de stadsparkvijver	22
4.1.1	De vijver als buffer- en infiltratiebekken	22
4.1.2	Scenario's voor de specifieke inrichting	23
4.1.2.1	Scenario 1: geen aanpassing	23
4.1.2.2	Scenario 2: Niet-doorlatende bodem	24
4.1.2.3	Scenario 3: gecontroleerde infiltratie	25
4.2	Watertransport naar de vijver	27
4.2.1	Scenario 1: Aanpassen van riolering in de omgeving van het park	27
5	BELEIDSKADER	29
5.1	Hemelwaterplan Antwerpen i.o.v. Rio-Link	29
5.2	Waterplan Antwerpen (in opmaak)	29
5.3	Droogtestudie Antwerpen (in opmaak)	30
5.4	Landschapsbeheerplan Stadspark Antwerpen	30
5.5	Modellering en beleidsaanbevelingen ten aanzien van neerslag in Antwerpen	31
5.6	Levendig Landschap (Groenplan stad Antwerpen)	31
6	BETROKKEN STAKEHOLDERS EN RANDVOORWAARDEN	32
6.1	Stad Antwerpen	32
6.2	Water-Link	32
6.3	Agentschap Onroerend Erfgoed	32
6.4	Aquafin	32
6.5	Consensus uit overleg	32
7	PROCES, METHODIEK EN BEOORDELINGSKADER SCENARIO'S	34
8	ONDERZOEK WATERKWALITEIT	35
8.1	Inleiding	35
8.2	Limnologie	35
8.3	Nutriënten en biologie	36
8.4	Metalen	37
8.5	Pesticiden	38
8.6	Corrosie	38
8.7	Koolwaterstoffen en andere vaste stoffen	40
8.8	Conclusie	40
9	BESPREKING SCENARIO'S ONDERZOEKSVRAAG 1	41
9.1	De vijver als buffer- en infiltratiebekken	41
9.1.1	Infiltratiecapaciteit	41

9.1.2	Inschatting van de verschillende volumes	42
9.1.3	Berekening van de mogelijkheden van de volumes	44
9.1.3.1	Aannames en uitgangspunten	44
9.1.3.2	Simulaties en resultaten	47
9.1.3.3	Conclusie	54
9.2	Scenario's voor de specifieke inrichting	55
9.2.1	Scenario 1: geen aanpassing	55
9.2.2	Scenario 2: niet-doorlatende bodem	55
9.2.3	Scenario 3: gecontroleerde infiltratie	57
9.3	Conclusie	57
10	BESPREKING SCENARIO'S ONDERZOEKSVRAAG 2	59
10.1	Scenario 1: water aanvoeren van bemaling "den Bell"	59
10.1.1	Toelichting en omschrijving	59
10.1.2	Waterkwaliteit (i.f.v. mogelijkheden voor fauna en flora)	61
10.1.3	Kadering binnen robuust hemelwaterbeleid	62
10.1.4	Ruimtegebruik	62
10.1.5	Maatschappelijk verhaal	62
10.1.6	Ontlasting RWZI	62
10.1.7	Vereiste installaties en kosten	63
10.1.8	Realisatietermijn	63
10.1.9	Scoring van de verschillende criteria	64
10.2	Scenario 2: Water van het Kempisch dok	65
10.2.1	Toelichting en omschrijving	65
10.2.2	Waterkwaliteit (i.f.v. mogelijkheden voor fauna en flora)	66
10.2.3	Kadering binnen robuust hemelwaterbeleid	67
10.2.4	Ruimtegebruik	67
10.2.5	Maatschappelijk verhaal in functie van bron	67
10.2.6	Ontlasting RWZI	67
10.2.7	Vereiste installaties en kosten	67
10.2.8	Realisatietermijn	68
10.2.9	Scoring van de verschillende criteria	69
10.3	Scenario 3: Verschillende bronnen van Antwerpen-noord via spoorweg	70
10.3.1	Toelichting en omschrijving	70
10.3.2	Waterkwaliteit (i.f.v. mogelijkheden voor fauna en flora)	71
10.3.3	Kadering binnen robuust hemelwaterbeleid	71
10.3.4	Ruimtegebruik	71
10.3.5	Maatschappelijk verhaal	72
10.3.6	Ontlasting RWZI	72

10.3.7	Vereiste installaties en kosten	72
10.3.8	Realisatietermijn	72
10.3.9	Scoring van de verschillende criteria	73
10.4	Scenario 4: Gebruiken van de Ruien als hemelwaterput	74
10.4.1	Toelichting en omschrijving	74
10.4.2	Waterkwaliteit (i.f.v mogelijkheden voor fauna en flora)	75
10.4.3	Kadering binnen robuust hemelwaterbeleid	75
10.4.4	Ruimtegebruik	75
10.4.5	Maatschappelijk verhaal	76
10.4.6	Ontlasting RWZI	76
10.4.7	Vereiste installaties en kosten	76
10.4.8	Realisatietermijn	77
10.4.9	Scoring van de verschillende criteria	78
10.5	Scenario 5: Aanpassing van de riolering in de omgeving van het park	79
10.5.1	Toelichting en omschrijving	79
10.5.2	Waterkwaliteit (i.f.v mogelijkheden voor fauna en flora)	80
10.5.3	Kadering binnen robuust hemelwaterbeleid	80
10.5.4	Ruimtegebruik	82
10.5.5	Maatschappelijk verhaal	82
10.5.6	Ontlasting RWZI	82
10.5.7	Vereiste installaties en kosten	82
10.5.8	Realisatietermijn	83
10.5.9	Scoring van de verschillende criteria	83
10.6	Scenario 6: Eenmalige vulling met water (leidingwater, Albertkanaal, Effluent)	84
10.6.1	Toelichting en omschrijving	84
10.6.2	Waterkwaliteit	84
10.6.3	Kadering binnen robuust hemelwaterbeleid	84
10.6.4	Ruimtegebruik	84
10.6.5	Maatschappelijk verhaal	84
10.6.6	Ontlasting RWZI	85
10.6.7	Kosten	85
10.6.8	Realisatietermijn	85
10.6.9	Scoring van de verschillende criteria	86
11	CONCLUSIE	87
11.1	Conclusies onderzoeksvraag 1	87
11.2	Onderzoeksvraag 2	87
11.2.1	Scenario 1: Bemaling den Bell	88
11.2.2	Scenario 2: Water van kempisch dok	89

11.2.3	Scenario 3: Verschillende bronnen via Antwerpen Noord	89
11.2.4	Scenario 4: Gebruik van de ruien als hemelwaterput	90
11.2.5	Scenario 5: aanpassing riolering in de omgeving van het park	90
11.2.6	Scenario 6: eenmalig opvullen van de vijver	90
11.2.7	Gewogen score per scenario	91

TABELLEN

Tabel 1: Stijging van het waterniveau in de vijver ten gevolge van de aansluiting van het regenwaterstelsel in de corresponderende straat.	13
Tabel 2: overzicht van de waterkwaliteit voor de verschillende scenario's. Met de focus op limnologie.	36
Tabel 3: overzicht van de waterkwaliteit voor de verschillende scenario's. Met de focus op nutriënten en de invloed op de biologie.	37
Tabel 4: overzicht van de waterkwaliteit voor de verschillende scenario's. Met de focus op metalen.	37
Tabel 5: overzicht van de waterkwaliteit voor de verschillende scenario's. Met de focus op Pesticiden.	38
Tabel 6: overzicht van de waterkwaliteit voor de verschillende scenario's. Met de focus op corrosie.	38
Tabel 7: infiltratieproeven, gemiddelde waarde per diepte beproeving	41
Tabel 8: Overzicht van de mogelijke volumes corresponderend met hypothetische waterniveaus.	44
Tabel 9: samenvatting resultaten onderzoek waterkwaliteit	61
Tabel 10: score voor de verschillende criteria	64
Tabel 11: samenvatting resultaten onderzoek waterkwaliteit	67
Tabel 12: score voor de verschillende criteria	69
Tabel 13: samenvatting resultaten onderzoek waterkwaliteit	71
Tabel 14: score voor de verschillende criteria	73
Tabel 15: score voor de verschillende criteria	78
Tabel 16: score voor de verschillende criteria	83
Tabel 17: score voor de verschillende criteria	86
Tabel 18: samenvatting scenario 1	88
Tabel 19: samenvatting scenario 2	89
Tabel 20: samenvatting scenario 3 Effluent RWZI	89
Tabel 21: samenvatting scenario 3 Het schijn	89
Tabel 22: samenvatting scenario 4	90
Tabel 23: samenvatting scenario 5	90
Tabel 24: samenvatting scenario 6	91
Tabel 25: Gewogen score per scenario	91

FIGUREN

Figuur 1: afbeelding van de stadsparkvijver bij droogstand	10
Figuur 2: Scenario 1, traject waarlangs het bemalingswater van Den Bell wordt vervoerd.	15

Figuur 3: Traject waarlangs het water van de dokken wordt vervoerd naar de stadsvijver.	16
Figuur 4: Traject van de persleiding langs het spoorwegviaduct en de aansluiting op de stadsvijver via de Louiza-Marialei.	17
Figuur 5: Foto van de ruïnen, aan de rechterkant kan de uitvloeï van een overstort gezien worden.	18
Figuur 6: Vullingsgraad als percentiel van de tijd.	23
Figuur 7 Scenario 1: geen aanpassing	23
Figuur 8: Afbeelding van een scenario waarbij geen infiltratie meer mogelijk is op bepaalde delen van de vijver	25
Figuur 9: scenario waarbij er gecontroleerde infiltratie optreedt	25
Figuur 10: Bestaande en mogelijke nieuwe RWA-leidingen die afwateren naar de parkvijver.	28
Figuur 11: Plannen voor de zone van het stadspark in het hemelwaterplan. De groene zone omvat een oppervlakte van om en beide 50 ha.	29
Figuur 12: principeschets van de infiltratieproeven	41
Figuur 13: Aanduiding van de verschillende niveaus en bijhorende volumes aan de hand van een snede. Dit is enkel een schetsmatige voorstelling is. De werkelijke snede van de vijver op deze locatie zal licht verschillend zijn.	42
Figuur 14: Plannen voor de zone van het stadspark in het hemelwaterplan. De groene zone omvat een oppervlakte van ongeveer 53 ha (zonder de vijver oppervlakte).	46
Figuur 15: Vullingsgraad scenario 1a	48
Figuur 16: Vullingsgraad scenario 1b	48
Figuur 17: Vullingsgraad scenario 2a	49
Figuur 18: Vullingsgraad scenario 2b	50
Figuur 19: Massabalans van het scenario met enkel een constant aangesloten debiet.	50
Figuur 20: Vullingsgraad scenario 3a	51
Figuur 21: Vullingsgraad scenario 3b	51
Figuur 22: Vullingsgraad scenario 3c	52
Figuur 23: Vullingsgraad scenario 4a	53
Figuur 24: Vullingsgraad scenario 4b	53
Figuur 25: Vullingsgraad scenario 4c	54
Figuur 26: voorbeeld van de installatie van bentonietmatten in het domein de halve maan te diest. Links: tijdens de installatie. Rechts: het eindresultaat	56
Figuur 27: schetsmatige aanduiding van de verschillende waterpeilen.	58
Figuur 28: schetsmatige afbeelding scenario 1. Met de bemaling van Den Bell als bron.	60
Figuur 29: schetsmatige afbeelding scenario 1. Met de bemaling van het Sint-Vincentius ziekenhuis als bron.	61
Figuur 30: Tracé voor scenario 2 waarbij het dokwater wordt opgepompt uit de leien.	66
Figuur 31: schematische afbeelding van het traject in scenario 3.	70
Figuur 32: schematische voorstelling van scenario 4. De lengte van de hemelwaterput dient enkel als richtlijn.	75
Figuur 33: Schematische voorstelling van het tracé in scenario 5.	80
Figuur 34: Felblauwe zones: optimaal gescheiden rioleringsstelsel; Lichtblauwe zones: gescheiden systeem met primaire aansluiting op een buffer zoals een parkvijver of grote waterpartij; Turquoise zone: pragmatisch gescheiden stelsel op basis van projectniveau; Lichtgroene zones: optimaal gemengde afvoer met infiltratie van alle neerslag; Gele zones: optimaal gemengde afvoer met voldoende buffering om een	

belangrijk deel van de neerslag lokaal te infiltreren; Oranje zones: gemengde afvoer met weinig potentieel op het vlak van infiltratie 81

Figuur 35: Plannen voor de zone van het stadspark in het hemelwaterplan. De groene zone omvat een oppervlakte van om en beide 53 ha (de vijver zelf niet meegerekend). 81

Figuur 36: Overzicht onderzochte scenario's 88

BIJLAGEN

- Bijlage 1: Hydraulische berekeningen
- Bijlage 2: Onderzoeksresultaten waterkwaliteit
- Bijlage 3: Verslag infiltratieproeven
- Bijlage 4: Verslag werkoverleg Stadsvijver
- Bijlage 5: Kostenraming

COLOFON

92

1 INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING

De stadsparkvijver kent al geruime tijd problemen met waterbevoorrading. Dit zorgt voor een te laag waterpeil en in extreme gevallen zelfs tot droogstand van de vijver. Het stadspark doet dienst als een belangrijk historisch element binnen Antwerpen en wordt ook door de omwoners ervaren als een eminent deel van de buurt.

Het lage waterpeil van de vijver wordt voornamelijk toegeschreven aan de algemene verlaging van het grondwaterpeil in Antwerpen. Deze trend wordt veroorzaakt door de uitvoerige verharding van het oppervlak in de stad in combinatie met de permanente bemalingen die op diverse locaties worden uitgevoerd.



Figuur 1: afbeelding van de stadsparkvijver bij droogstand

Initiële pogingen om de vijver aan te vullen met onder andere drinkwater bleken een druppel op een hete plaat omdat het infiltratiedebiet te hoog is en druisen in tegen de principes van duurzaam waterbeheer.

Binnen dit kader wordt de verdroging van de stadsparkvijver ook aangegrepen door de buurtbewoners als een symbool voor het falende waterbeheer van de stad Antwerpen. Recent is er dan ook een niet-politieke actiegroep opgericht genaamd 'De Waterzaak' die druk uitoefent om tot een duurzaam integraal waterbeleid in de stad Antwerpen te komen.

Er dient dus een oplossing gevonden te worden voor het tekort aan water op deze locatie. In dit document zullen verschillende scenario's besproken worden die bespreken waar water gehaald kan worden om de vijver weer op het historische peil te brengen en hoe dit constante pijn behouden moet worden.

Het doel is om deze scenario's nadien te bespreken volgens bepaalde criteria en op deze manier een optimaal scenario te kiezen.

2 ONDERZOEKSVRAGEN

2.1 Onderzoeksvraag 1

Op welke wijze kan de stadsparkvijver ingericht worden waarbij enerzijds een historisch karakter met een waterspiegel kwalitatief hersteld wordt en waarbij anderzijds de parkvijver op vlak van infiltratie en buffering een functie vervult binnen het beleid omtrent klimaatrobuust hemelwaterbeleid?

2.2 Onderzoeksvraag 2

Op welke wijze kan er hemel-, oppervlakte- en of grondwater van voldoende kwaliteit naar de stadsparkvijver gebracht worden om deze te voeden, hoe passen deze scenario's in een ruimere visie m.b.t. hemelwaterbeheer en hoe verhouden deze mogelijkheden zich t.o.v. elkaar op vlak van duurzaamheid, kosten en realisatie-termijn?

3 SAMENVATTING VOORAFGAAND STUDIEWERK

3.1 Studie Hydrogeologie en Waterpeilbeheer – Arcadis iov Stad Antwerpen (2016)

Binnen deze studie werden reeds enkele opties voor het opvullen van de stadsparkvijver uitvoerig bestudeerd. Uiteindelijk werd geen van de opties uitgevoerd. In deze sectie zullen de belangrijkste bevindingen worden samengevat.

3.1.1 Waterbehoefte stadspark

Een belangrijk aspect dat werd bestudeerd is de waterbehoefte om het stadspark weer tot een bepaald niveau te brengen. Met andere woorden het debiet dat de gekozen waterbron moet kunnen aanvoeren.

De vijver is aangelegd in hoofdzakelijk zandhoudende afzettingen, de infiltratie snelheid bij een verlaging van de watertafel is dus niet gering. In 2016 werd de vijver voor een bepaalde periode aangevuld met leidingwater (200 m³/dag). Het is aan de hand van dit constante debiet en de zakking van het waterpeil dat de verticale doorlatendheid en bijgevolg de hydraulische weerstand van de bodem berekend kunnen worden.

Het belangrijkste besluit dat hieruit werd getrokken is dat voor een stijging van het waterpeil tot 2 m boven de vijverbodem, wat nodig is om het eilandje terug te herstellen, 2500 m³ per dag nodig is.

3.1.2 Onderzochte scenario's

3.1.2.1 Oppervlaktewater

Binnen deze studie werd de mogelijkheid onderzocht om het oppervlaktewater van de omliggende straten e, bebouwing te gebruiken voor de opvulling. Concreet werd hier de aansluiting van het RWA-stelsel in de volgende straten in rekening genomen:

- Quinten Matsijslei
- Van Eycklei
- Lange Kievitstraat
- Frankrijlei
- Hemelwaterbekken aan het Theaterplein

Het grootste probleem bij dit scenario is het beperkte debiet dat kan worden aangevoerd, dit volstaat namelijk niet om het waterpeil terug op de gewenste hoogte te brengen. De stijging die kan worden teweeggebracht door elke straat afzonderlijk is weergegeven in tabel 1.

Bovendien is het aanvoeren van regenwater geen klimaat robuust scenario doordat een verandering in het klimaat hoogstwaarschijnlijk een invloed zal hebben op de neerslaghoeveelheden. Bijgevolg is het moeilijk te voorspellen of dit scenario's nog naar behoren zal werken in de toekomst. Er gaat namelijk een significante onzekerheid gepaard met het voorspellen van klimaatverandering.

Tabel 1: Stijging van het waterniveau in de vijver ten gevolge van de aansluiting van het regenwaterstelsel in de corresponderende straat.

Regenwatertoevoer	Gemiddelde watertafelverhoging (cm)
Van Eycklei	1.7
Quinten Matsijslei	0.4
Lange Kievitstraat	1.5
Frankrijklei	2.7
Theaterplein	1.4
Totaal	7.7

Een tweede factor die in rekening genomen moet worden is de noodzaak tot filtering van het aangevoerde regenwater. Bij aansluiting van alle bovenvermelde straten dient een filtersysteem geïnstalleerd te worden met een minimum debiet van 272 l/s. Ook zal het nodig zijn om een kleine knijpopening te voorzien op de leidingen zodat het vervuilde regenwater afkomstig van de “first flush” naar het rioleringsstelsel wordt gestuurd in plaats van naar de Stadsvijver.

3.1.2.2 Ondiep grondwater

Het onttrekken van ondiep grondwater zou gebeuren volgens een horizontaal geplaatste gesloten drukleiding, met een horizontaal filterstuk, gelast aan een blinde buis. Dit geschiedt met de horizontale directional drilling (HDD) methode. De bedoeling was dan om het stadspark te verbinden met het K. Albertpark a.d.h.v. twee deeltracés

- Stadspark → Charlottelei
- Charlottelei via Belgiëlei → K. Albertpark

Dit zou leiden tot een mogelijke toevoer van 250 m³/d ondiep grondwater wat overeenkomt met een gemiddelde verhoging van de watertafel van 20.2 cm.

3.1.2.3 Diep grondwater

De derde optie is het onttrekken van dieper gelegen grondwater dat aanwezig is onder de Boomse klei. Hierbij zou het water opgevoerd moeten worden over een afstand van 63 m. Dit kan gedaan worden met een pomp. Het opgepompte debiet hangt af van de capaciteit van de pomp, voor een pomp met een capaciteit van 0.75 kW komt dit overeen met een debiet van 43 m³/dag. Wat overeenkomt met een gemiddelde watertafelverhoging van 3.2 cm.

De kwaliteit van het water dat wordt opgepompt kan getypeerd worden als ‘licht brak’.

3.1.2.4 Conclusies

De voornaamste conclusies die uit deze studie naar voor kwamen zijn de volgende:

- De structureel verlaagde grondwaterspiegel in de omgeving van de stadsparkvijver is volledig te wijten aan bemalingswerken zonder retourbemaling in de nabije omgeving.
- Er is geen alternatieve bron om de vijver op peil te houden conform het streefbeeld indien de huidige doorlaatbaarheid van de vijverbodem behouden blijft, tenzij het bij de bemalingswerken opgepompte grondwater naar de Stadsparkvijver omgeleid wordt, of met een nul-lozing of met een retourbemaling.

- Indien de gewone bemalingen zonder maatregelen in de binnenstad blijven bestaan, zijn technische ingrepen zoals het afdichten van de vijverbodem met een kleilaag of kunststoffolie, welke de hydraulische weerstand van de vijver verhogen, in combinatie met een externe voeding, het enige alternatief om te komen tot een afdoende hoog waterpeil. Zonder technische ingreep zoals afdichting van de vijverbodem/externe voeding, zal het streefpeil, met het huidige grondwaterbeleid in de stad enkel nog per toeval gehaald worden (lees: na minstens tweejaarlijkse, neerslagrijke periode zonder bemaling in omgeving).

3.2 Nota Stadsvijver – Water-Link, Stad Antwerpen

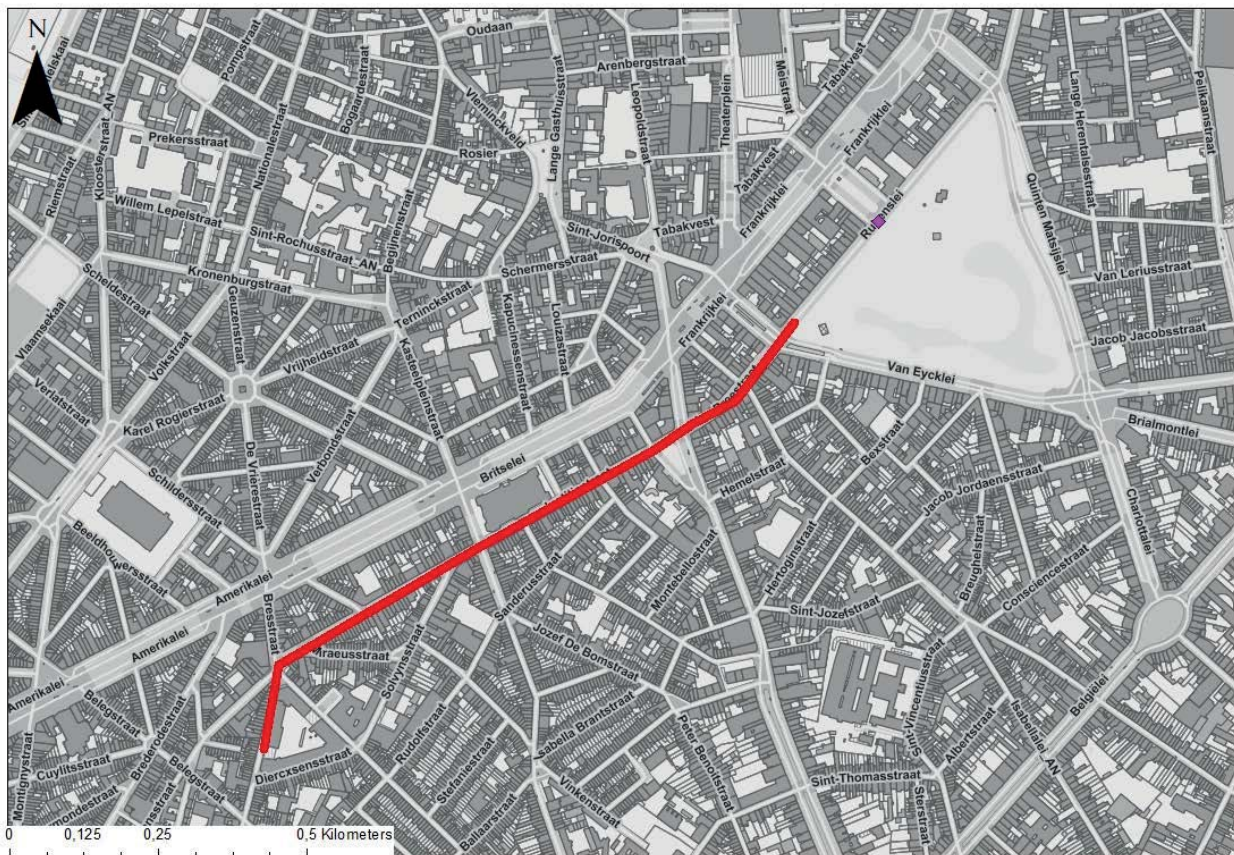
Door Water-Link werden in het kader van onderzoeksvraag 2, reeds verschillende mogelijke scenario's vooropgesteld. Deze zullen hieronder kort toegelicht worden met opmerkingen vanuit Arcadis waar nodig. De voorstellen worden in twee groepen verdeeld, namelijk een groep met te behouden en verder te bestuderen scenario's en een groep met niet weerhouden scenario's. Deze laatste zullen dan ook minder uitvoerig besproken worden. Er wordt ook telkens een korte motivatie gegeven waarom een scenario in één van beide groepen is opgedeeld.

3.2.1 Verder te bestuderen scenario's

3.2.1.1 Scenario 1: Water aanvoeren van permanente bemaling "Den Bell"

De ondergrondse parking van het historisch gebouw Den Bell wordt permanent bemaald. Momenteel wordt dit grondwater geloosd op het rioleringsnetwerk en vervoerd naar een RWZI aan de rand van de stad. Het zou echter mogelijk zijn om het bemalingswater via de bestaande riolering naar het stadspark te leiden. Dit kan uitgewerkt worden door een gravitaire leiding of een persleiding op te hangen in de bestaande riolen, vertrekkend vanaf de regenwaterleiding in de Sint-Laureisstraat. Deze leiding kan dan met minimale ingrepen verbonden worden met het gemetste gewelf in de Paleisstraat dat doorloopt langs de Justitiestraat en de Van Breestraat tot aan de Rubenslei. De details van dit scenario zullen nog verder in het document besproken worden.

Lengte tracé: 1400m



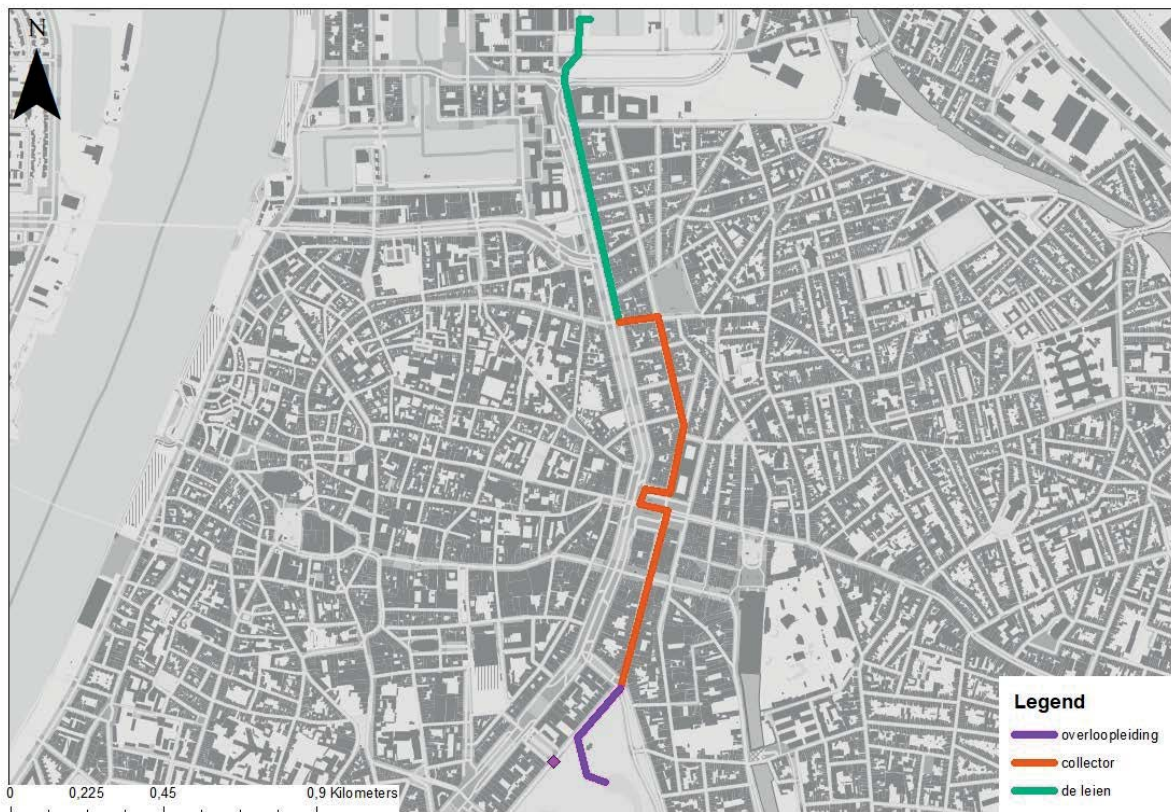
Figuur 2: Scenario 1, traject waarlangs het bemalingswater van Den Bell wordt vervoerd.

3.2.1.2 Scenario 2: Water van het Kempisch dok

In dit scenario wordt het water om de vijver te vullen van de dokken gehaald. Hierbij kan het vervoerd worden langs de leien (startende van de Vondelstraat) tot aan de collector in de Van Maerlantstraat. In de collector wordt dan een verbindingsleiding gehangen. Van deze collector moet vervolgens een verbinding naar de stadsparkvijver gemaakt worden.

Aangezien het stadspark lager ligt dan de dokken kan het water gravitair worden afgevoerd naar het stadspark. Ook kan deze verbinding worden gebruikt als noodoverloop wanneer de vijver uit zijn oevers dreigt te treden, dit zal wel pas laat gebeuren door de hoogte van de dokken.

Lengte tracé: 1650 m

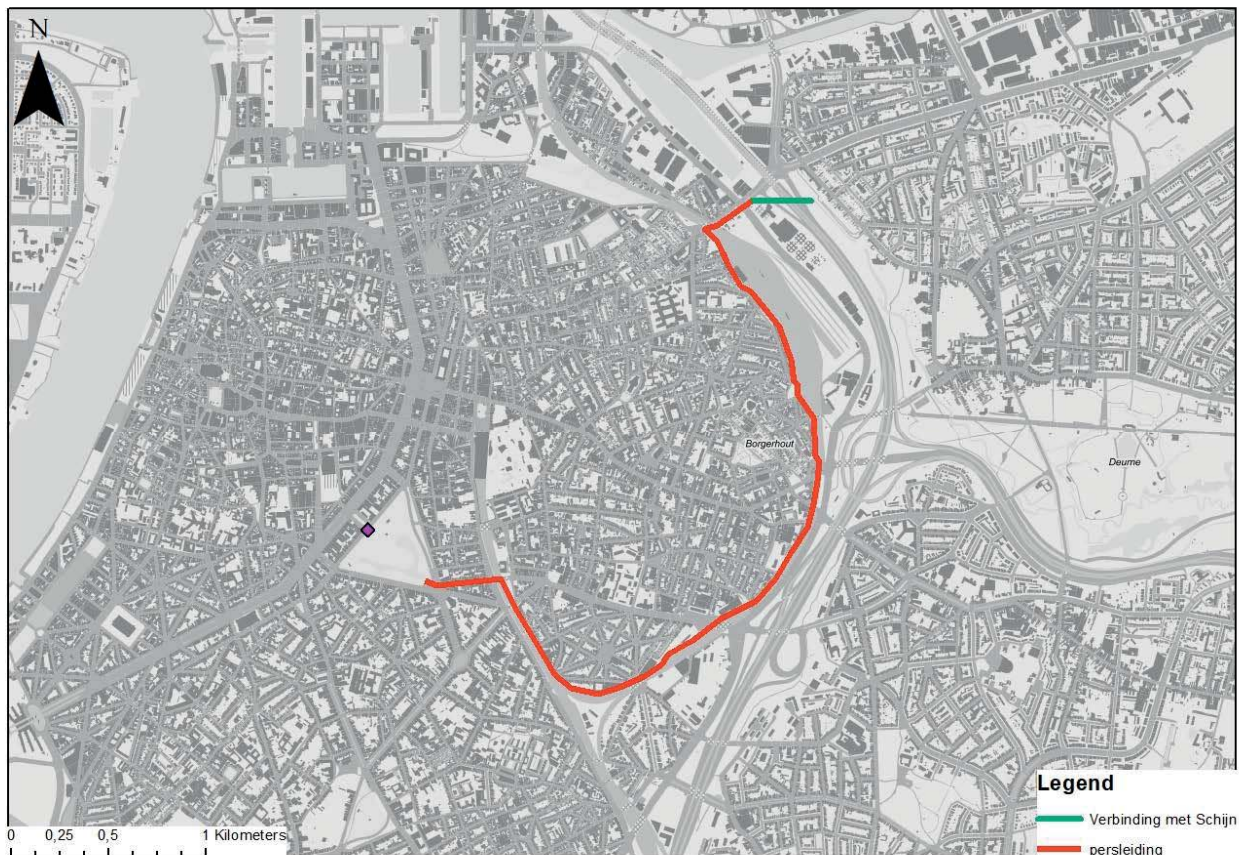


Figuur 3: Traject waarlangs het water van de dokken wordt vervoerd naar de stadsvijver.

3.2.1.3 Scenario 3: Verschillende bronnen vanaf Antwerpen-Noord via spoorweg

Binnen dit scenario zou water worden vervoerd van Deurne naar het centrum langs de spoorweg. In Deurne zijn 3 waterbronnen aanwezig: Het Schijn, het lobroekdok en RWZI Deurne. Het traject van de waterleiding is in elk geval grotendeels hetzelfde. Dit kan gerealiseerd worden door een persleiding aan te leggen parallel met het spoorwegtracé tot aan de Plantin en Moretuslei, waar een korte verbinding aangelegd zal moeten worden tot aan de stadsvijver. Binnen het scenario dat voorgesteld werd door Water-Link zou het effluentwater van de RWZI in Deurne gebruikt worden om het water in de stadsvijver weer op peil te krijgen. Daarnaast zijn nabij de RWZI ook nog het Lobroekdok en de rivier Schijn beschikbaar als bronnen voor een variant op dit scenario. Om de verbinding met het Schijn te maken moet de ring rond Antwerpen gekruist worden door middel van een gestuurde boring.

Lengte tracé: 4900 m + 400 m



Figuur 4: Traject van de persleiding langs het spoorwegviaduct en de aansluiting op de stadsvijver via de Louiza-Marialei.

3.2.1.4 Scenario 4: Gebruik van de ruien als hemelwaterput

Een deel van het RWA-stelsel in Antwerpen zou kunnen afgevoerd worden naar de ruien, deze kunnen dan dienstdoen als hemelwaterput op 2 manieren:

- 1) Door het plaatsen van schotten
- 2) Het plaatsen van een grote tank

3.2.2 Niet verder bestudeerde scenario's

3.2.2.1 Water van de schelde via de ruien

Binnen dit scenario is het idee om water van de schelde te laten lopen in de ruien aan een debiet dat voldoende is om de vijver op te vullen en op peil te houden. Er zijn echter enkele moeilijkheden verbonden aan dit scenario:

- De schelde is getijdengevoelig, dit maakt het moeilijk om ervoor te zorgen dat een constant debiet wordt afgevoerd naar de stadsvijver.
- De getijdengevoeligheid en gevoeligheid aan stormvloed van de Schelde brengt risico's voor wateroverlast met zich mee.
- We hebben te maken met brak water, een waterzuivering-installatie zou dus nodig zijn om ervoor te zorgen dat de fauna en flora in het park niet negatief beïnvloed wordt.

- Wanneer het water langsheen de ruien vervoerd wordt, zal het bij veel neerslag vervuild worden door afvalwater. Dit volgt door de secundaire functie van de ruien als buffer, bij intense neerslag treden verscheidene overstorten in werking die het water van de gemengde riolering lozen in de ruien (figuur 5). Dit kan wel vermeden worden door een leiding op te hangen in de ruien.



Figuur 5: Foto van de ruien, aan de rechterkant kan de uitvloeï van een overstort gezien worden.

3.2.2.2 Water van Schijn

Vroeger werd het stadspark gevoed vanuit 't Schijn, een zijrivier van de Schelde. Dit gebeurde langs de Herentalsvaart, deze waterweg is vandaag de dag niet meer functioneel. Er zou wel een moderne versie kunnen worden aangelegd met als grootste obstakel de ring. Om de leiding gravitair te laten functioneren zou een aquaduct over de ring nodig zijn.

De moeilijkheden van dit scenario zijn:

- Om het water van het Schijn via deze weg naar de stadsparkvijver te brengen is een complex traject met vier ingrepen nodig.
- Onzekerheid over de nodige vrije hoogte boven de ring: meer studie nodig
- Grote impact op de omgeving: aanvraag vergunning nodig
- Langere doorlooptijd, geen snelle oplossing.

3.2.2.3 Diepteboring.

Het is mogelijk om vanuit diepere lagen grondwater op te pompen, dit is echter geen duurzame lange-termijn oplossing aangezien het de verdere daling van de watertafel in Antwerpen in de hand werkt. Ook zou het gaan over een relatief grote bemaling, afhankelijk van de initiatieven die worden ondernomen om infiltratie te beperken.

3.2.2.4 Aanpassen van de verharding rondom het park.

Deze oplossing past niet binnen het kader van deze studie aangezien het doel is om een kortetermijnoplossing te vinden voor de leegstand van de vijver. De infiltratie aanpassen in de omgeving zou pas op lange termijn een invloed hebben op het waterniveau van de stadsparkvijver.

Dit is echter wel een scenario dat in de toekomst in rekening zal moeten genomen worden om het waterbeheer in de stad Antwerpen te verbeteren. Het kadert dan ook goed binnen de algemene hemelwatervisie, waarbij er ingezet wordt op het verhogen van de lokale infiltratie.

3.2.2.5 Aansluiten van de RWA-frankrijklei

Binnen de nota van Water-Link werd dit scenario aangehaald als een aparte oplossing. Binnen onderhavige studie is dit opgenomen binnen het scenario m.b.t. de afkoppeling van het rioleringsstelsel in de omliggende straten. Er wordt namelijk regenwater van de omgeving naar het park geleid. Dit scenario zal dan ook verder in het document worden besproken samen met alle andere mogelijke opvang van regenwater in de omgeving.

3.3 Technische nota bemaling Bell – Water-Link

In de Nota stadsvijver werd al kort besproken dat het bemalingswater van Den Bell kan gebruikt worden om de stadsvijver terug op te vullen. In dit document wordt het hele proces in meer detail besproken. Hierbij zijn er enkele aspecten van het scenario die meer aandacht vereisen.

3.3.1 Knijpleiding

Het bemalingswater wordt getransporteerd naar de RWA-leiding in de Sint Laureisstraat, van hieruit begint het gravitair af te wateren richting het kruispunt met de Boudewijnstraat. Dit kruispunt doet momenteel dienst als een overstort, de buis met de laagste BOK leidt het water richting de RWZI in Antwerpen Zuid terwijl een leiding met een hoger BOK uitkomt in het gewelf dat richting het stadspark loopt. Hier zal dus een knijpleiding aangelegd moeten worden die een BOK heeft dat lager ligt dan de andere 2 leidingen zodat het regenwater gravitair richting het park loopt. Deze knijpleiding verbindt dan met een leiding die opgehangen wordt in het gemetste gewelf.

3.3.2 Opvoergemaal

De leiding in het gewelf kan mogelijks aangesloten worden op een reeds aanwezig overstort dat het water afvoert naar de stadsvijver. Het is echter niet zeker dat dit overstort herbruikbaar zal zijn, hiervoor is een terreininspectie nodig.

Door het beperkte hoogteverval zal het nodig zijn een klein opvoergemaal te installeren in de overstort aan de Rubenslei. Ook dient er een verbinding te worden gemaakt van het gemetste gewelf tot aan het overstort.

3.3.3 Kwaliteit van het bemalingswater

De kwaliteit van het bemalingswater is van groot belang aangezien enkel water van hoge kwaliteit kan gebruikt worden voor het opvullen van het stadspark. Het water wordt momenteel al over een beluchter geleid om vervolgens te laten bezinken in een tank. Op deze manier wordt de vervuiling met koolwaterstoffen al behandeld. Het water is echter na deze behandeling nog steeds sterk ijzerhoudend en aldus niet geschikt voor het vullen van een vijver door de oranje kleur. Bijgevolg zal een extra waterzuiveringsinstallatie nodig zijn langs het traject, de kostprijs van deze installatie zal grotendeels afhangen van de exacte ijzerwaarden van het water.

3.4 Afkoppeling charlottalei - Arcadis iov Water-Link en Stad Antwerpen (2017)

Dit project had verschillende doelstellingen:

- 1) Het afkoppelen van het regenwater van de wegenis en woningen rondom het stadspark naar de stadsvijver. Hierbij werd concreet gekozen voor het afkoppelen van de rioleringsleidingen langs de Van Eycklei en de Quinten Matsijslei.
- 2) Wateroverlast aan de zuidkant van Plantin Moretuslei verzachten door een vermazing te voorzien met de noordelijke leiding
- 3) Het verzachten van de wateroverlast aan het kruispunt van de straten binnen de vorige 2 werkpunten.

In kader van de eerste doelstelling is een voorzuivering van het regenwater een belangrijk aspect; deze dient om 'first-flush' effecten te vermijden vooraleer het water in de stadsparkvijver geloosd wordt. Water afkomstig van straten is vervuild met o.a. petroleumderivaten, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) en zware metalen. Deze contaminanten zijn mogelijk schadelijk voor het ecosysteem van de Stadsvijver.

Als oplossing om zo veel mogelijk vervuiling te vermijden werd een knijpopening met terugslagklep voorzien. Dit moet ervoor zorgen dat de eerste afstroom van regenwater dat het meest vervuild is, door de knijpopening naar het gemengd stelsel wordt gevoerd. Na langdurige hevige regenval zal het quasi zuivere regenwater dan overstorten naar de stadsparkvijver. Er kon ook geopteerd worden voor centrale (ondergrondse) filtersystemen. Het benodigde en ingenomen volume voor het centrale filtersysteem en het aantal benodigde decentrale filtersystemen is daarbij afhankelijk van het minimaal ontwerpdebiet, dewelke recht evenredig is met de aangesloten oppervlakte. Ook dient Het type filter/ KWS-afscheider dient dan besproken te worden met de rioolbeheerder. Uiteindelijk werd geopteerd voor het installeren van een schermmuurtje met knijpopening.

4 BIJKOMENDE SCENARIO'S

De nieuwe scenario's zullen ingedeeld worden volgens de onderzoeksvraag die ze trachten te beantwoorden. Concreet betekend dit dat eerst de scenario's besproken zullen worden die betrekking hebben op de inrichting van de vijver zelf, daarna de scenario's die focussen op het transport van water naar de vijver.

4.1 Inrichting van de stadsparkvijver

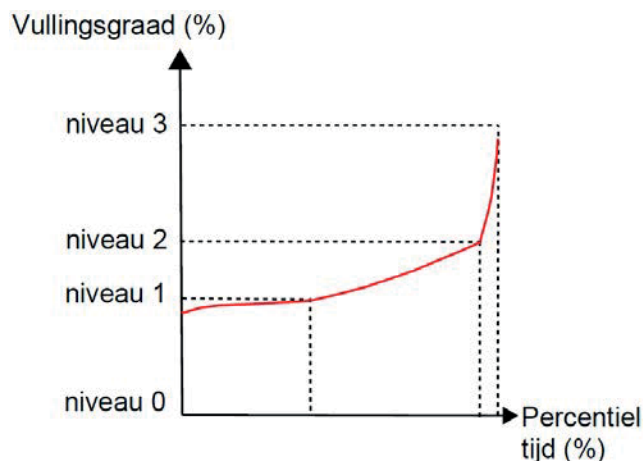
Binnen deze onderzoeksvraag zijn er 2 belangrijke (onderling gerelateerde) elementen die onderzocht moeten worden. Enerzijds het gebruik van de vijver als buffer- en infiltratiebekken binnen een klimaat-robuuste hemelwatervisie en anderzijds de aanpassing van de doorlatendheid van de vijver.

4.1.1 De vijver als buffer- en infiltratiebekken

In het hemelwaterplan Antwerpen en volgens de beleidsaanbeveling ten aanzien van regenwater (besproken verder in het document) wordt de vijver aangehaald als potentieel bufferbekken. Dit houdt in dat bij hevige neerslag overtollig regenwater terecht zou komen in deze vijver met als gevolg een tijdelijke stijging van het waterpeil. Hierbij moet onderzocht worden welke waterpeilen op welke momenten wenselijk zijn met onderscheid tussen langdurig aanwezige waterpeilen (welke kunnen kaderen in het herstel van de historische waterspiegel) en tijdelijk aanwezige waterpeilen gedurende verschillende duurtijden.

Zoals conceptueel aangetoond in figuur 6 zijn er 3 referentieniveaus te onderscheiden langsheen het profiel van de vijver. Deze verschillende niveaus hangen samen met verschillende uitgaande fluxen in de massabalans van de vijver en zijn in principe regelbaar in hoogte.

- 1) Niveau 1: Dit is het gewenste peil dat ongeveer aangehouden wordt tijdens droge perioden. Dit kan verkregen worden door verdamping als enige uitgaande flux toe te laten van zodra het water tot dit peil is gezakt. Het deel van de bodem en zijanten van de vijver onder niveau 1 is dus waterdicht. Door verdamping kan het waterpeil tijdens lange droge periode wel beneden dit niveau zakken. Dit niveau kan eventueel op de bodem gelegd worden wat zou betekenen dat er geen doorlatend deel van de vijver is en de vijver dus geregeld droogvalt.
- 2) Niveau 2: Dit is het peil dat bereikt wordt bij niet-extreme neerslag. Tussen dit niveau en niveau 1 is bijkomend bij verdamping ook infiltratie mogelijk. De wanden tussen niveau 1 en 2 zijn dus doorlatend. Na regenval zal het water via deze wanden wegsijpelen en vanaf niveau 2 geleidelijk terug naar niveau 1 zakken. Niveau 2 zelf komt overeen met de onderkant (BOK) van een vertraagde doorvoer-opening. Pas bij stijging boven niveau 2 kan deze doorvoer benut worden. De snelheid van deze daling van het waterpeil tussen niveau 1 en 2 is dus in functie van de infiltratiecapaciteit van de wanden (+verdamping).
- 3) Niveau 3: Dit is het maximaal peil dat bereikt mag worden bij extreme regenval. Ook hier zijn verdamping en infiltratie mogelijke uitgaande fluxen maar vertraagde doorvoer komt er bovenop. Bij een constructie (bv. knijpopening) die met BOK op niveau 2 gelegen is, kan het water doorgevoerd worden met een beperkt debiet van zodra het peil boven niveau 2 stijgt. Aangezien het een beperkte doorvoer betreft, zal bij extreme neerslag het volume tussen niveau 2 en 3 tijdelijk als buffervolume benut worden. Bij zeer extreme regenval zal het waterpeil stijgen tot niveau 3 waarop een echte overstortmogelijkheid voorzien wordt (geen vertraagde doorvoer). Hierlangs kan een aanzienlijk debiet overtollig regenwater weggevoerd worden om ervoor te zorgen dat het waterpeil onder het niveau blijft dat niet mag overstromen. Door niveau 3 nog voldoende veilig te kiezen, hoeft een bijkomende beperkte overstortende laag (optredend in grootteorde meerdere uren per 100 jaar) geen probleem te betekenen.



Figuur 6: Vullingsgraad als percentiel van de tijd.

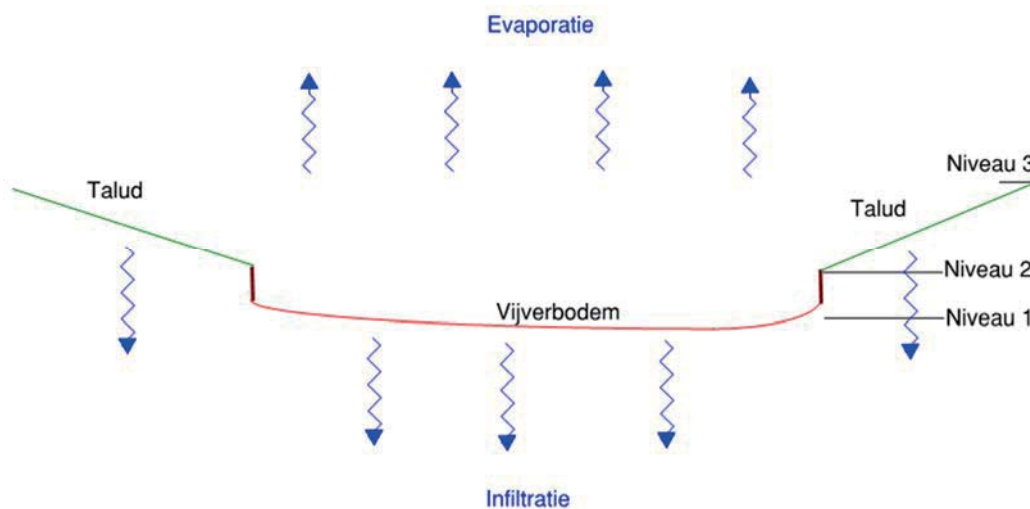
Een inrichting zal ook voorzien moeten worden zodat de vijver niet boven niveau 3 kan stijgen. Dit is bijvoorbeeld mogelijk door aan de rand van de vijver ingrepen te installeren die infiltratie bevorderen en/of water doen overstorten.

4.1.2 Scenario's voor de specifieke inrichting

Binnen deze categorie zijn verschillende opties mogelijk die ook samenhangen met de functie van de vijver als bufferbekken. De scenario's vallen te onderscheiden in 3 specifieke scenario's.

4.1.2.1 Scenario 1: geen aanpassing

Door dit scenario is er maximale infiltratiecapaciteit maar zal er een grote hoeveelheid water aangevoerd moeten worden om een permanente waterspiegel te realiseren. Er zal immers een groot en continu debiet nodig zijn om te compenseren voor continue infiltratie en verdamping.



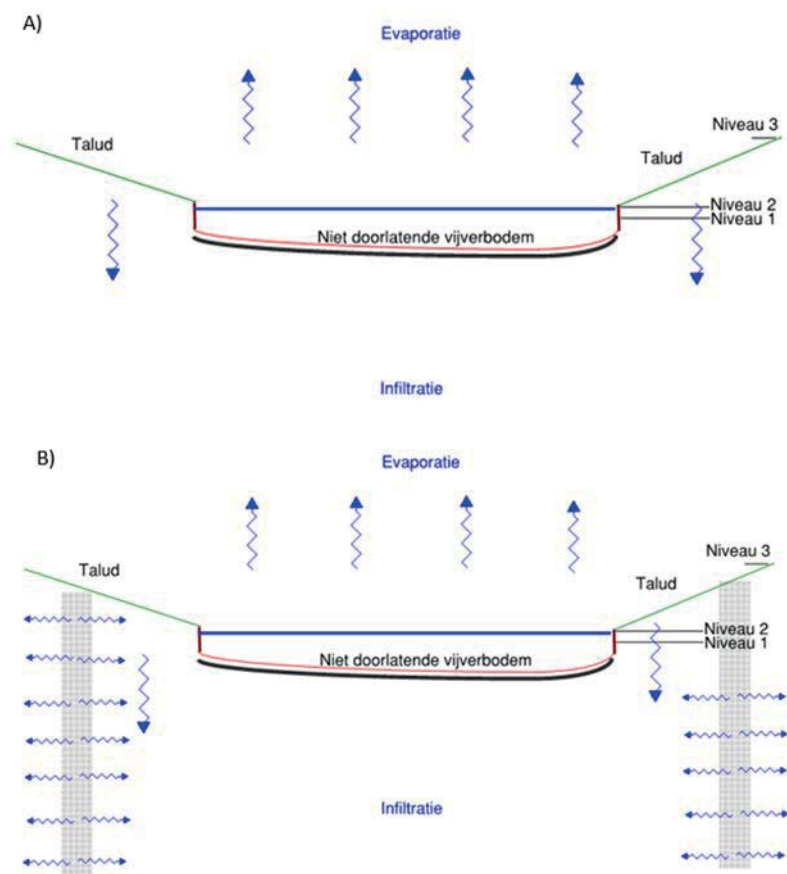
Figuur 7 Scenario 1: geen aanpassing

4.1.2.2 Scenario 2: Niet-doorlatende bodem

Binnen dit scenario wordt een niet-doorlatende laag gelegd zodat er geen infiltratie meer kan plaatsvinden. Er zijn meerdere opties mogelijk om dit te realiseren.

- 1) Een bentonietmat. Dit is een fabrieksmatig geproduceerde minerale afdichtingsmat die meestal bestaat uit twee lagen non-woven geotextiel met als tussenlaag een natriumbentonietpoeder. De twee lagen geotextiel zijn door een naaldprocedé (needle punched non-woven) met elkaar verbonden. Hierdoor ontstaat een perfecte stabiele mat met een hoge interne afschuifweerstand. Komt de bentonietmat in aanraking met water, dan zwelt de natriumbentoniet en creëert zo een waterdichte minerale laag.
- 2) Het aanleggen van een impermeabele kleilaag. Dit brengt mogelijk een groot grondverzet met zich mee en de ervaring leert dat op termijn scheuren in de kleilaag kunnen komen waardoor de laag toch waterdoorlatend wordt. Mogelijk kan dit verholpen worden door een voldoende dikke kleilaag te voorzien.
- 3) Een vijverfolie. Deze kan in de oevers van de vijver eventueel onzichtbaar weggewerkt worden indien niet alleen de bodem maar ook een deel van de zijken van de vijver ondoorlaatbaar moet zijn.
- 4) Betonnering van de vijverbodem. Dit is mogelijk niet wenselijk omwille van het uitzicht, het imago en het natuurlijke karakter van de vijver. Een tussenoplossing zou kunnen zijn om de betonnen kuip voldoende diep te plaatsen zodat ze nog kan bedekt worden door begroeiing.

De installatie van de doorlaatbare laag kan tot op een bepaald waterpeil uitgevoerd worden in functie van welk volume men constant wenst te houden en boven welk waterpeil er nog een natuurlijke fluctuatie mag zijn. Dit impliceert dat infiltratie pas zou starten wanneer het waterpeil boven een bepaalde hoogte stijgt.

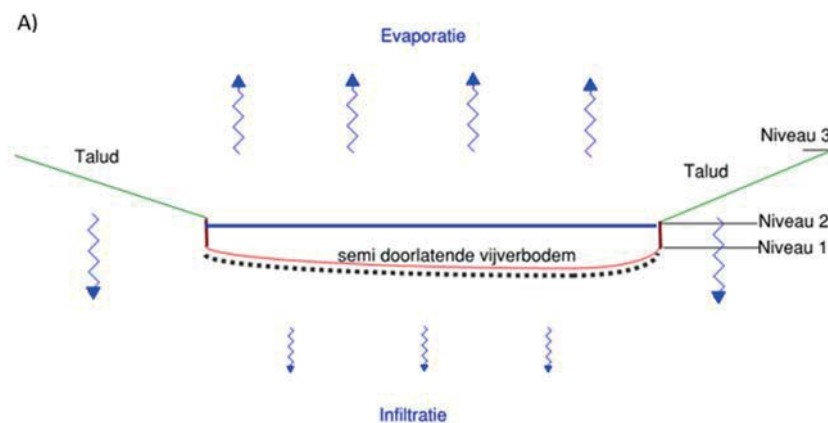


Figuur 8: Afbeelding van een scenario waarbij geen infiltratie meer mogelijk is op bepaalde delen van de vijver

4.1.2.3 Scenario 3: gecontroleerde infiltratie

Het concept van gecontroleerde infiltratie kan op 2 manieren geïnterpreteerd worden.

- 1) Enerzijds kunnen we spreken over een permanente infiltratie doorheen de tijd waarbij de infiltratie snelheid wordt aangepast ten opzichte van de natuurlijke toestand. Dit kan bijvoorbeeld gedaan worden door infiltratie-perforaties te maken doorheen de ondoorlatende lagen besproken onder scenario 2 of door gebruik te maken van een deels doorlatend geo-membraan.



Figuur 9: scenario waarbij er gecontroleerde infiltratie optreedt

4.2 Watertransport naar de vijver

4.2.1 Scenario 1: Aanpassen van riolering in de omgeving van het park

Dit bijkomend scenario werd geschetst in het kader van onderzoeksvraag 2.

In 2017 maakte Arcadis reeds een ontwerp voor het afkoppelen van de riolering langs de Van Eycklei en de Quinten Matsijslei richting de stadsvijver (zie 3.4). Verder bouwend op dit project zouden nog meerdere straten kunnen aangesloten worden op deze overloop.

Bij het bespreken van dit scenario is het belangrijk om de temporele dimensie in rekening te nemen. Over een lange tijdspanne is het mogelijk om een groot deel van de omgeving af te voeren naar de vijver. Hier is het echter meer interessant om de straten te beschouwen die op (relatief) korte termijn kunnen aangesloten worden, namelijk:

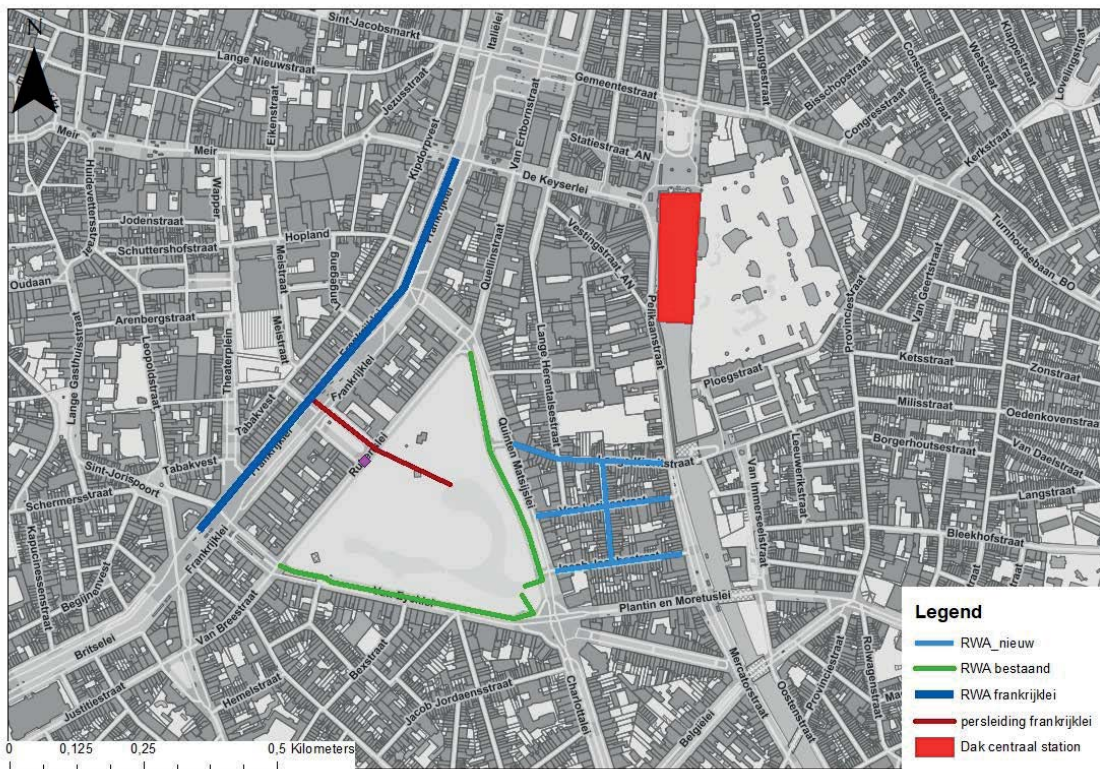
- De Lange Kievitsstraat (300 m)
- De Van Lerijsstraat (260 m)
- De Jacob Jacobsstraat (250 m)
- De Terlisstraat (190 m)

Recent werd er ook een nieuwe gescheiden riolering aangelegd in de Frankrijklei, deze werd ter hoogte van de Stoopstraat aangesloten op de ruien. Het is mogelijk om deze aansluiting te onderbreken en een pompput te installeren in de plaats, deze pompt dan het opvangen regenwater naar het stadspark via de Louiza-Marialei. Het water dat wordt opgevangen in de Frankrijklei is echter niet genoeg om de stadsparkvijver te vullen, dus dit scenario zou gecombineerd moeten worden met andere maatregelen.

Ook volgende straten kunnen op termijn aangesloten worden

1. Quellinstraat, Van Ertbornstraat en Maria-Theresialei
2. Diamantwijk: Appelmannsstraat, Hoveniersstraat, Rijfstraat, Schupstraat en Lange Herentalsestraat (tot de Lange Kievitstraat).

Origineel werd ook nog volgende optie in beschouwing genomen, namelijk het regenwater afkomstig van het dak van Antwerpen-centraal. Dit leek een goede optie omdat het een zeer groot oppervlakte betreft wat een groot debiet kan opleveren en omdat over het algemeen water afkomstig van daken zeer zuiver is. Als kanttekening hierbij moet opgemerkt worden dat een eventuele afkoppeling van het volledige dak een nogal complexe ingreep zou zijn die verder onderzocht zou moeten worden. Deze optie zal echter niet verder besproken worden omdat het in dit geval om een koperen en zinken dak bleek te gaan. Het water is dus vervuild met metalen, wat ongewenste effecten zou hebben op de flora en fauna van de vijver.



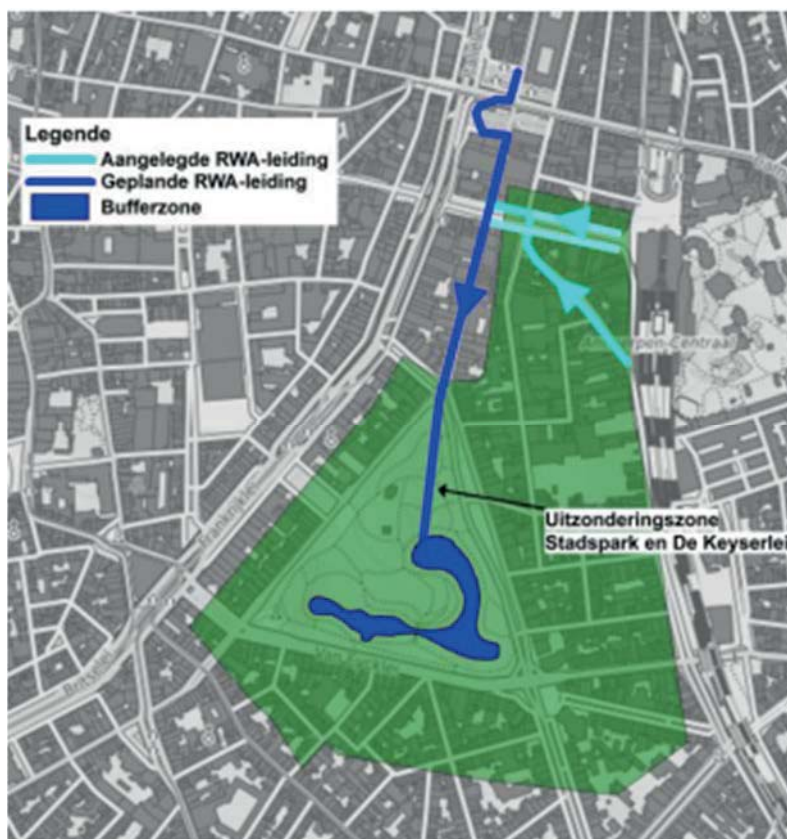
Figuur 10: Bestaande en mogelijke nieuwe RWA-leidingen die afwateren naar de parkvijver.

5 BELEIDSKADER

5.1 Hemelwaterplan Antwerpen i.o.v. Rio-Link

Volgens het hemelwaterplan dient het regenwater van het gebied rond het stadspark af te wateren naar de stadsparkvijver. Infiltratie en opslag van regenwater in de stadsvijver maximaliseren sluit aan bij het doel om zo veel mogelijk bronmaatregelen toe te passen. Infiltratie van regenwater kan namelijk bijdragen tot waterveiligheid en waterkwaliteit en is een relatief goedkope oplossing.

In het hemelwaterplan staat de zone die ons interesseert ook nog op een andere manier ingedeeld, namelijk als 'uitzonderingszone Stadspark en de Keyserlei'. Hierin wordt reeds een (deel)scenario voorgesteld voor het opvullen van de vijver. Recent werd in de Keyserlei en de Vestigingsstraat een gescheiden stelsel aangelegd. De voorziene aansluiting van dit stelsel op de leidingen in de Ertbornstraat viel echter niet te realiseren. Daarom is het plan om het hemelwater dat wordt opgevangen af te voeren naar het stadspark om het daar te laten infiltreren (figuur 10).



Figuur 11: Plannen voor de zone van het stadspark in het hemelwaterplan. De groene zone omvat een oppervlakte van om en beide 50 ha.

5.2 Waterplan Antwerpen (in opmaak)

Na oplevering van het hemelwaterplan is de stad Antwerpen sinds februari 2018 zelf van start gegaan met de opmaak van een Waterplan. Dit zal resulteren in een stadsbrede visie en in maatregelen op openbaar en privaat domein. De infiltratie van hemelwater in de ondergrond is een van de belangrijkste overkoepelende maatregelen. Het moet inzicht geven in een betere afstemming van de huidige en toekomstige waterhuishouding van Antwerpen op de onder- en bovengrondse ruimtelijke context. Het Waterplan onderzoekt zowel wateroverlast als droogte, beide in het kader van klimaatverandering. Het waterplan zal afgerond zijn in de zomer van 2019. In de voorlopige visie is een belangrijke rol weggelegd voor de

stadsparkvijver als hemelwaterbuffer. De zone rond het stadspark is duidelijk wateroverlast gevoelig. De vijver kan een antwoord bieden op het overstromingsgevaar in deze zone.



5.3 Droogtestudie Antwerpen (in opmaak)

In september 2018 is de stad gestart met een droogtestudie die zal lopen tot september 2019. In deze studie wordt de impact onderzocht van droogte (lage grondwaterstanden) en waterschaarste (tekort aan water) op stadsgroen, natuur, stabiliteit van gebouwen, stadslandbouw, vijvers en de waterbeschikbaarheid in het algemeen. Daarnaast worden er maatregelen voorgesteld om deze impacts te milderen of tegen te gaan. Deze studie moet uitmonden in concrete beleidsmaatregelen en zal dus een belangrijk beleidsdocument vormen om in de toekomst beter om te gaan met droogte.

Binnen de droogtestudie werd een grondwatermodel opgemaakt om mogelijke strategieën te bestuderen en door te rekenen. Uit de eerste voorlopige resultaten blijkt dat de drainage van de ring wel eens een belangrijke invloed kan hebben op het grondwaterpeil in de stad. De drainage zorgt ervoor dat het grondwater in de kernstad grotendeels afgesneden is van haar voedingsgebieden in de hoger gelegen omliggende zones. Enkel vanuit het noorden komt nog grondwater van buitenaf de kernstad binnen. De kernstad is dus voor haar grondwatervoeding grotendeels op zichzelf aangewezen wat haar extra gevoelig maakt voor lokale invloeden zoals bemalingen en grote verharde oppervlaktes.

5.4 Landschapsbeheerplan Stadspark Antwerpen

De focus van dit document is niet zozeer de waterhuishouding in het verstedelijkte gebied rondom het park maar eerder de functie van de vijver binnen het park. Hierbij is de belangrijkste conclusie dat de vijver een cruciaal deel vormt voor het park. Enerzijds vanuit een historisch standpunt en anderzijds voor de beleving van het park voor de bezoekers.

5.5 Modelleren en beleidsaanbevelingen ten aanzien van neerslag in Antwerpen

Binnen dit onderzoek werden aanbevelingen gedaan voor de stad Antwerpen inzake waterbeheer op basis van prognostische modellering van het lokale klimaat.

De bevindingen van de klimaatmodellering zijn eenduidig. Langdurige droge periodes afgewisseld met periodes met hevige piekneerslag. De toename in droogte betekent echter niet dat de intensiteit van neerslag zal verlagen. Het regent minder vaak maar de bui is intenser wanneer het regent. Door de toename in temperatuur zal ook de verdamping in de zomer stijgen, dit zorgt bijgevolg voor een verdere daling in de waterbeschikbaarheid. Er is ook een invloed op het grondwatervlakte. De afname in precipitatie in de zomer wordt niet volledig gecompenseerd door de toename in neerslag tijdens de winter, hierdoor zal de watertafel blijven zakken in de toekomst.

De klimaatprojecties werden gebruikt voor een impactstudie op het huidige rioleringsstelsel door Water-Link. Hieruit blijkt dat vooral het stadscentrum maatregelen moet voorzien om toekomstige overlast te vermijden.

Het is echter niet de bedoeling om het huidige rioleringsstelsel te over-dimensioneren aangezien dit negatieve gevolgen heeft op zowel economisch vlak als technisch vlak (vb. verhoogde sedimentatie door verminderde stroomsnelheden). Wat wel zin heeft zijn bijkomende bronmaatregelen. Deze maatregelen zullen namelijk een gunstig effect hebben ongeacht het klimaatscenario. Volgens deze redenering kan de stadsparkvijver best dienstdoen als bufferbekken voor het regenwater afkomstig van de naburige straten. Tegelijk zal de vijver een positieve invloed hebben op de hitte-eiland problematiek. Binnen dit scenario is er echter 1 aspect dat nauwgezet opgevolgd moet worden, namelijk de kwaliteit van het water.

5.6 Levendig Landschap (Groenplan stad Antwerpen)

Dit heeft voornamelijk betrekking tot groen buiten het stadscentrum van Antwerpen en zal hier dus niet verder besproken worden.

6 BETROKKEN STAKEHOLDERS EN RANDVOORWAARDEN

6.1 Stad Antwerpen

Volgende diensten van de Stad Antwerpen werden tijdens het werkoverleg betrokken bij het project:

- Stadsbeheer publieke ruimte
- Stadsbeheer groen en begraafplaatsen
- Stadsontwikkeling onroerend erfgoed

Voor de stad is het belangrijk dat de stadsparkvijver zoveel mogelijk diensten kan verlenen (zoals ontspanningsfunctie) voor de bevolking. Ook het maatschappelijk verhaal van een verantwoord waterbeleid speelt een rol. Hierin wordt het hemelwaterbeleid begrepen maar bijvoorbeeld ook de zo veel mogelijk natuurlijke inrichting van de vijver.

6.2 Water-Link

Water-Link is de lokale rioolbeheerder en drinkwatermaatschappij van Antwerpen. Zij kregen de opdracht om te bestuderen wat de mogelijke opties zijn om het historische waterpeil in de stadsparkvijver weer te herstellen. Voor hen is de belangrijkste functie van de stadsparkvijver een buffer- en infiltratiemogelijkheid die in relatie staat tot het hemelwaterplan van Antwerpen dat ze opmaakten. Op die manier kan het rioolstelsel in een deel van de stad ontlast worden en kan het risico op toekomstige overstromingen ingeperkt worden.

6.3 Agentschap Onroerend Erfgoed

Het Agentschap Onroerend Erfgoed is betrokken partij gezien het stadspark een beschermd element is. Voor het agentschap is het vooral belangrijk dat er zeker opnieuw water in de vijver komt om het historische beeld te herstellen; het exacte peil is minder cruciaal maar komt liefst wel in de buurt van het historisch waterpeil. Het maakt ook de investering voor de renovatie van de ouder brug over de vijver relevanter wanneer het water op zijn historische peil zou staan.

6.4 Aquafin

Aquafin is gewestelijke rioolbeheerder en beheerder van gewestelijke waterzuiveringsinstallaties. Zij zijn betrokken bij onderhavige studie vanuit hun opdracht om het gewestelijke rioleringsnetwerk uit te bouwen en uit te baten en om hierbij een lange termijnvisie over de waterketen te ontwikkelen.

6.5 Consensus uit overleg

Er werd op 29/01/2019 een werkoverleg georganiseerd. Tijdens dit overleg werden algemene randvoorwaarden afgetoetst en vastgelegd voor de verschillende gewenste waterpeilen. Een verslag van het overleg is toegevoegd in bijlage 4. De conclusies uit de bespreking zijn de volgende:

- o Niveau 1: Ongeveer 20 cm boven de bovenrand van de huidige houten beschoeiing. Dit is het waterpeil waarnaar gestreefd wordt om het grootste deel van de tijd aan te houden. Onder dit peil wordt de bodem ondoorlatend gemaakt waardoor geen water via infiltratie kan wegsijpelen. De enige uitgaande flux is verdamping. Bij lange, droge perioden kan het waterpeil dus wel nog onder dit niveau zakken.
- o Niveau 2: Te bekijken in functie van het ontwerp van de functie van de vijver als infiltratievolume. Hierbij moet er aandacht zijn voor erosie tgv veelvuldige fluctuaties van het peil (dit moet vermeden worden). Niveau 2 is het maximaal waterpeil dat bereikt wordt tijdens

en net na 'normale' regenval. Tussen dit niveau en het eerste niveau kan er infiltratie in de bermen plaatsvinden.

- Niveau 3: Tot net onder de stammen van de oude bomen, dit is nog beduidend lager dan de meeste wandelpaden. Dit is het maximaal waterpeil bij extreme regenval; op dit niveau moet eventueel een overstort of versnelde infiltratie voorzien worden. Aandachtspunt zijn de waardevolle bomen rondom de vijver welke bij langdurige hoge waterstand schade aan de wortels zouden kunnen oplopen.

7 PROCES, METHODIEK EN BEOORDELINGSKADER SCENARIO'S

De scenario's voor onderzoeksvraag 1 zullen vergeleken worden op basis van een multi-criteria analyse. De verschillende criteria worden enkel in rekening genomen om een antwoord te vinden op het transport vraagstuk. Tijdens het werkoverleg werd duidelijk dat er één voorkeurscenario is voor de inrichting van de vijver, namelijk een permanente afdichting van de bodem. Daarom is voor deze vraag geen afweging gemaakt middels een multi-criteria analyse. Elk criterium heeft zijn eigen gewicht dat uitdrukt in welke mate het doorweegt op het uiteindelijke besluit.

- De aanvoer van het water
 - o Realisatietermijn
 - o Waterkwaliteit i.f.v. mogelijkheden voor fauna en flora
 - o Kadert binnen robuust hemelwaterbeleid
 - o Ruimtegebruik
 - o Maatschappelijk verhaal i.f.v. bron
 - o Ontlasting RWZI
 - o Kosten en jaarlijkse equivalente kost

Eerst wordt elk scenario kort kwalitatief besproken op basis van de verschillende criteria. Nadien wordt een tabel opgemaakt waarin elk criterium wordt beoordeeld met een score in een specifieke eenheid. Daarna worden deze scores genormaliseerd zodat er een totaalscore per scenario berekend kan worden.

In de kostenraming is een onderscheid gemaakt tussen de investeringskost, de jaarlijkse onderhoudskost en de jaarlijkse equivalente kost. Om deze laatste te begroten is een inschatting gemaakt van de levensduur per onderdeel en is er gerekend met een index van 1,5%. De jaarlijkse equivalent kost van de wegeniswerken is niet in rekening gebracht omdat de verharding, ongeacht de aanwezige ondergrondse infrastructuur, na een levensduur van ca 20 jaar sowieso vernieuwd moet worden.

8 ONDERZOEK WATERKWALITEIT

8.1 Inleiding

In het kader van de onderzoeksvraag betreffende het watertransport naar de stadsparkvijver, werd de waterkwaliteit van enkele van de voorgestelde bronnen onderzocht. Het doel van dit onderzoek was om na te gaan of en welke handelingen er nodig zijn om tot de gewenste waterkwaliteit te komen. De resultaten van deze onderzoeken zijn toegevoegd in bijlage 2.

Uit het onderzoek blijkt dat de kwaliteit van het water sterk variabel is tussen de verschillende bronnen die worden overwogen. Om de kwalitatieve bespreking van elk scenario overzichtelijk te houden wordt de kwantitatieve analyse van dit criterium hier al uiteengezet.

Op 20/12/2018 werden waterstalen genomen voor chemische analyse van:

- Bemalingswater van Den Bell
- Effluent van RWZI Deurne
- Het Schijn; en,
- Het Kempisch dok.

De stalen werden geanalyseerd voor fysico-chemie, zware metalen, pesticiden, nutriënten en de standaard ionen.

Kwaliteitscontrole en notities in de analyserapporten van de testresultaten duiden op volgende aandachtspunten:

- De bewaartijd tussen bemonstering en analyse werd overschreden voor nitraten en nitrieten;
- De ionen balansen vertonen aanvaardbare foutmarges (<5%), met uitzondering van het staal van het Kempisch dok. Die laatste vertoont een foutmarge van 6.2%, door te veel anionen. Dit wordt wellicht veroorzaakt door een kleine meetfout op de relatief grote waarde van chloride en natrium ionen. Dit staal kan dus in het algemeen ook nog geïnterpreteerd worden.
- De verhouding van geleidbaarheid en vaste stoffen in het staal betreft zich voor alle stalen buiten de normale proporties.

Desondanks de aangekaarte kleine gebreken in waterkwaliteit volstaan ze voor een eerste vergelijking. De volledige analyseresultaten kunnen geraadpleegd worden in bijlage.

Het water afkomstig vanuit een hemelwatertank in de ruien of afkomstig van afkoppelingen in de omgeving is praktisch gezien moeilijk representatief te bemonsteren en te beproeven. Daarom wordt dit eerder kwalitatief dan kwantitatief besproken.

Het dient vermeld te worden dat in alle omstandigheden de reistijd van bron tot de stadsvijver relatief lang is, waardoor een anaerobe situatie zich kan voordoen. In het leidingnetwerk kan dit tot corrosie en geurhinder leiden door de vorming van anaerobe afbraakproducten (H_2S , methaan, ...). Eveneens is er de mogelijkheid tot het ontstaan van zuurstofarme besloten ruimtes, dewelke gevaarlijk kunnen zijn tijdens bemand onderhoud/inspectie.

Een diffusor op de aankomende leiding in de stadsvijver is ten sterkste aangeraden om de anoxische stroom te voorzien van opgeloste zuurstof vooraleer deze met het stadsvijverwater mengt.

8.2 Limnologie

De limnologie omvat de carbonaatcyclus, dewelke een grote impact heeft op parameters die water ontvankelijk maken voor biologische activiteit van fauna en flora. Specifiek bepaald deze cyclus in grote mate pH, bufferingscapaciteit, vrij ammoniak, CO_2 opname capaciteit en redox potentiaal.

Alle waterstalen vallen perfect binnen de verwachte waarden. Op dit vlak zijn er geen beperkingen i.v.m. direct gebruik als vijverwater.

Tabel 2: overzicht van de waterkwaliteit voor de verschillende scenario's. Met de focus op limnologie.

Analyse	Eenheid	RWZI het Kempisch				Grenzen	
		Den Bell	Deurne	Schijn	dok	Min	Max
Monstername (waarneming)							
Temperatuur (veldmeting)	°C	15.7	5.3	9.3	8.1	12	28
Zuurstof (veldmeting)	mg O ₂ /L	4.9	5.73	4.5	4.38	3	11.5
Geleidingsvermogen 25°C	µS/cm	1110	1730	1370	1370		
Geleidingsvermogen 20°C	µS/cm	992	1550	1230	1230	100	2000
Zuurtegraad pH (veldmeting)		7.431	7.304	7.483	7.34	6.7	9.5
Redoxpotentiaal (veldmeting)	mV	198	209	196	204		
Carbonaat	mg/L	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0		
Ammoniak (vrij)	mg N/L	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0	0.02
Bicarbonaat (HCO ₃)	mg/L	500	210	240	210		

8.3 Nutriënten en biologie

Op vlak van biologische geschiktheid van de verschillende waterstalen kunnen volgende conclusies getrokken worden op basis van de aangeleverde meetwaarden:

- Alle geteste waters hebben een goede graad van opgeloste zuurstof. De waters vertonen dus allen een aeroob karakter, waardoor kans op geurhinder en algengroei beperkt blijft. Dit wordt beaamd door de lage concentraties voor H₂S en NH₃.
- De nutriënt verhouding in water voor P:N:BZV is idealiter 1:5:100. Voor geen enkele geteste waterstroom wordt dit benaderd waardoor een beperking in biologische activiteit zal ontstaan.
 - Den Bell: Proportioneel hoge fosfor. Grootste belemmering op biologische activiteit is te wijten aan lage concentratie van biologisch beschikbare koolstof.
 - Voor waters van de RWZI, het Schijn en het Kempisch Dok zal fosfor de beperkende factor zijn.
- Er is een effectieve overmaat van nitriet vastgesteld voor water van het Schijn en het effluent van de RWZI.
Nitriet is toxisch voor het visbestand en dient onder 0.2mg NO₂/L gehouden te worden.
- De hoge hoeveelheden coliformen in het water van RWZI Deurne, het Schijn en het Kempisch dok vormen mogelijks een probleem in het kader van de microbiologische populatie dynamiek. Deze waterstromen kunnen mogelijks problemen veroorzaken naar periodieke algengroei en eutrofiëring.
- Hoewel niet getest, is het aan te nemen dat water afkomstig van een tank in de ruien, tgv de aanwezige overstorten van het afvalwater-rioleringsstelsel naar de ruien, mogelijk nutriënten zal bevatten. Dit zal afhankelijk zijn van het aantal aangesloten woningen op de leiding die naar de ruien kan overstorten, maar ook afhankelijk van de intensiteit en de duur van de regenbuien waarbij de overstort in werking treedt. Uit literatuur (A' new database on urban run off pollution' door Fuchs en Brombach in 'Water Science & Technology' van februari 2005) volgt evenwel dat de verdunning van het afvalwater door regenbuien voldoende zijn om de concentraties van nutriënten binnen aanvaardbare limieten te houden.

Geen van de waterstalen valt perfect binnen de gewenste waarden. Van de geteste waterstalen benadert het water afkomstig van de bemaling van Den Bell het best de gewenste meetwaarden m.b.t. nutriënten en biologie.

Tabel 3: overzicht van de waterkwaliteit voor de verschillende scenario's. Met de focus op nutriënten en de invloed op de biologie.

Analyse						Grenzen	
Monstername (waarneming)	Eenheid	Den Bell	RWZI Deurne	het Schijn	Kempisch dok	Min	Max
Fosfor totaal (P)	mg/L	0.57	0.68	0.3	0.26		
Fosfor totaal (PO4)	mg PO4/L	1.8	2.1	0.91	0.81		
Fosfor totaal (P2O5)	mg P2O5/L	1.3	1.6	0.68	0.6		
Ortho-fosfaat (PO4-P)	mg P/L	0.061	0.42	0.036	0.1		
Ortho-fosfaat (PO4)	mg PO4/L	0.19	1.3	0.11	0.32	0.05	3
Ammoniak (vrij)	mg N/L	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010	0	0.02
Ammonium (NH4-N)	mg N/L	0.85	1.6	1	0.62		
Ammonium (NH4)	mg/L	1.1	2.1	1.3	0.79		
Nitraat + nitriet (N)	mg N/L	<0.42	10	3.1	2.8		
Nitriet (NO2)	mg NO2/L	<0.020	0.46	0.36	0.13	0	0.2
Nitraat (NO3-N)	mg N/L	<0.40	10	3	2.7		
Nitraat (NO3)	mg/L	<0.90	45	13	12	0	90
Nitriet (NO2-N)	mg N/L	<0.010	0.14	0.11	0.039		
Sulfaat opgelost (SO4)	mg SO4/L	190	110	91	380		
Biochemisch zuurstof verbruik (BZV-5)	mg O2/L	3.3	4	3.9	2.6		
H2S	mg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0	9.14
Temperatuur (veldmeting)	°C	15.7	5.3	9.3	8.1	12	28
Zuurstof (veldmeting)	mg O2/L	4.9	5.73	4.5	4.38	3	11.5
Zuurtegraad pH (veldmeting)		7.431	7.304	7.483	7.34	6.7	9.5
Kiemgetal 22 gr C	kve / mL	6000	1900	10000	3000		
Totale coliformen 36°C	kve/100 mL	64	>100	>100	>100		

8.4 Metalen

De stalen van de geteste waters zijn allen conform aan de grenswaarden voor zware metalen. Wel dienen volgende bedenkingen gemaakt te worden:

- Bemalingswater van Den Bell bevat een hoge concentratie mangaan welke zich rond de aanvaardbare drempelwaarde bevindt. Deze kan bladverkleuring in flora van de vijver veroorzaken, alsook neurologische toxiciteit in fauna. Verdunning of verwijdering wordt aangeraden.
- Water van het Kempisch dok heeft een hoog zoutgehalte, gekenmerkt door de concentraties van chloride en natrium. Het brakke water is niet compatibel met de huidige zoetwater ecologie in en rond de vijver. Een vorm van desalinatie zal dus vereist zijn.
- Water afkomstig van verharde oppervlaktes en van een tank in de ruien kan mogelijk ook (zware) metalen bevatten welke van deze verhardingen naar de regenwaterriolering afgespoeld worden. Indien het water verdund zou worden, dan kunnen deze metaalconcentraties binnen aanvaardbare toleranties gehouden worden; evenwel zullen ze na verloop van tijd gaan neerslaan op de bodem van de vijver en kan de vijver door de toenemende concentraties gaan verzilten. Een periodieke grondige slibuiming van de vijver zal daarom aangewezen zijn indien er verharde oppervlaktes aangesloten zullen worden.

Tabel 4: overzicht van de waterkwaliteit voor de verschillende scenario's. Met de focus op metalen.

Analyse						Grenzen	
Monstername (waarneming)	Eenheid	Den Bell	RWZI Deurne	het Schijn	Kempisch dok	Min	Max
Arseen (As)	µg/L	0.71	1.5	0.95	1.9		30
Calcium (Ca)	mg/L	220	80	96	120	25	
Cadmium (Cd)	µg/L	0.018	0.043	0.075	0.29		1

Chroom (Cr)	µg/L	<0.43	0.65	0.49	<0.43	50
Koper (Cu)	µg/L	<1.6	3.3	2.5	4.4	50
IJzer (Fe)	mg/L	<0.050	0.062	0.085	0.061	
Kwik (Hg)	µg/L	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	0.5
Kalium (K)	mg/L	14	25	16	51	
Magnesium (Mg)	mg/L	16	8.3	7.2	150	
Mangaan (Mn)	mg/L	0.2	0.037	0.1	0.027	0.2
Natrium (Na)	mg/L	66	120	72	1200	
Nikkel (Ni)	µg/L	3.3	3.3	3.1	3.7	50
Lood (Pb)	µg/L	<0.56	<0.56	<0.56	<0.56	50
Seleen (Se)	µg/L	<0.56	<0.56	0.65	<0.56	10
Zink (Zn)	µg/L	20	51	35	26	200
Fluoride totaal (anorg.)	mg/L	0.16	0.3	0.19	0.6	1.5
Bromide	mg/L	0.26	0.96	0.15	8.2	
Chloride	mg/L	130	170	120	2470	60
Silicium (Si)	mg/L	11.9	4.71	7.59	3.19	

8.5 Pesticiden

Van alle geteste stalen bevatte enkel het water van het Kempisch dok een meetbare hoeveelheid Fluvenacet. Ter behoud van zowel fauna als flora wordt dit bij voorkeur behandeld, indien geopteerd wordt voor scenario 2

Tabel 5: overzicht van de waterkwaliteit voor de verschillende scenario's. Met de focus op Pesticiden.

Analyse		Den	RWZI	het	Kempisch	Grenzen	
Monstername (waarneming)	Eenheid	Bell	Deurne	Schijn	dok	Min	Max
Pesticiden							
Diflufenican	µg/L	<0.01	<0.02	<0.03	<0.01		0.01
Fluvenacet	µg/L	<0.01	<0.02	<0.03	0.01		0.01
ilmidacloprid	µg/L	<0.05	<0.06	<0.07	<0.05		0.01

8.6 Corrosie

Corrosie door water is een complex fenomeen. De twee voornaamste manieren om het corrosief karakter van water te classificeren is op basis van ofwel:

- De Ryznar Stability Index (RI); of
- De Langelier Saturation Index (LSI)

Beide indices kijken naar het carbonaat systeem en pH, waardoor een waarde verkregen wordt. Aan de waarden zijn interpretaties verbonden. Hier worden de gemoderniseerde interpretaties van Carrier (1965) gebruikt. Voor de interpretatie van de resultaten wordt naar de tabel hieronder verwezen.

Tabel 6 overzicht van de waterkwaliteit voor de verschillende scenario's. Met de focus op corrosie.

Analyse	Den Bell	RWZI Deurne	het Schijn	Kempisch dok
Monstername (waarneming)				
Ryznar stability index	5.8	8	7.3	7.6

Indicatie (Carrier 1965)	Lichte aankalking verwacht	Zware corrosie verwacht	Corrosie verwacht	Zware corrosie verwacht
Langelier Saturation Index	0.83	-0.34	0.079	-0.12
Indicatie (Carrier 1965)	Water is voor CaCO ₃ oververzadigd. Lichte kalkaanslag is mogelijk. Geen corrosie.	Water is voor CaCO ₃ onverzadigd. Corrosie te verwachten. Geen kalkaanslag.	Water is voor CaCO ₃ oververzadigd. Corrosie te verwachten. Lichte kalkaanslag mogelijk.	Water is voor CaCO ₃ onverzadigd. Corrosie te verwachten. Geen kalkaanslag

8.7 Koolwaterstoffen en andere vaste stoffen

Water afkomstig van verharde oppervlaktes en van een tank in de ruien kan mogelijk verontreinigd zijn met koolwaterstoffen en vaste stoffen. Deze dienen van het water gescheiden te worden voordat het water in de vijver terecht komt. Deze scheiding kan bekomen worden door middel van een KWS-afscheider. In geval van afkoppelingen van verharde oppervlaktes wordt best ook een calamiteiten-schuif voorzien waardoor het regenwater-riool, ingeval van een incidentele lek van brandstof (bv. bij een ongeval), geïsoleerd kan worden zodat de verontreiniging geruimd kan worden en niet in de vijver terecht komt.

8.8 Conclusie

- Het bemalingswater van **Den Bell** het meest compatibel is met de verwachte kwaliteit voor vijverwater;
- Het water van het **Kempisch dok** vertoont de grootste incompatibiliteit en is bijgevolg enkel aan te raden als andere voorwaarden dit scenario beter doen scoren.
- Water van het **Schijn** en **het effluent van de RWZI Deurne** vertonen gelijkaardige karakteristieken en kunnen gebruikt worden mits voldoende voorbehandeling.
- Het aansluiten van grote verharde oppervlaktes kan aanleiding geven tot de aanvoer van metalen ten gevolge van het afspoelen van deze oppervlaktes (voornamelijk wegen). Dit kan aanleiding geven tot verzilting van de vijver en een periodieke slibruiming van de vijver zal aangewezen zijn.
- Het aansluiten van verharde oppervlaktes kan aanleiding geven tot een verontreiniging met koolwaterstoffen (KWS) en vast stoffen. Deze kunnen via een KWS-afscheider van het water gescheiden worden. Een calamiteiten-schuif is aanbevolen om bij een incidentele lekkage te voorkomen dat brandstoffen in de vijver terecht komen.
- Het dient vermeld te worden dat in alle omstandigheden de reistijd van bron tot de stadsvijver relatief lang is, waardoor een anaerobe situatie zich kan voordoen. In het leidingnetwerk kan dit tot corrosie en geurhinder leiden door de vorming van anaerobe afbraakproducten (H_2S , methaan, ...). Eveneens is er de mogelijkheid tot het ontstaan van zuurstofarme besloten ruimtes, dewelke gevaarlijk kunnen zijn tijdens bemand onderhoud/inspectie.
- Een diffusor op de aankomende leiding in de stadsvijver is ten sterkste aangeraden om de anoxische stroom te voorzien van opgeloste zuurstof vooraleer deze met het stadsvijverwater mengt.

9 BESPREKING SCENARIO'S ONDERZOEKSVRAAG 1

In dit hoofdstuk wordt de conceptuele beschrijving van de inrichting van de vijver omgezet in een concreet voorstel op basis van de randvoorwaarden uit overleg en enkele berekeningen.

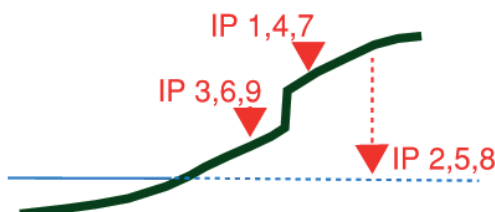
9.1 De vijver als buffer- en infiltratiebekken

Een optimale inrichting voor de vijver is er één waarbij het bereiken van de gewenste waterpeilen gecombineerd kan worden met de dienstverlening van de vijver als buffer- en infiltratiebekken. Door in de gewenste peilen variatie toe te laten zoals conceptueel beschreven in paragraaf 4.1.1, kan niet het volledige volume maar wel een aanzienlijk deel ingezet worden in het kader van een robuust hemelwaterbeleid.

9.1.1 Infiltratiecapaciteit

Op 10/01/2019 werden infiltratieproeven uitgevoerd. Het volledige verslag en de resultaten ervan werden in bijlage toegevoegd. In deze paragraaf worden werkwijze en resultaten beknopt besproken.

Het doel van de infiltratieproeven was het onderzoeken van de doorlatendheid van de vijverwanden en omliggende bodem op verschillende dieptes. Daarom werden 3x3 infiltratieproeven uitgevoerd. Op 3 verschillende plaatsen aan de vijver werd op 3 verschillende dieptes de infiltratiecapaciteit gemeten. Telkens werden 2 proeven uitgevoerd met de dubbele ringtest, namelijk één op het vijvertalud halverwege en één bovenaan het talud. Telkens werd 1 Hooghoudtmethode proef uitgevoerd voor bepaling van de infiltratiecapaciteit op diepere grondlagen, gelegen net boven de grondwaterstand, dit alles volgens onderstaand principe.



Figuur 12: principeschets van de infiltratieproeven

De gemiddelde infiltratiecapaciteit bedraagt 213 mm/h. (Ksat) Er zit vrij veel variabiliteit in de waterdoorlatendheid maar er valt wel een lijn in te trekken wanneer de proeven gegroepeerd worden per diepte.

Tabel 7: infiltratieproeven, gemiddelde waarde per diepte beproeving

	Ksat (mm/h)
Hoog op vijvertalud	430
Lager op vijvertalud	193
Diep in de grond	17

Hoe dieper in de grond, hoe kleiner de doorlatendheid (voor zoverre dit statistisch significant genoeg is met deze steekproefgrootte maar de trend is duidelijk). In de boorprofielen is ook te zien dat dieper meer lemige dan zandige grond zit. De laagste waarde voor de doorlatendheid komt overeen met de diepste meting (IP5).

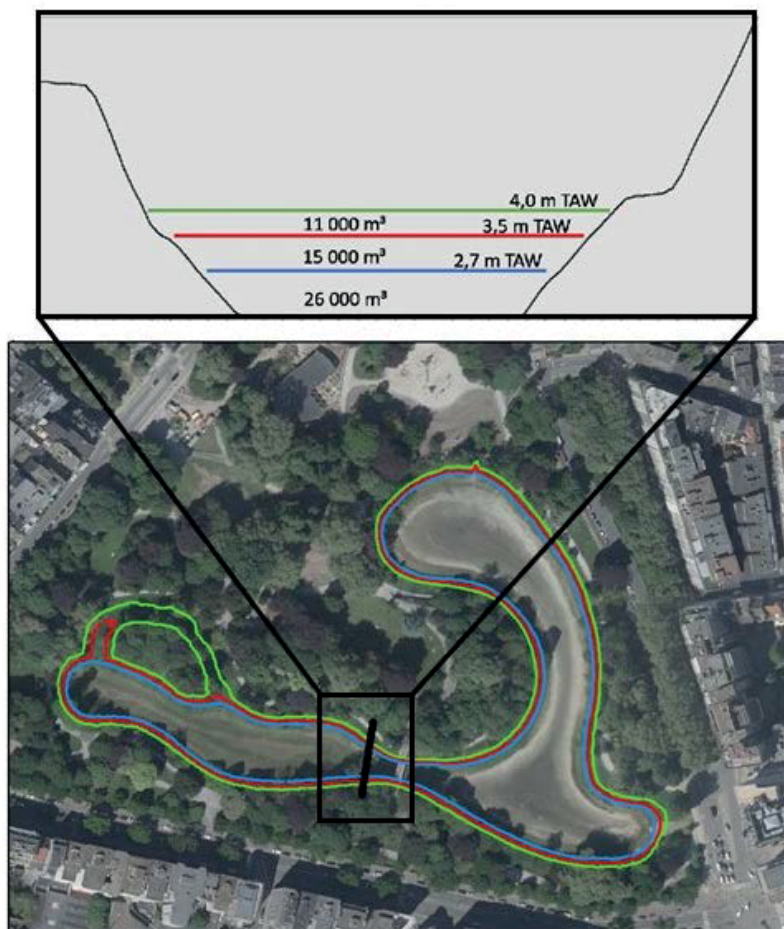
Sterk afhankelijk van de hoeveelheid water in de vijver, kan de vijver op basis van deze resultaten zeker enkele duizenden m³ water per dag verliezen door infiltratie.

9.1.2 Inschatting van de verschillende volumes

Op basis van de informatie van de verschillende betrokken partijen, wordt een voorstel gemaakt voor de inrichting van de vijver. Afhankelijk van in welke delen van de vijver de wanden doorlatend of ondoorlatend zijn en op welke niveaus de vertraagde doorvoer en overstort wordt geplaatst, ontstaan bepaalde types volumes. Deze volumes zijn gelegen tussen de niveaus zoals besproken in paragraaf 6.5. Voor de niveaus wordt een bepaald TAW-peil voorgesteld.

- **Niveau 1:** Dit is het waterpeil waarnaar gestreefd wordt om het grootste deel van de tijd aan te houden: **2,7 m TAW**.
- **Niveau 2:** Maximaal waterpeil dat bereikt wordt tijdens en na normale tot intensieve regenval: **3,5 m TAW**. Tussen dit niveau en het eerste niveau kan er infiltratie in de bermen plaatsvinden.
- **Niveau 3:** Maximaal waterpeil bij extreme regenval, tot net onder de historische bomen en de brug: **4,0 m TAW**.

In de onderstaande figuur en bespreking is de keuze en berekening van de verschillende volumes tussen de niveaus visueel verduidelijkt.



Figuur 13: Aanduiding van de verschillende niveaus en bijhorende volumes aan de hand van een snede. Dit is enkel een schetsmatige voorstelling is. De werkelijke snede van de vijver op deze locatie zal licht verschillend zijn.

- Verdampingsvolume:

- Dit is het volume onder niveau 1; niveau 1 is het peil waaronder de vijver ondoorlatend zou gemaakt worden. Niveau 1 is voor het agentschap onroerend erfgoed wenselijk op ongeveer 20 cm boven de bovenrand van de huidige houten beschoeiing. Uit de opmetingen en terreinbezoek blijkt dat de onderkant van de beschoeiing zicht rond 1,9-2,0 m TAW bevindt en de bovenkant rond 2,4-2,5 m TAW. Het gewenste peil voor niveau 1 is ongeveer 20 cm boven de bestaande beschoeiing; dus kan gesteld worden op **ca 2,7 m TAW**.
- De enige uitgaande flux waardoor water verloren gaat van zodra het peil op of onder niveau 1 staat, is verdamping. Bij lange, droge perioden kan het waterpeil dus wel nog onder dit niveau zakken. In het hele verhaal van infiltratie en buffering is dit echter een verwaarloosbaar aandeel en wordt verdamping niet gebruikt om regenwater van omliggende gebieden te verwerken.
- Volgens het opmetingsplan van de stad Antwerpen met volumeberekeningen binnen de betuining zou de oppervlakte binnen de betuining 16903 m² bedragen en het volume onder de kop van de betuining (wordt gesteld op 2,5 m TAW) 23168 m³. Na herinrichting van de vijver veranderen deze afmeting een beetje maar de grootteordes blijven gelijk. Indien op 2,7 m TAW een oppervlakte van 17500 m² wordt aangenomen, zit er tussen het niveau van 2,5 m TAW en 2,7 m TAW ongeveer 3400 m³. Onder het niveau 1 zou de vijver dus zowat 26568 m³ bevatten. Dit ronden we omwille van een onzekerheidsmarge af naar **26000 m³** als aanname voor het watervolume onder 2,7 m TAW in berekeningen voor het hydraulisch concept.

- Infiltratievolume:

- Dit is het volume tussen niveau 1 en 2. De exacte plaatsing van het niveau 2 is verder te bekijken in functie van het ontwerp maar in de randvoorwaarden werd gesteld om dit niveau minder dan 1 meter boven niveau 1 te houden zodat er geen al te grote waterpeilfluctuaties optreden ten gevolge van normale neerslag. Tussen niveau 2 en niveau 1 bevindt zich de zone waarin er infiltratie in het talud kan plaatsvinden.
- De uitgaande flux waardoor water verloren gaat, is naast verdamping ook infiltratie. Infiltratie is hierbij significant groter dan verdamping. Wanneer het water bij regenval boven niveau 1 uitstijgt, zal het via het talud kunnen infiltreren tot het waterniveau terug gezakt is tot niveau 1.
- In functie van de infiltrerende werking van de stadsparkvijver wordt de infiltratieoppervlakte (= oppervlakte van de wanden tussen niveau 1 en 2) best zo groot mogelijk gehouden. Rekening houdend met deze beschouwingen wordt voorgesteld om niveau 2 op **3,5 m TAW** te leggen.
- De wateroppervlakte bij vulling tot niveau 1 zou ongeveer 17500 m² zijn en bij niveau 2 ongeveer 22000 m². Het volume tussen niveau 1 en 2 kan dan geschat worden op $((22000+17500)/2) \times (3,5-2,7) = 15800 \text{ m}^3$. Dit ronden we omwille van een onzekerheidsmarge af naar **15000 m³** in berekeningen voor het hydraulisch concept.

- Buffervolume:

- Dit is het volume tussen niveau 2 en 3. Dit derde niveau is het maximaal waterpeil bij extreme regenval en komt bij voorkeur tot net onder de stammen van de oude bomen wat nog lager is dan de meeste wandelpaden.
- Op niveau 2 zal er doorvoeropening met knijp voorzien worden om het water dat boven niveau 2 uitstijgt, vertraagt naar het gemengde rioleringsstelsel af te voeren. Op niveau 3 zal er een overstort voorzien moeten worden om bij heel grote piekbuien, wateroverlast (water op de wandelpaden) te voorkomen.
- De uitgaande flux waardoor water verloren gaat, bestaat uit verdamping, infiltratie en vertraagde doorvoer via de knijpopening op niveau 2. Zodra het waterpeil tot niveau 2 gedaald is, zal er enkel nog water infiltreren en verdampen.

- Op basis van de bespreking met de betrokken stakeholders en verschillende gegevens in het park wordt het maximaal gewenst peil aangenomen op **4,0 m TAW**. Dit betekent dat er een halve meter verschil zit tussen niveau 2 en 3.
- Met een aanname van 25000 m² als wateroppervlakte bij volledige vulling, kan het volume tussen niveau 2 en 3 geschat worden op $((25000+22000)/2) \times (4,0-3,5) = 11750 \text{ m}^3$. Dit ronden we omwille van een onzekerheidsmarge af naar **11000 m³** in berekeningen voor het hydraulisch concept.

9.1.3 Berekening van de mogelijkheden van de volumes

9.1.3.1 Aannames en uitgangspunten

In de onderstaande tabel worden de waarden uit de vorige paragraaf, gebruikt voor de berekeningen, weergegeven.

Tabel 8: Overzicht van de mogelijke volumes corresponderend met hypothetische waterniveaus.

Type volume onder dit niveau	Hoogte in vijver	m TAW	Volume tussen dit en lager niveau (m ³)	Volume cumulatief (m ³)	Doorlatende wandoppervlakte onder dit niveau tot vorige	Infiltratiesnelheid (mm/h)
-	Bodem	0.0	0	0	0	17
Verdamping	Niveau 1	2.7	26000	26000	0	76
Infiltratie	Niveau 2	3.5	15000	41000	2326	105
Buffering	Niveau 3	4.0	11000	52000	1565	105
(Overstroming)	Rand vijver	4.5	13000	65000	1677	213

Volledige tabel, zie bijlage.

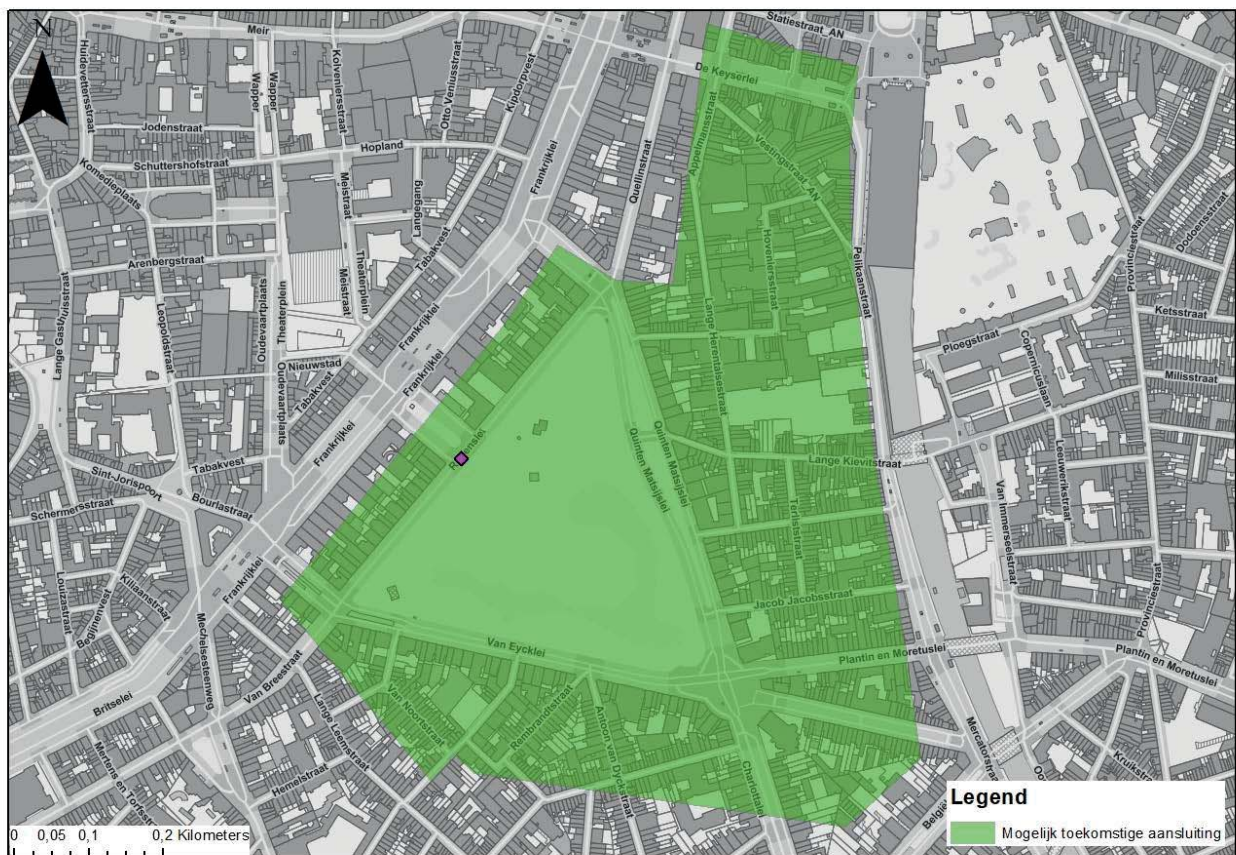
Op basis van de gegevens uit de bovenstaande tabel werd een eenvoudig Sirio model opgemaakt met de onderstaande aannames en uitgangspunten.

- Geometrie en eigenschappen van de vijver: zoals geschetst in de bovenstaande tabel en besproken in paragraaf 9.1.2.
 - Het deel van de vijver onder niveau 1 is waterdicht. In de berekening wordt echter aangenomen dat dit deel van de vijver toch een doorlatendheid heeft van 0,2 mm/h (op basis van gekende waarden voor zware klei).
 - Op niveau 2 wordt een knijpopening als vertraagde doorvoer voorzien (BOK = niveau 2, vertraagde doorvoer mogelijk voor water tussen zone 2 en 3). In principe is deze afhankelijk van hoeveel verharde oppervlakte er naar de vijver wordt aangesloten en eventueel regelbaar in tijd. Als test in het Sirio model wordt een buis diameter 250 mm voorzien met BOK op 3,5 m TAW (= niveau 2).
 - Een overstort wordt voorzien op 4,0 m TAW (= niveau 3).
- Debieten:

Er wordt gemodelleerd met verschillende debieten en combinaties van debieten.

- Een constant debiet van 260 m³/dag (3 l/s) wat afkomstig zou kunnen zijn van omliggende bemalingen of combinaties van bemalingen. Ook bij scenario's met andere constante aanvoer, ligt het te realiseren debiet in deze grootteorde.
- Een variabel debiet afkomstig van bestaande aangesloten verharde oppervlaktes; dit bedraagt ca 3 ha afkomstig van de bestaande reeds aangesloten verhardingen. Verder wordt over een oppervlakte van 2 ha in de vijver zelf rechtstreeks regenwater opgevangen.
- Een toekomstig variabel debiet indien grote afkoppelingsprojecten in de omgeving zouden aangesloten zijn op de stadsparkvijver. Hiervoor werd een inschatting gemaakt van de oppervlakte dat er naartoe geleid zou kunnen worden. Alleen al het buffervolume zou volgens 330 m³/ha maar liefst 33 ha verharde oppervlakte kunnen bufferen indien een doorvoer van 10 l/s.ha wordt ingesteld. Daarbij komt nog eens het infiltratievolume waarin ook regenwater kan gebufferd worden, afhankelijk van de vullingsgraad en de doorlatendheid. Daarom is een eerste ruwe inschatting dat er in de toekomst tot ongeveer 40 ha verharde oppervlakte op de vijver aangesloten kan worden. Wanneer men weet dat:
 - De totale oppervlakte aangeduid in het hemelwaterplan is ongeveer 53 ha (zonder de vijver) waarvan een deel onverhard is.
 - Gesloten bewoning kan vaak niet helemaal worden afgekoppeld.

is het aannemelijk om te stellen dat ongeveer 75% van de verharding binnen de aangeduide oppervlakte zal aangesloten worden. Hieruit volgt dat de zone die momenteel wordt aangegeven in het hemelwaterplan kan beschouwd worden als de mogelijk aan te sluiten oppervlakte op lange termijn. Daarom wordt aangenomen dat 40 hectare een richtwaarde is voor de aansluiting van verharde oppervlakte volgens een maximale realisatie van het hemelwaterplan. Deze zone wordt getoond in onderstaande figuur. Indien er naast buffering in de stadsvijver en de RWA-leidingen, ook maatregelen voorzien worden om lokaal te infiltreren via bv. infiltratiekolken en/of doorlatende verhardingen en om lokaal water te bufferen in ondergrondse buffers in plantvakken of onder parkeerstroken, kan er een nog grotere oppervlakte op lange termijn aangesloten worden op de stadsparkvijver.



Figuur 14: Plannen voor de zone van het stadspark in het hemelwaterplan. De groene zone omvat een oppervlakte van ongeveer 53 ha (zonder de vijver oppervlakte).

Verharde oppervlaktes uit de omgeving dienen via een RWA-riolering aangesloten te worden zodat er geen afvalwater in de stadsparkvijver terecht kan komen. Aandachtspunt hierbij is dat de afkoppeling van DWA en RWA correct plaats vindt en er geen foutieve aansluitingen zijn. De eventuele vervuiling afkomstig van op de straatverharding zal bij de **first flush** van het regenwater gescheiden moeten worden via een **KWS-afscheider**. Er moet ook een **overstort** voorzien worden bij deze KWS-afscheider welke bij hevige regen in werking kan treden en een calamiteitschuiif, om bij ongeval, het RWA-stelsel af te sluiten en een eventueel olie-lek in het RWA-stelsel te isoleren voordat het in de vijver terecht komt.

- Grondwater: bij afdichting van de vijver, zal er nauwelijks nog uitwisseling van grondwater zijn, tenzij dit hoger komt dan het afdichtingsniveau. Er wordt aangenomen dat het grondwater dieper zit dan niveau 1. Er wordt wel een beperkte uitwisseling met het grondwater aangenomen, in dezelfde mate als de aanname voor zeer beperkte infiltratie in deze zone. Er werd een cyclische grondwatervariatie van 0,0 m TAW (gemiddeld laagste grondwaterstand) tot +1,5 m TAW (gemiddeld hoogste grondwaterstand) aangenomen.
- Verdamping: het water heeft de mogelijkheid om te verdampen volgens het wateroppervlak dat beschikbaar is op elk moment.
- Infiltratie: Op basis van de infiltratieproeven werden ter hoogte van bepaalde niveaus verschillende doorlatendheden toegekend. De doorlatendheden per niveau zijn te zien in de bovenstaande tabel. In de berekeningen werd gewerkt met veiligheidsfactor 2, wat betekent dat het model zal rekenen met waarden die de helft zijn van wat wordt aangenomen per zone. Concreet werd in Sirio 1 vaste infiltratiecapaciteit van 100 mm/h genomen voor een reservoir, waarbij de infiltratieoppervlakte werd

herschaald om de juiste infiltratiecapaciteit te bekomen zo werd de infiltratieoppervlakte tussen niveau 2 en niveau 3 vermenigvuldigd met 1,05.

Bij de simulaties met behoud van de bestaande toestand werd voor het deel onder niveau 1 gerekend met de infiltratiecapaciteit van 16 mm/h (+SF2) zoals in tabel weergegeven voor de onderste doorlatendheden. Met ongeveer (iets minder dan) 20.000 m² wandoppervlakte, komt de aanname van doorlaatbare oppervlakte na herschaling tot 100 mm/h uit op 3000 m² (=18750 x 0.16).

In de berekening met de afdichting wordt deze equivalente infiltratieoppervlakte 38 m² (=18750 x 0.002).

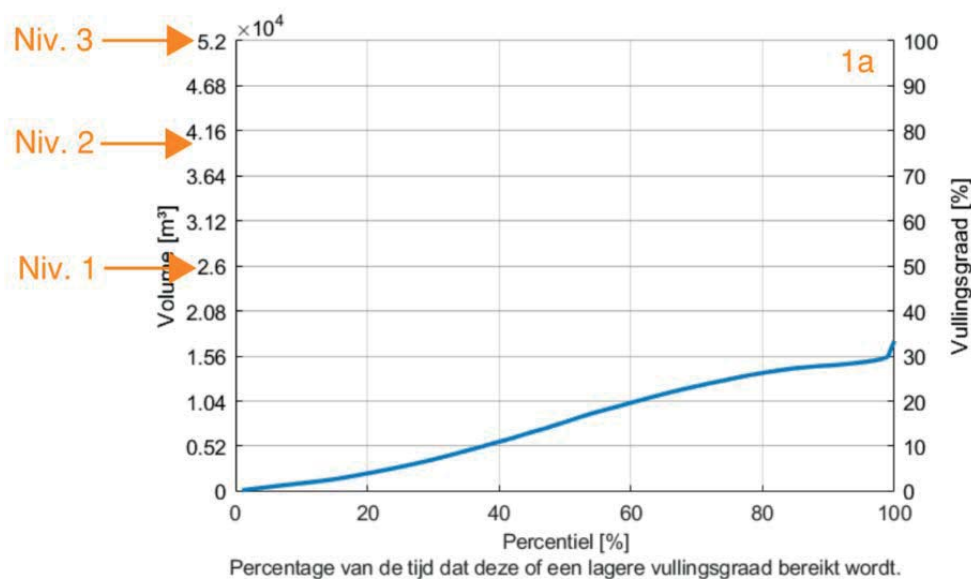
Op basis van deze uitgangspunten wordt in de volgende paragraaf de simulaties van de volgende scenario's besproken:

1. Scenario bestaande aangesloten debieten huidige toestand (bestaande verharde oppervlakte aangesloten, geen bijkomend constant debiet).
 - a. Zonder ingrepen: geen afdichting = bestaande toestand
 - b. Met afdichting vijver
2. Scenario waarbij de huidige bestaande verharde oppervlakte + een constant debiet zijn aangesloten
 - a. Zonder ingrepen: geen afdichting
 - b. Met afdichting vijver
3. Scenario waarbij extra verharde oppervlakte maar geen constant debiet is aangesloten
 - a. Zonder ingrepen: geen afdichting + 40 ha verharde oppervlakte volgens de maximale uitvoering van het hemelwaterplan
 - b. Zonder ingrepen: geen afdichting + maximaal mogelijk aan te sluiten oppervlakte (onderzoek >40 ha als variant op 3a).
 - c. Met afdichting vijver + 40 ha verharde oppervlakte aangesloten
4. Scenario waarbij extra verharde oppervlakte + een constant debiet is aangesloten
 - a. Zonder ingrepen: geen afdichting + 40 ha verharde oppervlakte volgens de maximale uitvoering van het hemelwaterplan
 - b. Zonder ingrepen: geen afdichting + maximaal mogelijk aan te sluiten oppervlakte (onderzoek >40 ha als variant op 4a).
 - c. Met afdichting vijver + 40 ha verharde oppervlakte aangesloten

9.1.3.2 Simulaties en resultaten

Scenario 1a: Bestaande aangesloten debieten – geen afdichting

Indien de bestaande toestand wordt behouden zou de vullingsgraad doorheen de tijd volgens het Sirio model zijn zoals in onderstaande afbeelding weergegeven.

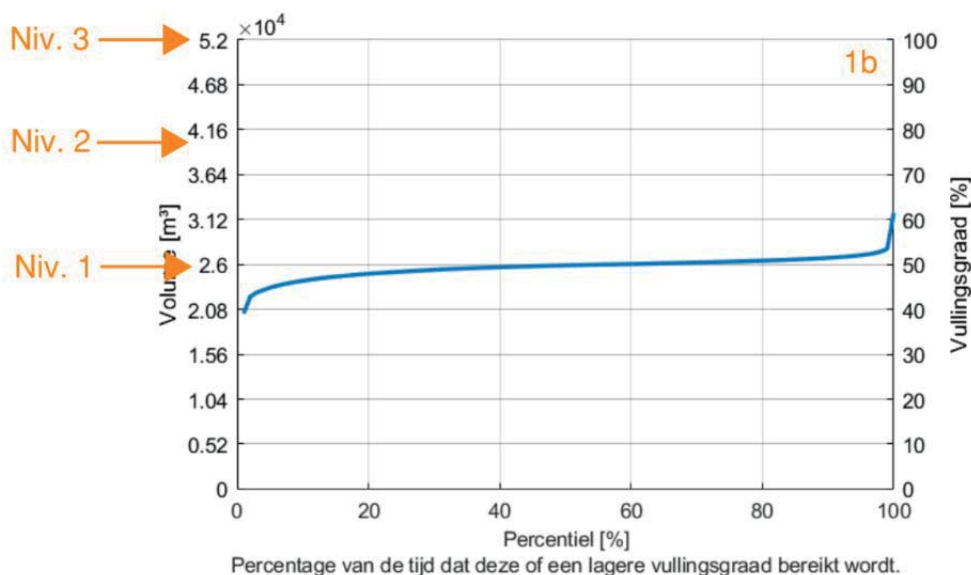


Figuur 15: Vullingsgraad scenario 1a

Het water zou zich altijd beneden het gewenste niveau (1) bevinden. Af en toe valt de vijver volledig droog. Dit valt min of meer te rijmen met de waargenomen bestaande toestand van de vijver.

Scenario 1b: Bestaande aangesloten debieten + afdichting vijver

Indien de bestaande toestand qua inkomende debieten wordt behouden maar de vijver wel wordt afgedicht, zou de vullingsgraad doorheen de tijd volgens het Sirio model zijn zoals in onderstaande afbeelding weergegeven.

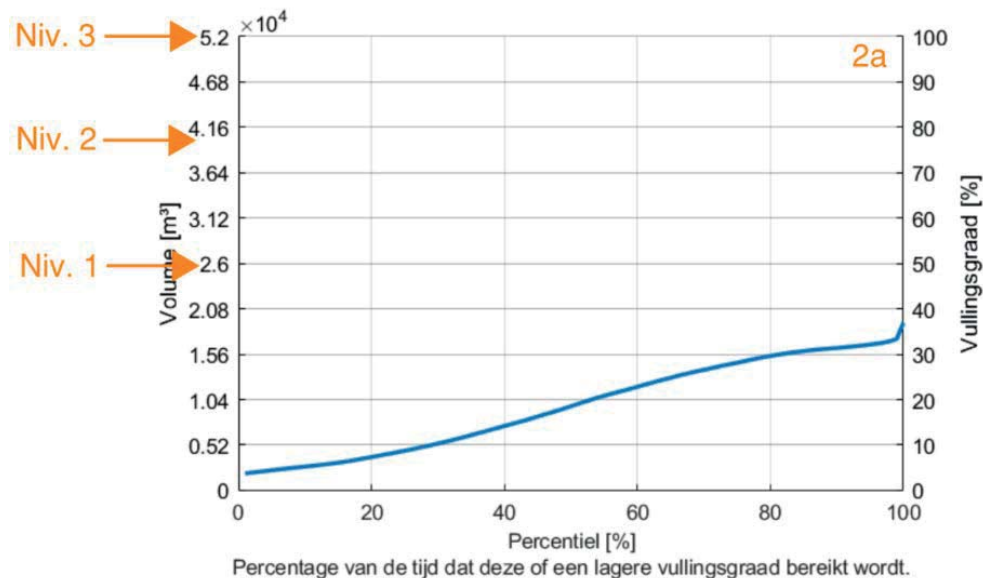


Figuur 16: Vullingsgraad scenario 1b

Het waterpeil van de vijver zou zich een groot deel van het jaar in de buurt van niveau 1 bevinden. Tijdens lange, droge momenten zou het waterpeil beduidend lager dan niveau 1 staan. Doordat er relatief weinig verharde oppervlakte is aangesloten naar de vijver, blijven de pieken in waterpeil na hevige neerslag beperkt. De vijver zou ongeveer de helft van de tijd iets onder niveau 1 zakken en ongeveer de helft erboven staan. Een volledige droogvalling of volledige vulling is niet te verwachten.

Scenario 2a: Bestaande verharde oppervlakte + een constant debiet, geen afdichting

Indien de bestaande toestand wordt behouden qua vijver inrichting (zonder ingrepen, geen afdichting) maar mét aansluiting van constant debiet, zou de vullingsgraad doorheen de tijd volgens het Sirio model zijn zoals in onderstaande afbeelding weergegeven.



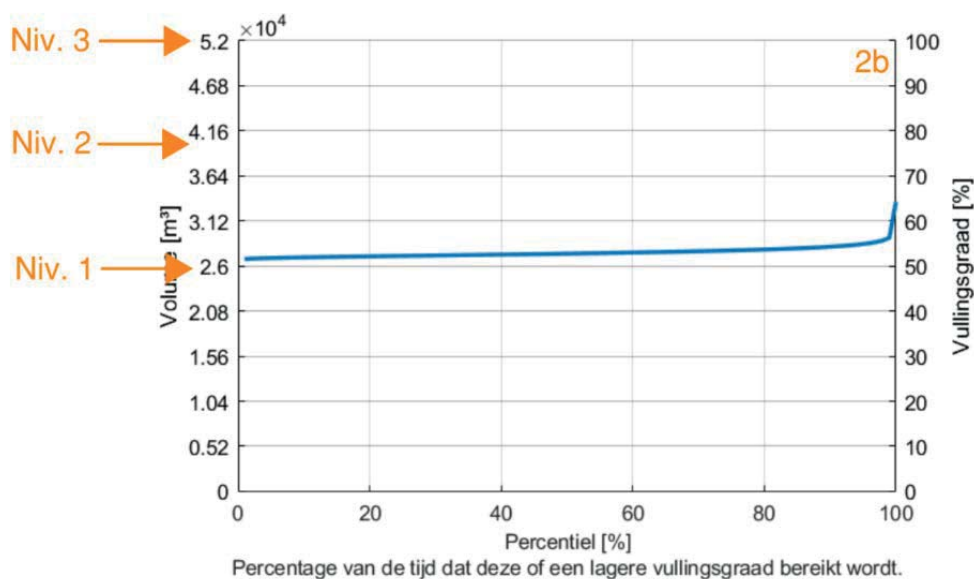
Figuur 17: Vullingsgraad scenario 2a

Het verloop van de grafiek is gelijkaardig aan dat van scenario 1a maar ligt over de hele lijn iets hoger door het toegevoegde constante debiet. Het water zou zich altijd beneden het gewenste niveau (1) bevinden. Door het constante debiet, zou er geen volledige droogvalling meer zijn maar wel een bijna-lege vijver.

Scenario 2b: Bestaande verharde oppervlakte + een constant debiet + afdichting

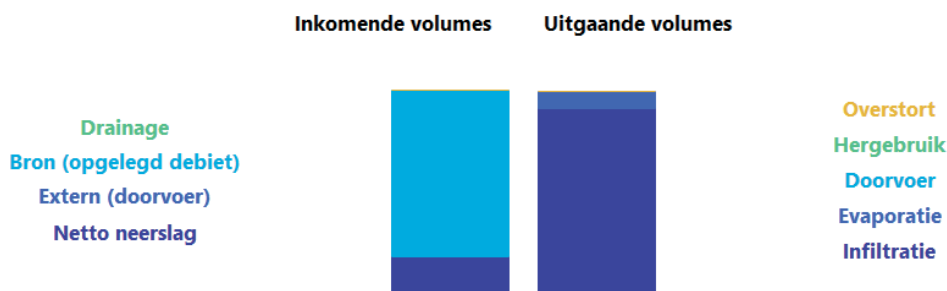
Indien een constant debiet wordt aangesloten maar mét afdichting, kent het waterpeil een vrij constant verloop. Door Slechts af en toe zou een lichte verhoging van het waterniveau optreden ten gevolge van regenwater van de beperkte bestaande aangesloten verharding.

Uit de resultaten van dit scenario is mooi te zien dat er een evenwicht optreedt tussen de uitstroom via infiltratie en de instroom via het constant debiet. Dit evenwichtspeil ligt net boven niveau 1. Het water dat in de vijver stroomt wordt dus, eens het waterpeil niveau 1 overstijgt, grotendeels afgevoerd via infiltratie in de wanden net boven het afgedichte deel en deels via verdamping. Bij een hoger debiet of een lagere infiltratiecapaciteit zou een iets grotere infiltratieoppervlakte nodig zijn voor de verwerking hiervan en zou het evenwicht wat hoger liggen.



Figuur 18: Vullingsgraad scenario 2b

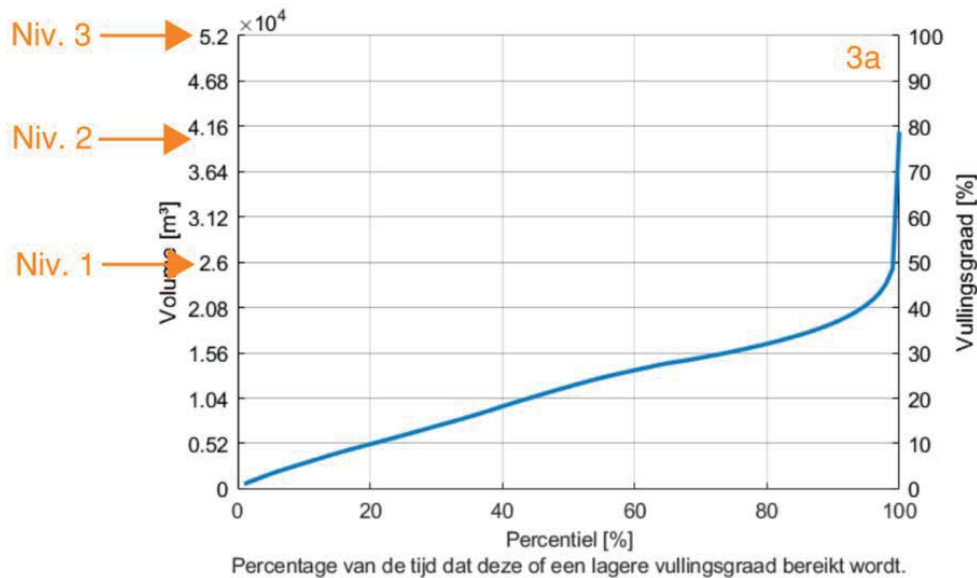
Als bijkomende test werd de massabalans van dit scenario bekeken. In de massabalans van dit scenario met een constant aangesloten debiet en afdichting (maar geen extra afkoppeling), is te zien dat het grootste deel van de uitgaande flux te wijten is aan infiltratie. Het water in de vijver is afkomstig van zowel neerslag die in de vijver valt als een constant debiet. Beide inkomende fluxen worden zowel deels via infiltratie als deels via verdamping verwerkt. Van het totaal uitgaand debiet zou 91% via infiltratie en 9% via verdamping weggaan. Er is geen doorvoer, overstort of hergebruik. Dit betekent dat ongeveer 90% van het constant debiet de bodem ingaat. Bij het scenario van bemalingswater, zou dit betekenen dat, eens de vijver gevuld is, ongeveer 90% van het opgepompte grondwater opnieuw de grond ingaat.



Figuur 19: Massabalans van het scenario met enkel een constant aangesloten debiet.

Scenario 3a: 40 ha verharde oppervlakte aangesloten volgens het hemelwaterplan, geen afdichting, geen constant debiet

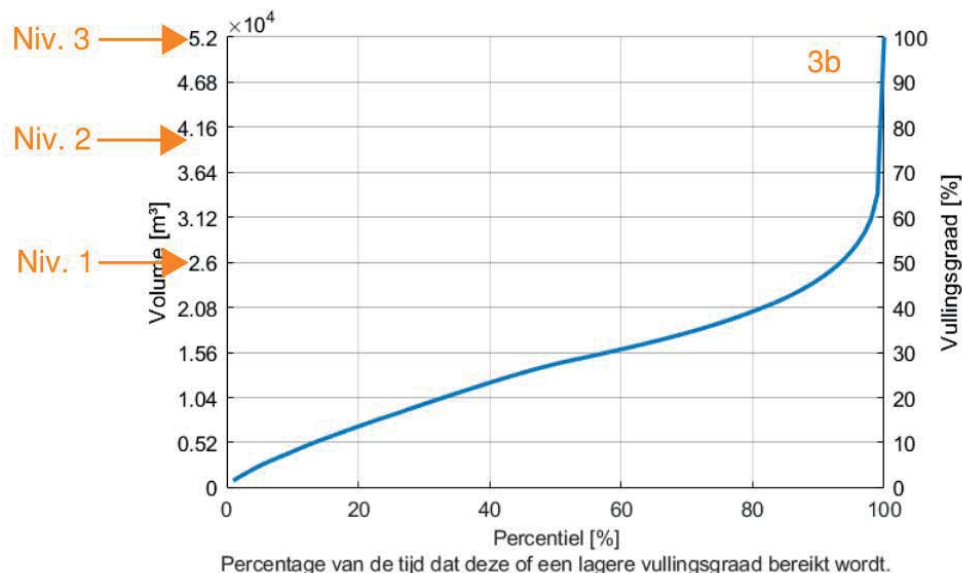
In dit scenario treedt een zeer goede benutting op van de vijver als buffer- en infiltratievolume. Tijdens lange, droge perioden valt de vijver soms helemaal droog maar bij neerslagrijke periode of na een zware piekbui, wordt de vijver voor een aanzienlijk deel gevuld. Het waterpeil zou slechts gedurende korte perioden in de buurt van niveau 1 staan. Ongeveer 99% van de tijd zou het water lager zijn, enkel na uitzonderlijke regenval (grootteorde meerder dagen per jaar), zou het waterpeil boven niveau 1 staan.



Figuur 20: Vullingsgraad scenario 3a

Scenario 3b: Maximaal mogelijke verharde oppervlakte aangesloten (> 40 ha), geen afdichting, geen constant debiet

Uit iteratieve simulatie testen met Sirio blijkt dat het maximaal potentieel voor de aan te sluiten oppervlakte volgens deze vijver inrichting ongeveer 71 ha is. Het resultaat hiervan is weergegeven in de onderstaande figuur.



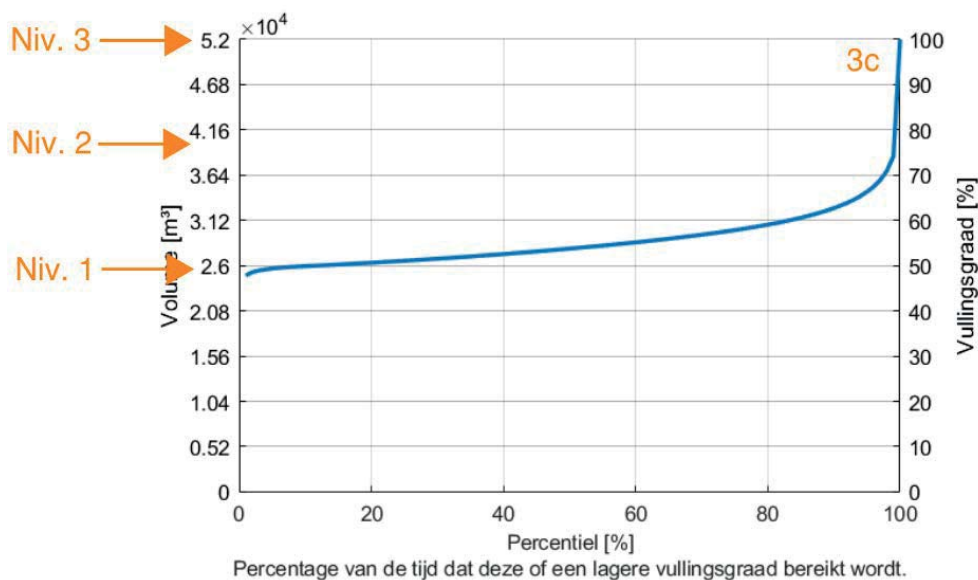
Figuur 21: Vullingsgraad scenario 3b

Ten opzichte van 3a is te zien dat in dit scenario 3b het volume van de vijver soms helemaal benut wordt. In beide gevallen is in droge perioden wel een volledige droogvalling van de vijver te verwachten.

Voor de bepaling van de maximale oppervlakte werd uitgegaan van een niet-werking van de overloop van niveau 3 bij een (huidige) T20-bui als randvoorwaarde en het aangenomen niveau 2 met een knijpopening. Indien bv. niveau 2 lager zou liggen of de knijpopening groter gemaakt zou worden zou de aangesloten oppervlakte nog verder vergroot kunnen worden.

Scenario 3c: 40 ha verharde oppervlakte aangesloten volgens het hemelwaterplan, geen constant debiet, wel afdichting

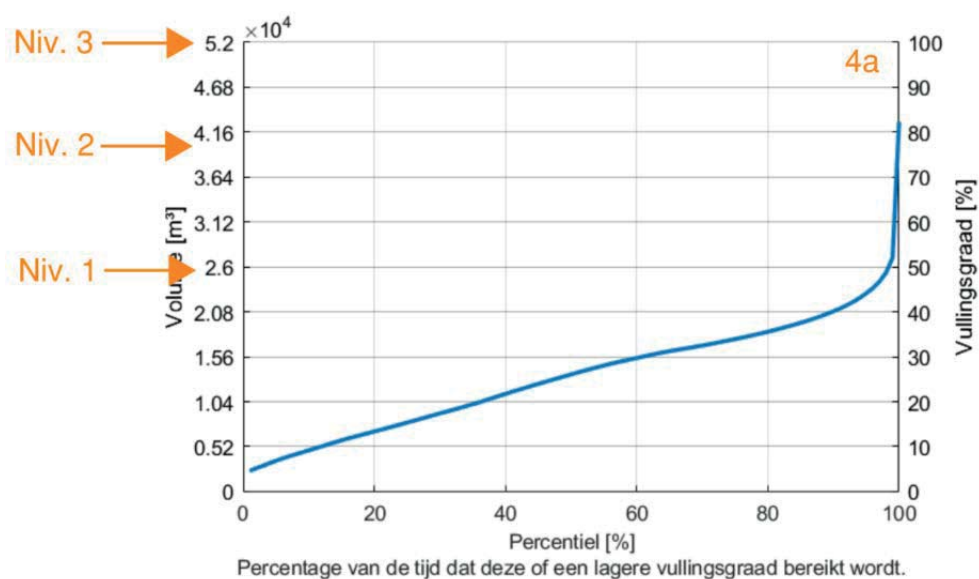
In dit geval zou het waterpeil het grootste deel van de tijd rond of net boven niveau 1 staan. Het infiltratievolume en buffervolume worden goed benut. De afdichting van de bodem ten opzichte van scenario 3a (met dezelfde verharde oppervlakte aangesloten) heeft tot gevolg dat het waterpeil bij lange, droge perioden veel minder snel zakt waardoor de vijver af en toe nog wel lager dan niveau 1 zou staan maar niet meer zou droogvallen. Bovendien gaat de maximale vullingsgraad nu tot 100% i.p.v. 80%.



Figuur 22: Vullingsgraad scenario 3c

Scenario 4a: 40 ha verharde oppervlakte aangesloten volgens het hemelwaterplan, geen afdichting vijver, wel constant debiet

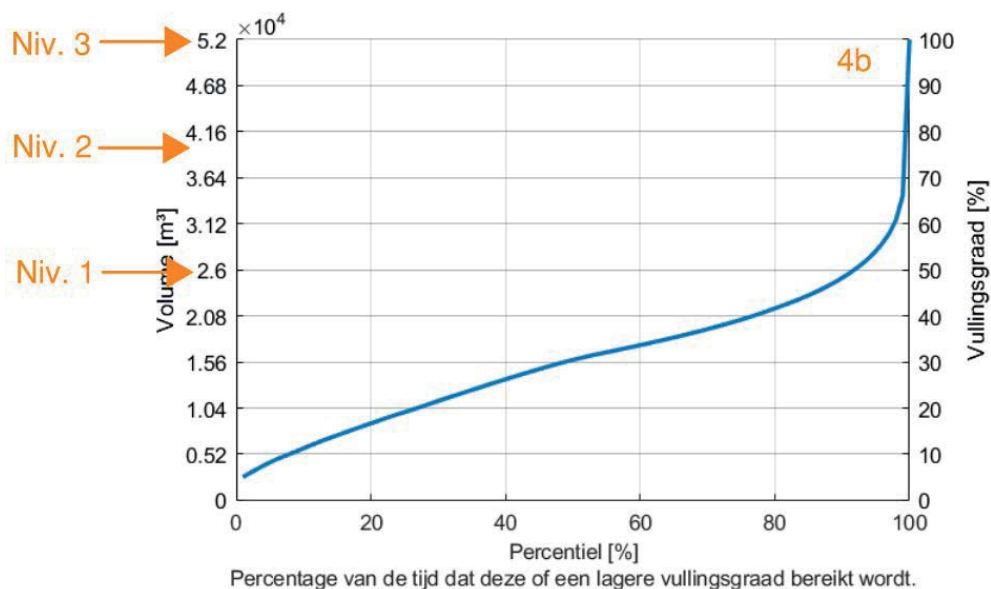
Indien geen ingrepen gebeuren aan de vijver, lukt het niet om met de combinatie van de aansluiting van 40 ha verharde oppervlakte en het beoogde constant debiet om de vijver op niveau 1 te houden. Zelfs met constant debiet én 40 ha verharde oppervlakte rechtstreeks aangesloten, zou de vijver meer dan 80% van de tijd onder niveau 1 staan.



Figuur 23: Vullingsgraad scenario 4a

Scenario 4b: Maximaal mogelijke verharde oppervlakte aangesloten (>40 ha), geen afdichting vijver, wel constant debiet

Uit iteratieve simulatie testen met Sirio blijkt dat het maximaal potentieel voor de aan te sluiten oppervlakte volgens deze vijver inrichting ongeveer 67 ha is. Het resultaat hiervan is weergegeven in de onderstaande figuur.



Figuur 24: Vullingsgraad scenario 4b

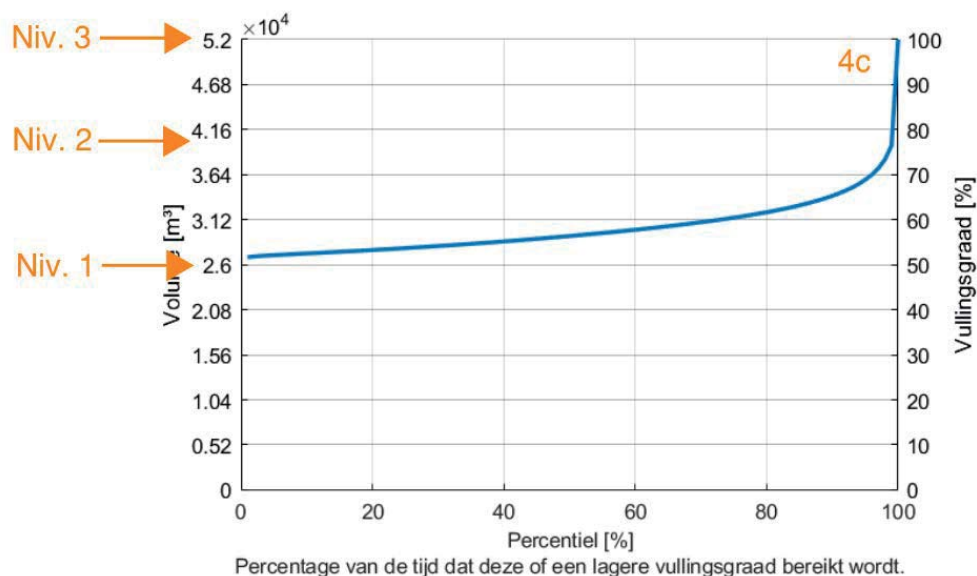
De mogelijke aansluiting van verharde oppervlaktes is in dit scenario afgenomen t.o.v. scenario 3b vanwege het aangesloten constant debiet (67 ha tegenover 71 ha). Ten opzichte van 4a wordt het maximaal volume beter benut maar in beide gevallen is in droge perioden een bijna-droogvalling te verwachten.

Voor de bepaling van de maximale oppervlakte werd uitgegaan van een niet-werking van de overloop van niveau 3 bij een (huidige) T20-bui als randvoorwaarde en het aangenomen niveau 2 met een knijpopening. Indien bv. niveau 2 lager zou liggen of de knijpopening groter gemaakt zou worden zou de aangesloten oppervlakte nog verder vergroot kunnen worden.

Scenario 4c: 40 ha verharde oppervlakte aangesloten volgens het hemelwaterplan + constant debiet + afdichting

Indien de vijver onder niveau 1 wordt afgedicht waarbij zowel een constant debiet als tot 40 ha verharde oppervlakte worden aangesloten, is de verwachte vullingsgraad volgens het Sirio model zoals in onderstaande afbeelding weergegeven; dit komt overeen met het gewenste concept qua vulling omdat het waterpeil zich altijd (net) boven niveau 1 zou bevinden.

Ongeveer 99% van de tijd zou het waterniveau zich tussen niveau 1 en niveau 2 bevinden. Door de regelmatige toevoer van grote hoeveelheden regenwater, krijgt de vijver slechts in uitzonderlijk droge perioden de kans om te zakken tot niveau 1.



Figuur 25: Vullingsgraad scenario 4c

9.1.3.3 Conclusie

- Om het waterpeil het grootste deel van de tijd in de buurt of boven het gewenste minimale peil (niveau 1) te houden, is een **afdichting van de vijver** onder dit niveau **noodzakelijk**, los van eventuele aansluiting van extra verharde oppervlakte of een constant debiet. Zonder afdichting van de vijver zal het, zelfs met extra debieten en zeker op korte termijn, zeer moeilijk zijn om de vijver gevuld te krijgen en te houden.

- De nood voor een constant debiet om de vijver op minimaal niveau 1 te houden, hangt af van de interpretatie hiervan. Indien bepaalde perioden met een lagere waterstand dan het gewenste niveau 1 worden aanvaard, is het mogelijk om zonder een constant debiet het gewenste resultaat te benaderen.
- Indien men altijd minimaal niveau 1 wenst te houden, is wel een constant aanvoerdebiet nodig én een afdichting onder niveau 1.
- Een constant debiet dat naar de vijver aangesloten wordt (vanaf het moment dat de vijver tot het gewenste peil is gevuld), wordt verwerkt via infiltratie en verdamping. In totaal gaat ongeveer 90% van het water afkomstig van een constant debiet de grond in. Dit betekent dat bij een scenario waarbij het **water van een bemaling** wordt aangesloten, dit water **voor 90% terug naar het grondwatersysteem** gaat in plaats van 0% zoals in de bestaande situatie.
- Er is een **groot potentieel voor aansluiting van verharde oppervlaktes** van wijken in de buurt van het stadspark naar de vijver voor buffering en wateroverlastpreventie. Zelfs met de aansluiting van veel verharde oppervlakte (tot ongeveer 70 ha), komt de inrichting van de vijver niet in het gedrang. Hoe meer verharde oppervlakte aangesloten, hoe meer jaarlijkse waterpeil fluctuaties. De aansluiting van verharde oppervlaktes is niet noodzakelijk om het waterpeil van de vijver op het gewenste niveau te houden maar kan wel een zeer nuttige rol opnemen in het hemelwaterplan van de stad Antwerpen.

9.2 Scenario's voor de specifieke inrichting

9.2.1 Scenario 1: geen aanpassing

Op basis van de resultaten van de berekeningen in paragraaf 9.1.3 is het duidelijk dat indien de bodem van de vijver niet ondoorlatend gemaakt wordt, men het waterpeil het grootste deel van de tijd niet rond niveau 1 zal kunnen houden. Deze resultaten komen overeen met het eerder rapport zoals beschreven in paragraaf 3.1.

Dit scenario werd besproken tijdens de werkgroep van 29/01/2019 maar had niet de voorkeur van zowel de Stad Antwerpen als het Agentschap Onroerend Erfgoed. Voornaamste argument is dat het ontbreken van de waterspiegel niet overeenkomt met het historische ontwerp en uitzicht van de stadsparkvijver.

Een voordeel van dit scenario is evenwel dat het een zeer tastbaar voorbeeld is dat aantoont dat de ondergrond verdroogt en om het belang van lokale infiltratie aan te tonen en toe te lichten. Er zou een educatief programma aan gekoppeld kunnen worden.

Het scenario laat ook toe om andere vegetatie in het stadspark ruimte te geven.

9.2.2 Scenario 2: niet-doorlatende bodem

Een niet-doorlatende bodem is cruciaal voor het bereiken van een constante waterspiegel in de stadsparkvijver. Dit is het voorkeursscenario om verder uit te werken. Op basis van voorgaande informatie wordt voorgesteld om de bodem en zijkanten van de vijver beneden een niveau van 2,7 m TAW ondoorlatend te maken.

Dit kan op verschillende manieren door het plaatsen van een vijverfolie, kleibentonietmatten, een kleilaag of een betonnen kuip. Een betonnen kuip is een zeer dure ingreep met een grote ruimtelijk impact. Voor het aanbrengen van een kleilaag moet een grote hoeveelheid grondverzet en afgevoerd worden. Het plaatsen van een folie of kleibentonietmatten heeft een veel kleinere impact en een lagere kostprijs. De kleibentonietmatten hebben het voordeel dat ze bentoniet bevatten; een minerale kleisoort die opzwelt wanneer ze aanraking komt met water; ideaal om lekdebieten te minimaliseren.

Kleibentonietmatten is een fabrieksmatig geproduceerde minerale afdichtingsmat, die bestaat uit twee lagen non-woven geotextiel waartussen een laag natriumbentonietpoeder vervat is. Dit natriumbentonietpoeder zal bij aanraking met water beginnen zwellen en een waterdichte minerale laag vormen. Kleibentonietmatten worden net zoals een geotextiel afgerold en met een overlap op elkaar geplaatst.

- Om deze matten in de vijverbodem te installeren, dient eerst de bovenste laag aarde op de bodem en het talud over zo'n 50 cm te worden ontgraven; deze grond wordt gestapeld om later terug te plaatsen. Hierbij zal de bestaande houten kantplankbeschoeiing moeten verwijderd worden; een ingreep die geen probleem is voor het Agentschap Onroerend Erfgoed en de Stad Antwerpen omdat deze er historisch gezien niet was en pas in een veel later stadium aan de vijver is toegevoegd.
- Na plaatsing van de kleibentonietmatten op de bodem en het talud van de vijver tot aan het niveau 1, worden op niveau 1 de matten aan de rand omgeslagen en in het talud verankerd. Een aandachtspunt bij het ontwerp is het, bij eventueel terug stijgen van het grondwater, het opdrijven van de matten. Er dient in ontwerp een evenwichtsberekening gemaakt te moeten worden om de dikte van de grondlaag te bepalen waarmee de matten moeten belast worden. Er is op dit moment uitgegaan van 50cm grond.
- Vervolgens wordt de ontgraven grond bovenop de matten teruggeplaatst.
- Gezien het dunne karakter van de matten zal het niveau nauwelijks wijzigen (op enkele cm na) en zal er geen of nauwelijks grond afgevoerd moeten worden. Onderstaande foto's tonen een voorbeeldproject in het provinciaal domein Halve Maan te Diest waar kleibentonietmatten gebruikt werden om een avontuurlijke rivier met speelelementen te creëren.



Figuur 26: voorbeeld van de installatie van bentonietmatten in het domein de halve maan te diest. Links: tijdens de installatie. Rechts: het eindresultaat

Uitgaand van een oppervlakte van ca 17.500 m² wordt het afdichten van de stadsparkvijver, inclusief het plaatsen van een knijpopening op niveau 2 en een overstort op niveau 3, geraamd op investering van 484.750 €.

De realisatietermijn bestaat uit enerzijds een studiefase van 1 jaar (inclusief vergunningsaanvraag), een aanbestedingsduur van 3 maanden en een uitvoeringstermijn van 6 maanden. In totaal 1 jaar en 9 maanden.

9.2.3 Scenario 3: gecontroleerde infiltratie

Bij een systeem met gecontroleerde infiltratie is de regeling van de fluxen moeilijk af te stellen, brengt onzekerheden met zich mee en in het geval van een manueel regelbaar systeem vergt dit onderhoud. Dit systeem lijkt dan ook niet wenselijk en tijdens het werkoverleg bleek hier ook geen draagvlak voor te zijn bij de betrokken diensten en agentschappen. Daarom wordt dit systeem niet verder uitgewerkt en werd dit ook niet meegenomen in de Sirio simulaties.

9.3 Conclusie

- De taluds van de vijver hebben een hoge waterdoorlatendheid. Op de bodem en dieper in het grondpakket rond de vijver zijn de doorlatendheden kleiner maar wel nog steeds voldoende voor een vlotte infiltratie.
- Een niet-doorlatende bodem is cruciaal voor het bereiken van een constante waterspiegel in de stadsparkvijver.
- Bij aansluiting van een constant debiet afkomstig van een permanente bemaling uit de omgeving, zal ca 90% van het opgepompte grondwater terug kunnen infiltreren. Het peil van de vijver zal hierbij nooit onder het gewenste waterpeil (niveau 1) zakken.
- Zonder de aansluiting van een constant debiet, maar met afdichting, zal het waterpeil onder het gewenste peil kunnen zakken en dit voor kortere of langere perioden. Doorgaans zal het waterpeil slechts licht onder het gewenste peil zakken. De lengte van de periode zal dan afhangen van de grootte van de aangesloten verharde oppervlaktes.
- In geval van een niet-doorlatende bodem in combinatie met enkel de huidige aangesloten oppervlaktes zal de vijver (na vulling) ongeveer de helft van de tijd iets onder niveau 1 zakken en ongeveer de helft erboven staan. Een volledige droogvalling of volledige vulling is dan niet te verwachten.
- Er wordt voorgesteld om de vijver als volgt in te richten:
 - Een ondoorlatende bodem en wanden van de vijver tot aan **ca 2,7 m TAW = niveau 1**; om de bodem onderdoorlatend te maken wordt de plaatsing van een ondoorlatende laag met kleibentonietmatten voorgesteld.
 - Een vertraagde doorvoer via een knijpopening met BOK op **ca 3,5 m TAW = niveau 2**.
 - Een overstort ter beveiliging voor extreem zware neerslag op **ca 4,0 m TAW = niveau 3**.
 - De investeringskost van deze inrichting is geraamd op 484.750 €
- De vijver kan bij afdichting als hemelwaterbuffer dienst te doen waarbij er een potentieel is om in de toekomst 40 tot 70 ha verharde oppervlakte op de vijver aan te sluiten.



Figuur 27: schetsmatige aanduiding van de verschillende waterpeilen.

10 BESPREKING SCENARIO'S ONDERZOEKSVRAAG 2

Binnen dit hoofdstuk worden de verschillende criteria kwalitatief besproken. De bespreking geeft dan een indicatie voor de evaluatie per criterium.

10.1 Scenario 1: water aanvoeren van bemaling “den Bell”

10.1.1 Toelichting en omschrijving

Bij het eerste scenario wordt gekeken naar permanente bemalingen in de buurt van het stadspark als mogelijke waterbronnen. Hierbij werden 2 opties geïdentificeerd: de permanente bemaling van de ondergrondse parking van den Bell en deze van het Sint-Vincentiusziekenhuis. Over de eerste is meer informatie beschikbaar en deze zal dus ook in meer detail besproken worden.

Den Bell

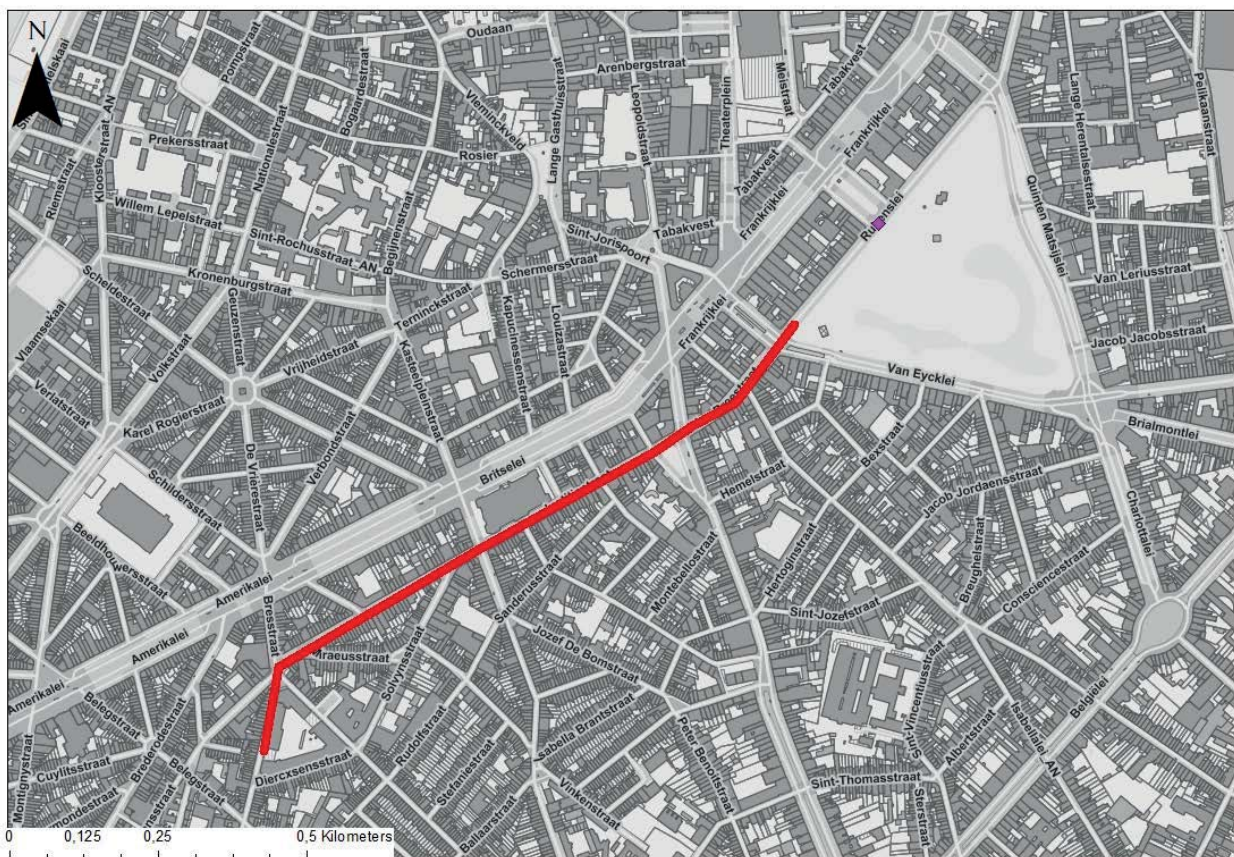
M.b.t. de mogelijke scenario's voor het transport van bemalingswater van Den Bell naar de stadsparkvijver zijn volgende mogelijkheden bekeken: het deels ophangen van een gravitaire leiding of een persleiding in de bestaande riolen via de Sint-Laureisstraat, Paleisstraat, Justitiestraat, Van Breestraat en Rubenslei en het aanleggen van een persleiding in volle grond.

Voor het ophangen van een nieuwe gravitaire leiding is de bestaande ruimte in deze riolen mogelijk een probleem. Meerbepaald in de Sint-Laureisstraat is de RWA-leiding met diameter 500 mm mogelijk te klein om er (mits behoud van voldoende capaciteit voor RWA-afvoer in de leiding) een andere leiding in op te hangen. Eventueel kan vanaf de bemaling van Den Bell een nieuwe leiding (pers of gravitair) in volle grond worden aangelegd tot aan het gemetseld gewelf van de Paleisstraat, justitiestraat en Van Breestraat. Het is ook mogelijk om een knijpopening en pomp aan te leggen op de kruising tussen de Sint-Laureisstraat en de Paleisstraat. Deze pompt dan het water van de RWA-leiding, waarop de bemaling van den Bell aangesloten is, tot aan het stadspark. De voornaamste bedenkingen hierbij zijn dat er minder vat is op de kwaliteit van het water en dat het mogelijk is dat er foutieve huisaansluitingen zijn op de bestaande RWA-leiding.

Het gemetseld gewelf in de Paleisstraat, Justitiestraat, Van Breestraat en Rubenslei is ongeveer 2 meter breed en 2 meter hoog. De algemene helling van dit grote gewelfriool is over het grootste stuk van het traject vanaf het Stadspark naar Den Bell toe, tegengesteld aan de gewenste transportrichting. Door vanaf Den Bell aan het plafond van het gewelf te vertrekken en geleidelijk aan te zakken is een gravitaire riool in principe mogelijk maar niet evident om te realiseren. Het plaatsen van een persleiding is evidenter omdat deze ook dezelfde tegenhelling kan volgen. Bovendien is een persleiding qua grootte en gewicht eenvoudiger handelbaar en plaatsbaar.

Lettende op het uitvoeringstechnische aspect en zoveel mogelijk behoud van de bestaande capaciteit van het gewelf, zal het voordeliger zijn om met een persleiding te werken. En persleiding hoeft niet gravitair af te hellen en neemt minder plaats in. Bovendien zal zelfs in het geval van een gravitair traject sowieso een pompsysteem nodig zijn om het bemalingswater in de leiding te krijgen of, op het einde van de leiding, het water naar de vijver te pompen; m.a.w. een gravitaire leiding sluit een pompsysteem niet uit.

Aangezien een pompinstallatie best niet permanent kan werken, is het een mogelijkheid om een pomp van 9 l/s te gebruiken die dan ongeveer 50% van de tijd werkt, bij voorbeeld een half uur gedurende elk uur. Er kan ook voor gekozen worden om slechts een deel van het bemalingswater te verpompen. Het bemalingswater zou dan in een reservoir komen van waaruit het gewenste debiet wordt opgepompt en van waaruit ook een overstort naar de bestaande riolering mogelijk is. De uiteindelijke keuze van het pompdebiet zal van invloed zijn op de diameter van de persleiding en dus uitvoerings- en onderhoudskost. Een overstort naar de bestaande riolering is in elk geval vereist om geen wateroverlast te bekomen bij pompfalen.

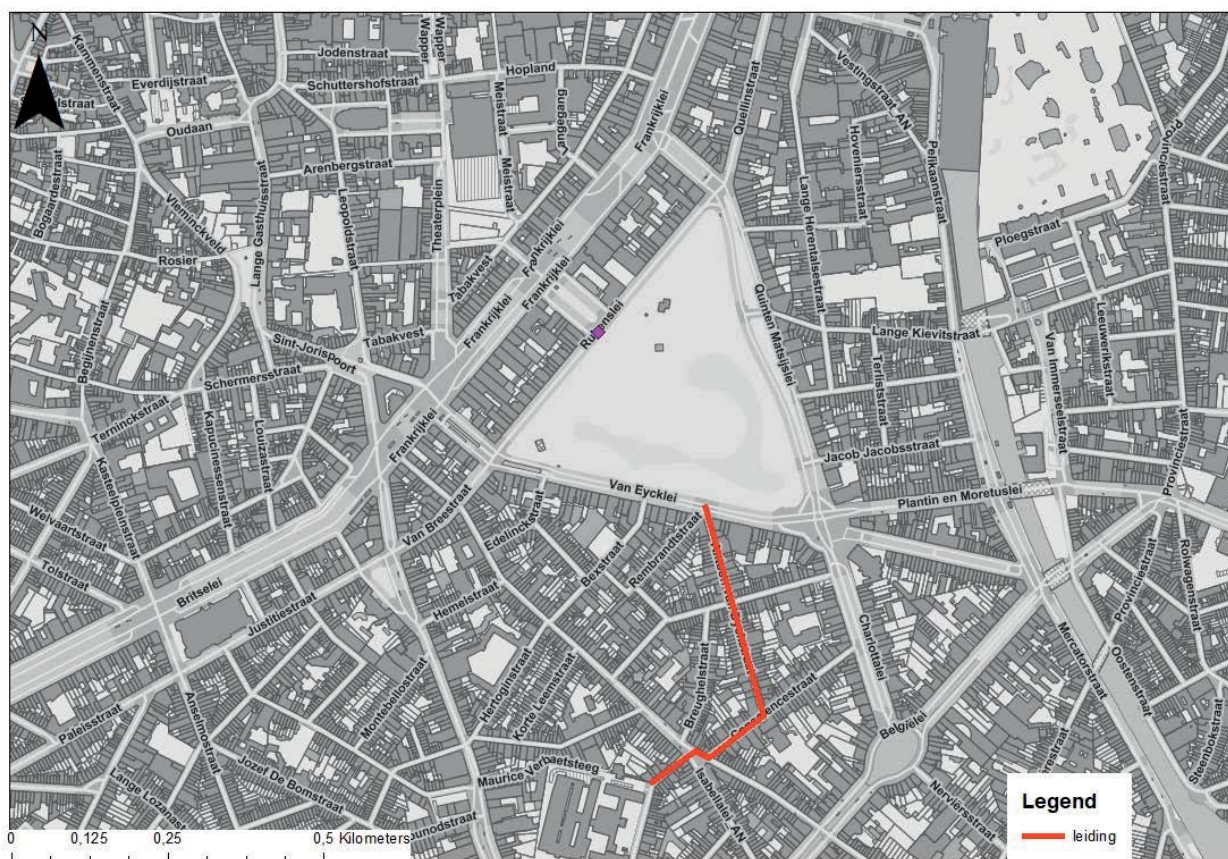


Figuur 28: schetsmatige afbeelding scenario 1. Met de bemaling van Den Bell als bron.

Sint-Vincentius ziekenhuis

Een ander gebouw dat permanent wordt bemaald in de nabijheid van het stadspark is het Sint-Vincentius ziekenhuis. Het traject dat afgelegd moet worden is 600 à 700 m, afhankelijk van de gekozen weg. Dit is ongeveer de helft van het traject tussen de Vijver en Den Bell. In de Sint-Vincentius straat bevindt zich een RWA met diameter 600 mm. Verder afwaarts zijn verschillende trajecten mogelijk. Het meeste ruimte zit in de gewelven en eivormige buizen van Breughelstraat, Jordaensstraat en charlottalei. Deze riolen zijn wel beduidend minder groot dan het gewelf waarvan gebruik gemaakt zou kunnen worden bij het traject vanaf Den Bell. Door de beperkte ruimte is het niet realistisch om een persleiding te installeren in deze leidingen, hoogstwaarschijnlijk zal de riolering dus aangelegd moeten worden in een open sleuf in volle grond.

Het bemalingswater van het Sint-Vincentiusziekenhuis wordt opgepompt uit Zanden van Berchem en/of Voort, dit is zo aangegeven in bemalingsgegevens van Databank ondergrond Vlaanderen. Gedetailleerd onderzoek naar de kwaliteit van het bemalingswater dienen nog uitgevoerd te worden maar het is aan te nemen dat het dezelfde kenmerken zal hebben dan het water van Den Bell.



Figuur 29: schetsmatige afbeelding scenario 1. Met de bemaling van het Sint-Vincentius ziekenhuis als bron.

10.1.2 Waterkwaliteit (i.f.v. mogelijkheden voor fauna en flora)

In het bemalingswater is een hoge concentratie van mangaan terug te vinden maar de concentratie is nog net aanvaardbaar. Deze concentratie dient bij voorkeur verlaagd te worden vooraleer het water kan gebruikt worden voor het opvullen van de vijver. Een verhoogde concentratie mangaan gaat gepaard met bladverkleuring en neurologische toxiciteit in fauna. Er zijn twee manieren om de concentratie te verlagen:

- Het toevoegen van een 2^{de} waterbron om het mangaan onder de grenswaarde te houden
- Een andere optie, die bij aanleg voorzien kan worden, is een filterinstallatie. Een beluchting met zandfiltratie, zoals wordt gedaan voor het filteren van ijzer, volstaat hier niet. Gezien het feit dat de concentratie flirt met de drempelwaarde is dit mogelijk door specifieke beplanting te voorzien thv de uitstroom in de vijver.

Inzake nutriënten bevat het water een lage concentratie van biologische beschikbaar koolstof. Dit vormt mogelijks een beperkende factor voor biologische activiteit in de vijver.

Tabel 9: samenvatting resultaten onderzoek waterkwaliteit

Nutriënten & biologie	Metalen	Pesticiden	Limnologie
In orde	Hoge, maar net aanvaardbare concentratie mangaan gemeten	In orde	In orde

10.1.3 Kadering binnen robuust hemelwaterbeleid

Dit kadert binnen een algemeen duurzaam beleid maar niet in een robuust hemelwaterbeleid. Door de vijver te vullen met bemalingswater, is er minder volume beschikbaar in de vijver voor buffering en infiltratie. Bovendien wordt het hemelwatersysteem in dit scenario niet ontlast.

Anderzijds kan beargumenteerd worden dat dit scenario bijdraagt tot het behouden van de huidige hoogte van de watertafel in het centrum van Antwerpen. Binnen het hemelwaterbeleid wordt namelijk aandacht besteed aan het lokaal infiltreren van regenwater om de verlaging van de grondwatertafel tegen te gaan. Deze verlaging wordt deels veroorzaakt door de uitvoering van bemalingen. Het bemalingswater lokaal laten infiltreren draagt dus bij aan het behouden van het huidige grondwatertafelniveau.

10.1.4 Ruimtegebruik

Dit scenario zal een beperkte invloed hebben op de openbare ruimte en voornamelijk ondergronds ruimte innemen.

Ten eerste moet er een pompstation met een putvolume van ca 10m³ ter hoogte van Den Bell voorzien worden. De locatie van dit pompstation moet nog bepaald worden maar dit zal in dichtbebouwd gebied zijn. Het plaatsen van de installatie en het onderhoud ervan zal een impact hebben op de omgeving.

Ten tweede zal een filtering van het water nodig zijn om de hoge concentratie mangaan aan te pakken. De optie die het minst impact heeft op het natuurlijke karakter van het park is het mengen van het water met een andere bron van water afkomstig van afkoppelingen. Alternatief kan er thv de uitstroom een 10m x 10m zone met specifieke beplanting voorzien worden waardoor het water stroomt voordat het in de vijver terecht komt.

De installatie van de persleidingen zelf zal een lage impact hebben op de omgeving omdat het grootste deel zal aangelegd worden in een bestaand gewelf. Het openleggen van de wegenis is slechts beperkt nodig. Bij een volledige aanleg in volle grond is het openleggen van de wegenis wel nodig. Indien het bemalingswater wordt aangevoerd van het Sint-Vincentius ziekenhuis zal de drukleiding aangelegd moeten worden in een open sleuf in volle grond.

Tenslotte zal een uitstroomconstructie voorzien moeten worden aan de vijverrand met diffusor. Binnen dit scenario zal die voor Den Bell aan het westelijke gedeelte van het park komen te liggen, de ruimtelijke impact hiervan is weliswaar laag.

10.1.5 Maatschappelijk verhaal

Maatschappelijk kan dit een mooi verhaal zijn omdat het water van de bemaling wordt 'gerecycleerd' in plaats van het gewoonweg op het oppervlaktewater te lozen. Ongeveer 90% van het bemalingswater zou namelijk opnieuw naar het grondwatersysteem gaan. De bemaling draagt bij aan de problematiek van een te laag grondwaterspiegel waardoor de vijver droog staat in de eerste plaats. Dit water gebruiken voor het opvullen van de vijver kan gezien worden als een inspanning om het grondwater lokaal terug te laten infiltreren in plaats van het water af te voeren. Het kan echter om dezelfde reden gezien worden als het dragen van een emmer water naar de zee aangezien de oorzaak van het probleem (het uitvoeren van een permanente bemaling) niet wordt aangepakt.

10.1.6 Ontlasting RWZI

Er is een zeer beperkte ontlasting van het RWZI omdat het bemalingswater niet meer in het gemengde rioleringsstelsel zal terechtkomen. Naar de RWZI zijn ongeveer 80.000 IE's aangesloten, wat overeenkomt met een droogweerdebiet van zowat 40.000 m³/dag. Het bemalingsdebiet van Den Bell is hier minder dan 1% van. Zeker bij regenweer wordt dit bemalingsdebiet verwaarloosbaar ten opzichte van het totale debiet dat naar de RWZI stroomt.

10.1.7 Vereiste installaties en kosten

Transportinfrastructuur

Voor het transporteren van het water naar de vijver zijn volgende installaties nodig:

- De installatie van een pompstation (bouwkunde + elektromechanica). Er wordt hierbij uitgegaan van een pompstation met een debiet van ca 9 l/s en een overeenkomstige pompput van 10 m³. De pompput moet bij falen beveiligd zijn met een overstort naar de riolering.
- De aanleg van een persleiding d110 met ophanging in het gewelf van de Paleisstraat, justitiestraat en Van Breestraat en aanleg in open sleuf in de Sint Laurentiusstraat
- Herstel van de wegenis boven de werken in open sleuf.

Corrosie

Het bemalingswater van den Bell heeft een Ryznar stabiliteitsindex (RI) van 5.8, alsook een Langelier Saturatie Index (LSI) van 0.83.

Dit wijst erop dat het water oververzadigd is naar calciumcarbonaat toe. Een lichte kalkaanslag zal zich voordoen, er zal echter geen sprake zijn van corrosie.

Zuiveringsinfrastructuur

Het bemalingswater van Den Bell bevat 2 mogelijke problemen die idealiter behandeld dienen te worden.:

- Een diffusor thv het lozingspunt in de stadsvijver. Deze dient zo ingericht te worden dat er lucht vanuit de omgeving in het aankomende water opgelost wordt.
- De aanleg van een 10m x 10m zone met snelgroeiende beplanting nabij het lozingspunt om de hoge concentratie van mangaan te verwijderen.

Kosten

- De investeringskost (CAPEX) bedraagt: 1 228 050 €
- De jaarlijkse operationele kost (OPEX) bedraagt: 13 000 €
- De jaarlijkse equivalente kost (AEC) bedraagt: 47 201 €

10.1.8 Realisatietermijn

Indien de werken beperkt kunnen worden tot het openbaar domein, moet er geen omgevingsvergunning aangevraagd worden. In dat geval is de termijn van de ontwerpstudie beperkt tot de opmaak van een (voor)ontwerp en een aanbestedingsdossier.

De stad Antwerpen, Water-Link en Agentschap Onroerend Erfgoed zijn de voornaamste betrokken partijen. Het project en de randvoorwaarden zijn reeds deels gekend maar moeten nog verder tijdens het ontwerp afgetoetst worden. Dit heeft echter geen significante impact op de doorlooptermijn van de ontwerpstudie.

De ontwerpstudie t.e.m. aanbestedingsdossier wordt geraamd op 9 maanden vanaf aanstellen van het studiebureau, rekening houdend dat er met verschillende partijen moet afgestemd worden en door verschillende partijen beslissingen genomen moeten worden. Indien er toch een vergunning aangevraagd moet worden, zal deze termijn met 3 à 4 maanden toenemen ikv de opmaak van het aanvraagdossier.

Voor de aanbestedingsprocedure tot effectieve start van de werken moet een periode van 6 maanden gerekend worden.

De uitvoeringstermijn is beperkt gezien de beperkte lengte van het tracé. De termijn wordt geschat op ca 6 maanden tot 1 jaar tot aan voorlopige oplevering.

Totale realisatietermijn (excl. vergunning): 2 jaar en 3 maanden, 2 jaar en 6 maanden (indien vergunning vereist).

10.1.9 Scoring van de verschillende criteria

Tabel 10: score voor de verschillende criteria

CRITERIUM	SCORE /5	GEWICHT	GEWOGEN SCORE
Realisatietermijn (studie, procedures, uitvoering)	4	5	20
Waterkwaliteit i.f.v. mogelijkheden voor fauna en flora.	4	4	16
Kadering binnen robuust hemelwaterbeleid	2	3	6
Ruimtegebruik	4	2	8
Maatschappelijk verhaal i.f.v. de bron	4	5	20
Ontlasting RWZI	1	1	1
Kosten	3	4	12
Totaal			83

10.2 Scenario 2: Water van het Kempisch dok

10.2.1 Toelichting en omschrijving

Het water van de dokken ligt op een hoogte van 4.25 m TAW terwijl het voorgestelde gewenste waterpeil van de stadsparkvijver op 2.70 m TAW ligt.

Tijdens de uitvoering van de werken aan de Leien fase 2, werden er regenwaterriolering aangelegd langsheen de leien. Doordat deze leidingen voor een deel onder het waterpeil in het dok liggen is een gedeelte permanent gevuld met water. Hierdoor is het mogelijk om een verbinding te voorzien vanaf de Vondelstraat door middel van een nieuw stuk leiding in open sleuf. Vanaf de Van Maerlantstraat kan een leiding opgehangen in het bestaande rioleringsgewelf worden tot aan de stadsparkvijver. Ter hoogte van de stadsparkvijver moet er wel nog een verbinding voorzien worden.

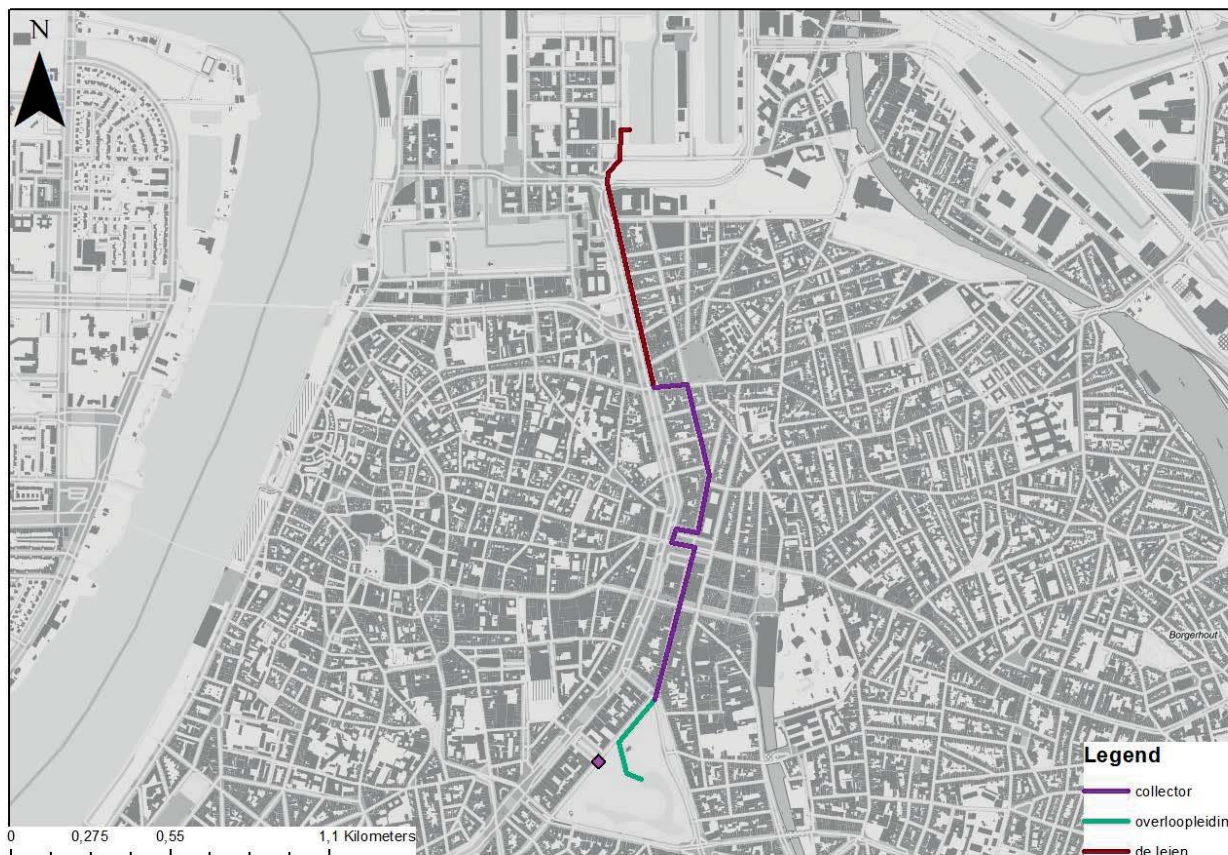
Er zijn twee manieren om dit scenario verder uit te werken, beiden met de ophanging van een leiding van beperkte diameter in de bestaande leidingen:

1. Een pompstation wordt geplaatst in de nabijheid van de Vondelstraat; deze vervoert het water via een persleiding naar de stadsparkvijver. Het geleverde debiet is afhankelijk van de voorzien installatie en is in principe regelbaar. Indien het debiet bijvoorbeeld gecontroleerd wordt door een pomp waardoor het indien nodig ook makkelijk volledig uitgeschakeld kan worden, is dit afhankelijk van pompsterkte en frequentie. Debieten binnen het bereik 50-500 m³/dag lijken hier realistisch (200 m³/dag bv. met pompdebiet van 8 l/s gedurende 50% van de tijd). Hoe groter de debieten, hoe zwaarder de pompinstallaties en hoe groter de diameter van de (pers)leiding. De persleiding zelf kan langsheen een groot gedeelte van het tracé geïnstalleerd worden in ondergrondse gewelven met een afmeting van ongeveer 2 m op 2 m.
2. Een kleine gravitaire leiding wordt voorzien met vrije instroom van water vanuit de leidingen onder de leien. Deze leiding kan niet aan een gravitair afwaterend profiel tot aan de vijver aangelegd worden maar kan zelfs met stukken in tegenhelling benut worden indien er voldoende opbouw van drukverschil is tussen het waterniveau van de dokken en de stadsparkvijver. Het waterhoogteverschil tussen de dokken en het gewenste niveau van de stadsparkvijver bedraagt ongeveer 1.5 meter (4,25 m TAW vs. 2,7 m TAW). Het debiet door de leiding zou minder groot zijn dan wanneer een pomp stroming onder druk kan voorzien maar is wel constant (t.o.v. afhankelijkheid pompcycli). De grootteorde van het debiet zou afhankelijk van de exacte diameter en drukopbouw wellicht enkele liter per seconde bedragen, wat neerkomt op ongeveer 200-500 m³/dag. Door een afsluitmogelijkheid (kraan) te voorzien nabij de stadsparkvijver kan de instroom van water geregeld worden. Doordat het waterniveau van de dokken hoger ligt dan het maximaal gewenste peil in de stadsparkvijver, is een omgekeerde werking als vertraagde leegloop niet mogelijk. Een aandachtspunt is evenwel sedimentatie in de leiding en het onderhoud ervan.

Het geleverde debiet is afhankelijk van welke doorvoer voorzien wordt maar in beide scenario's betreft dit dezelfde grootteorde. De aanvoer van water kan min of meer continu in de tijd geregeld worden, de bron van water is nagenoeg onuitputtelijk. De bevoorradingszekerheid op lange termijn is zelfs nog groter dan bij de bemaling van Den Bell omdat het grondwater verder zou kunnen zakken terwijl water in de dokken normaal gezien gegarandeerd is via de Schelde.

In de kostenraming is het eerste scenario begroot.

Naast transport moet ook rekening gehouden worden met een beperkte zuivering van het water dat in de dokken (licht) brak is. Ontzilting zal dus nodig zijn, zij het niet in dezelfde mate als wat voor zeewater nodig zou zijn. Hiervoor zal een installatie voorzien moeten worden.



Figuur 30: Tracé voor scenario 2 waarbij het dokwater wordt opgepompt uit de leien.

10.2.2 Waterkwaliteit (i.f.v mogelijkheden voor fauna en flora)

Voor de biologische activiteit in de vijver vormt de hoeveelheid fosfor de grootste beperkende factor. De juiste verhouding met nitraat en biochemisch zuurstof verbruik wordt niet benaderd.

Inzake de aanwezigheid van metalen vormt de brakke karakteristiek (hoge concentratie van chloride en natrium) van het water een probleem. Dit probleem valt echter door verschillende technologieën te behandelen. Hiervoor is dus wel een zuiveringsinstallatie nodig, dit houdt een extra kost in.

De relatief hoge waarde van Fluvenacet, een algemeen gebruikt pesticide, is moeilijk te behandelen maar kan door middel van verdunning met ander vijverwater onder de grenswaarde gehouden worden. Dit betekent dus dat dit scenario, zoals scenario 1, gecombineerd zou moeten uitgevoerd worden met scenario 4 of 5 waarbij regenwater wordt aangevoerd uit de omgeving.

De coliformen kunnen behandeld worden door het toepassen van een desinfectie procedure. Dit vereist ook een bijkomende zuiveringsinstallatie maar er wordt verwacht dat de nodige kwaliteit behaald wordt door de zuiveringsstap ivm de brakke karakteristiek.

Tabel 11: samenvatting resultaten onderzoek waterkwaliteit

Nutriënten & biologie	Metalen	Pesticiden	Limnologie
Hoge hoeveelheid coliformen	Te hoog zoutgehalte voor fauna en flora	Hoge, maar net aanvaardbare concentratie Fluvenacet gemeten	In orde

10.2.3 Kadering binnen robuust hemelwaterbeleid

Dit kadert niet in een robuust hemelwaterbeleid. Door de vijver te vullen met water van de dokken is er minder volume beschikbaar in de vijver voor buffering en infiltratie. Bovendien wordt het hemelwatersysteem in dit scenario niet ontlast. Er wordt eigenlijk water van de ene naar de andere buffer getransporteerd.

10.2.4 Ruimtegebruik

Dit scenario zal een beperkte invloed hebben op de openbare ruimte en voornamelijk ondergronds ruimte innemen.

Ter hoogte van het dok moet er sowieso een behandelingsinstallatie voorzien worden welke de grootte heeft van een elektriciteitscabine (4m x 8m x 3m). In geval van een persleiding moet er ook een pompinstallatie voorzien worden; dit kan in combinatie met de behandelingsinstallatie. Ook zal er ruimte voorzien moeten worden in het kader van het onderhoud van deze installaties.

Aangezien er gebruik kan gemaakt worden van een ophanging in bestaande gewelven is de ruimtelijke impact zeer beperkt. Bij aanleg in volle grond is de impact groter. Hierdoor is het niet nodig om de wegenis op te breken voor het leggen van de persleiding. Een open sleuf is enkel nodig vlakbij het dok en in het stadspark.

Aan de stadsparkvijver dient er wel een nieuwe uitstroomconstructie gebouwd te worden met een diffusor. Dit heeft echter geen grote impact op het uitzicht van het park.

10.2.5 Maatschappelijk verhaal in functie van bron

Maatschappelijk is dit een moeilijk te verkopen verhaal omdat een grote investering zou gemaakt worden om water te halen van een plaats waar het geen storende invloed heeft op de omgeving of waar het in principe niet door een slechte oorzaak (bv. bemaling) terecht komt.

Een positief aspect is dat er overvloedig beschikbaar water gebruikt om de vijver te vullen i.p.v. bij voorbeeld drinkwater. Desalniettemin moet dit water wel eerst deels gezuiverd of ontzilt worden alvorens het naar de vijver te voeren. Het gaat dus niet (zoals bij scenario 1) over opgepompt grondwater dat mits minimale behandeling terug in de grond kan sijpelen.

10.2.6 Ontlasting RWZI

Dit scenario heeft geen rechtstreekse invloed op de RWZI. Na de uitvoering van dit scenario zou de RWZI niet ontlast worden. Eventueel kan dit op lange termijn wel als door afkoppeling langs het tracé regenwater aangesloten kan worden naar de aanvoerleiding.

10.2.7 Vereiste installaties en kosten

Transportinfrastructuur

Voor het transporteren van het water naar de vijver zijn volgende installaties nodig:

- De installatie van een pompstation (bouwkunde + elektromechanica). Er wordt hierbij uitgegaan van een pompstation met een debiet van ca 9l/s en een overeenkomstige pompput van 10m³. De pompput moet bij falen beveiligd zijn met een overstort naar de riolering.
- De aanleg van een persleiding d110 met ophanging in het de bestaande rioleringsgewelven en aanleg in open sleuf
- Herstel van de wegenis boven de werken in open sleuf.

Corrosie

Het water van het Kempisch Dok heeft een Ryznar stabiliteitsindex (RI) van 8, alsook een Langelier Saturatie Index (LSI) van -0.34.

Dit wijst erop dat het water onverzadigd is naar calciumcarbonaat toe. Het water zal geen kalkaanslag veroorzaken, echter er zal wel sprake zijn van lichte corrosie.

Zuiveringsinfrastructuur

Het water van het Kempisch Dok bevat 3 mogelijke problemen die idealiter behandelt dienen te worden.:

- Een diffusor thv het lozingspunt in de stadsvijver. Deze dient zo ingericht te worden dat er lucht vanuit de omgeving in het aankomende water opgelost wordt.
- Een zuiveringssysteem met RO-filters om het brakke water te ontzouten aan 15m³/u. Dit houdt de bouw van een 4x8x3m gebouw in met een installatie erin. Dit gebouw kan gecombineerd worden met het ondergrondse pompstation.
- De kwestie van desinfectie is niet nodig gezien de gewenste zuiveringsgraad bereikt zal worden door de RO-filters

Kosten

- De investeringskost (CAPEX) bedraagt: 1 720 950 €
- De jaarlijkse operationele kost (OPEX) bedraagt: 49 650 €
- De jaarlijkse equivalente kost (AEC) bedraagt: 100 224 €

10.2.8 Realisatietermijn

Indien de werken beperkt kunnen worden tot het openbaar domein, moet er geen omgevingsvergunning aangevraagd worden. In dat geval is de termijn van de ontwerpstudie beperkt tot de opmaak van een (voor)ontwerp en een aanbestedingsdossier.

De stad Antwerpen, Water-Link en Agentschap Onroerend Erfgoed zijn de voornaamste betrokken partijen. De exacte ligging van het tracé en de bijhorende randvoorwaarden moeten evenwel verder onderzocht en afgetoetst worden, meer specifiek betreft het dan de inplanting van het pompstation en de zuiveringsinstallatie. Dit heeft een impact op de doorlooptijd van het voorontwerp

De ontwerpstudie t.e.m. aanbestedingsdossier wordt geraamd op 15 maanden vanaf aanstellen van het studiebureau, rekening houdend dat er met verschillende partijen moet afgestemd worden en door verschillende partijen beslissingen genomen moeten worden. Indien er toch een vergunning aangevraagd moet worden, zal deze termijn met 3 à 4 maanden toenemen ikv de opmaak van het aanvraagdossier.

Voor de aanbestedingsprocedure tot effectieve start van de werken moet een periode van 6 maanden gerekend worden.

De uitvoering zal gefaseerd moeten plaatsvinden gezien de context binnen een grootstedelijk gebied en het verkeerskundig belang van het tracé, daarom wordt de termijn geschat op ca 1 tot 1,5 jaar tot aan voorlopige oplevering.

Totale realisatietermijn (excl. vergunning): tussen 2 jaar en 9 maanden en 3 jaar en 3 maanden; tussen 3 jaar en 3 jaar en 6 maanden (indien vergunning vereist).

10.2.9 Scoring van de verschillende criteria

Tabel 12: score voor de verschillende criteria

CRITERIUM	SCORE /5	GEWICHT	GEWOGEN SCORE
Realisatietermijn (studie, procedures, uitvoering)	3	5	15
Waterkwaliteit i.f.v. mogelijkheden voor fauna en flora.	1	4	4
Kadering binnen robuust hemelwaterbeleid	0	3	0
Ruimtegebruik	3	2	6
Maatschappelijk verhaal i.f.v. de bron	1	5	5
Ontlasting RWZI	0	1	0
Kosten	2	4	8
Totaal			38

10.3 Scenario 3: Verschillende bronnen van Antwerpen-noord via spoorweg

10.3.1 Toelichting en omschrijving

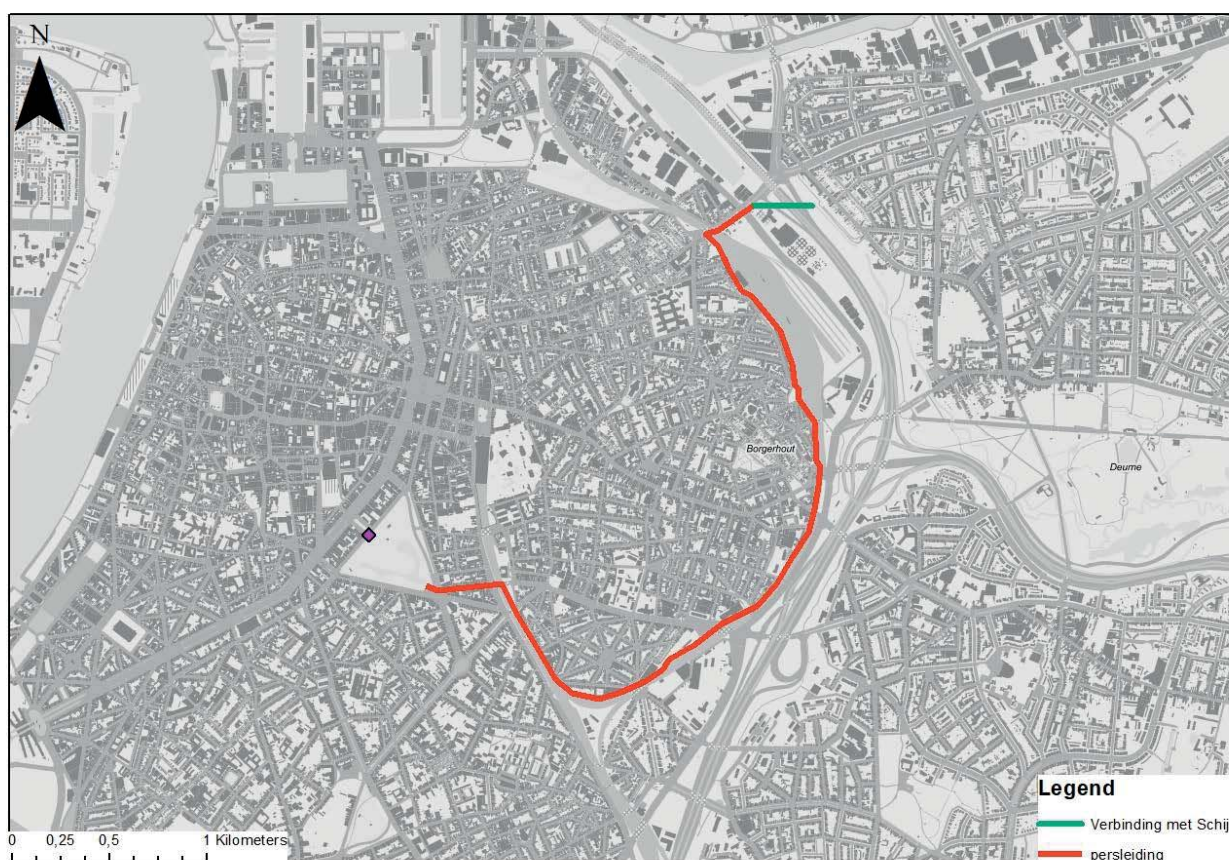
Aan Antwerpen-Noord zijn verschillende mogelijk waterbronnen aanwezig voor het opvullen van de stadsparkvijver: De rivier Het Schijn en het effluent van de RWZI Deurne.

Een pompinstallatie ter hoogte van deze bronnen zou via een persleiding een debiet kunnen aanleveren aan het stadspark. De persleiding kan hierbij verbonden worden aan het tracé van de spoorweg. De haalbaarheid om deze effectief aan het viaduct op te hangen moet evenwel afgetoetst worden met de beheerder (Infrabel), Ruimte Vlaanderen en Agentschap Onroerend Erfgoed.

Wegens verschillende obstakels langsheen het tracé is het niet mogelijk om het water gravitair tot aan het stadspark te voeren. Het installeren van een pompstation en bijhorende persleiding is bijgevolg noodzakelijk. De persleiding kan evenwel hetzelfde tracé parallel aan de spoorweg volgen.

Om het water van Het Schijn tot aan het spoorwegtracé te krijgen moet er een pompstation thv Het Schijn voorzien worden en moet er een kruising van de persleiding met de ring rond Antwerpen via een gestuurde boring gerealiseerd worden.

Ook om de groter verkeersaders zoals Turnhoutsebaan en Plantin Moretuslei te kruizen moet de kruising van de persleiding met een gestuurde boring aangelegd worden. Er wordt uitgegaan van 3 tot 4 boringen.



Figuur 31: schematische afbeelding van het traject in scenario 3.

Net als bij het tweede scenario, kan de doorvoer afgestemd worden op de noden. Indien het debiet bijvoorbeeld gecontroleerd wordt door een pomp waardoor het indien nodig ook makkelijk volledig uitgeschakeld kan worden, is dit afhankelijk van pompsterkte en frequentie. Debieten in grootteorde 10-100 m³/dag lijken hier realistisch (100 m³/dag bv. met pompdebiet van 9 l/s gedurende 13% van de tijd), meer kan eventueel ook maar dan wordt de installatie groter en kostelijker. In elk van de verschillende bronnen kan een quasi continu debiet gecreëerd worden. Op lange termijn is er een grote zekerheid van behoud van het debiet.

Bij beide bronnen zal een beperkte zuivering nodig zijn, de zuivering van de RWZI op zich is niet genoeg, in functie van de fauna en flora in de vijver en dus zal het water nog nagezuiverd moeten worden.

10.3.2 Waterkwaliteit (i.f.v mogelijkheden voor fauna en flora)

Voor beide waterbronnen vormt de aanwezige fosfor de beperkende factor voor biologische activiteit. Een factor die echter zwaarder doorweegt op de beperking van biologische activiteit is de overmatige aanwezigheid van nitriet en coliformen in beide bronnen. Deze waarden vormen een probleem naar de overleefbaarheid van gewenste fauna toe. De nitrieten zijn te behandelen door oxidatie. De coliformen kunnen behandeld worden door het toepassen van een desinfectie procedure. Het verhelpen van deze problemen vereist dan ook de nodige zuiveringsinstallatie voor de behandeling van het water.

Mits het gebruik van de nodige zuiveringsinstallaties is vermenging met zuiver water van een andere bron niet nodig, zoals bij scenario 1 en 2.

Tabel 13: samenvatting resultaten onderzoek waterkwaliteit

Nutriënten & biologie	Metalen	Pesticiden	Limnologie
Toxische hoeveelheid NO ₂ . Hoge hoeveelheid coliformen	In orde	In orde	In orde

10.3.3 Kadering binnen robuust hemelwaterbeleid

Dit scenario kadert niet in een robuust hemelwaterbeleid. Door de vijver te vullen met water van een rivier, de dokken of met effluent water is het minder volume beschikbaar in de vijver voor buffering en infiltratie. Het hemelwatersysteem wordt in zeer beperkte mate ontlast indien water van 't Schijn of effluent water (dat ook naar de rivier zal vloeien) van de hemelwaterafvoer wordt gehaald. Debieten zijn hier verwaarloosbaar ten opzichte van totale debieten. In de zin van circulaire economie kan de variant van effluent water nog wel deels als een beperkt positief effect gezien worden.

10.3.4 Ruimtegebruik

Dit scenario zal een zichtbare impact hebben op de omgeving indien de persleiding wordt aangebracht tegen het viaduct van de spoorwegen. Het openleggen van de wegenis is slechts beperkt nodig. Bij een volledige aanleg in volle grond is het openleggen van de wegenis wel nodig.

Bij de bron zal ook een pompinstallatie en zuiveringsinstallatie nodig zijn welke eventueel op de site van de RWZI kan voorzien worden. Verdere ruimtelijke ingrepen zijn eerder beperkt.

Tenslotte zal een uitstroomconstructie voorzien moeten worden aan de vijverrand met diffusor, de ruimtelijke impact hiervan is weliswaar laag.

10.3.5 Maatschappelijk verhaal

Maatschappelijk is dit geen evident verhaal omdat water over een lange afstand getransporteerd wordt. Het gebruik van gezuiverd water van de RWZI als een soort van hergebruik staat wel mooi als verhaal. Ook wordt water gebruikt dat in principe in overvloed is om de vijver te vullen i.p.v. het gebruik van drinkwater.

10.3.6 Ontlasting RWZI

Er is geen ontlasting van de RWZI omdat er geen regenwater wordt herleid dat normaal gezien naar de RWZI zou stromen. Dit geldt voor de verschillende bronnen binnen dit scenario.

10.3.7 Vereiste installaties en kosten

Transportinfrastructuur

Voor het transporteren van het water naar de vijver zijn volgende installaties nodig:

- De installatie van meerdere pompstations (bouwkunde + elektromechanica). Er wordt hierbij uitgegaan van een pompstation met een debiet van ca 9l/s en een overeenkomstige pompput van 10m3. De pompput moet bij falen beveiligd zijn met een overstort naar de riolering.
- De aanleg van een persleiding d110 parallel aan het spoorwegtracé en aanleg in een gewelf thv het stadspark. Thv het stadspark moet een klein stuk persleiding in open sleuf aangelegd worden. Op 3 à 4 plaatsen zal er een grote verkeersader gekruist moeten worden met een gestuurde boring
- Herstel van de wegenis boven de werken in open sleuf.

Zuiveringsinfrastructuur

Het water van zowel het Schijn, als het effluent van de RWZI Deurne bevatten 3 mogelijke problemen die idealiter behandelt dienen te worden:

- Een diffusor thv het lozingspunt in de stadsvijver. Deze dient zo ingericht te worden dat er lucht vanuit de omgeving in het aankomende water opgelost wordt. Dit zal ook het verschijnsel van de onvolledige nitrificatie helpen oplossen m.b.v. de biologie in de vijver zelf.
- UV-ontsmetting ikv desinfectie van het water.

Kosten

- Scenario effluentwater van RWZI
 - De investeringskost (CAPEX) bedraagt: 3 793 400 €
 - De jaarlijkse operationele kost (OPEX) bedraagt: 26 140 €
 - De jaarlijkse equivalente kost (AEC) bedraagt: 138 903 €
- Scenario water van Het Schijn
 - De investeringskost (CAPEX) bedraagt: 4 355 700 €
 - De jaarlijkse operationele kost (OPEX) bedraagt: 29 640 €
 - De jaarlijkse equivalente kost (AEC) bedraagt: 160 071 €

10.3.8 Realisatietermijn

De werken zijn niet beperkt tot het openbaar domein en zullen zich voor een groot deel bevinden binnen het gabarit van de spoorweg. Verder zal in een scenariostudie, de effectieve ligging van leiding van dit tracé moeten onderzocht worden om de meest haalbare ligging te selecteren. Uitgebreid overleg met betrokken stakeholders zal hiervoor nodig zijn.

Gezien de ligging zullen de nodige vergunningen moeten aangevraagd worden. Bovendien heeft een deel van het spoorwegtracé, met name het treinviaduct, een erfgoedwaarde waarmee rekening zal gehouden moeten worden.

Daarom zal de termijn van de ontwerpstudie langer zijn aangezien er uitgebreide scenariostudie en een vergunningsdossier moet opgemaakt worden en aangezien de mogelijkheden met betrekking tot de ligging langs het spoorwegtracé met de betrokken stakeholders zal moeten onderzocht worden. De stad Antwerpen, Water-Link, Agentschap Onroerend Erfgoed en Infrabel zijn hierbij de voornaamste betrokken partijen.

De scenariostudie en ontwerpstudie t.e.m. aanbestedingsdossier (inclusief vergunningendossier) wordt geraamd op 24 maanden vanaf aanstellen van het studiebureau, rekening houdend dat er met verschillende partijen moet afgestemd worden en door verschillende partijen beslissingen genomen moeten worden.

Voor de aanbestedingsprocedure tot effectieve start van de werken moet een periode van 6 maanden gerekend worden.

De uitvoering zal gefaseerd moeten plaatsvinden gezien de context binnen een grootstedelijk gebied en het verkeerskundig belang van het tracé, daarom wordt de termijn geschat op ca 1,5 jaar tot aan voorlopige oplevering.

Totale realisatietermijn 4 jaar.

10.3.9 Scoring van de verschillende criteria

Tabel 14: score voor de verschillende criteria

CRITERIUM	SCORE /5	GEWICHT	GEWOGEN SCORE
Realisatietermijn (studie, procedures, uitvoering)	2	5	10
Waterkwaliteit i.f.v. mogelijkheden voor fauna en flora.	3	4	12
Kadering binnen robuust hemelwaterbeleid	0	3	0
Ruimtegebruik	2	2	4
Maatschappelijk verhaal i.f.v. de bron	4	5	20
Ontlasting RWZI	0	1	0
Kosten	1	4	4
Totaal			50

10.4 Scenario 4: Gebruiken van de Ruien als hemelwaterput

10.4.1 Toelichting en omschrijving

Bij het gebruik van de ruien als hemelwaterput, werden twee opties voorgesteld door Water-Link: het gebruiken van de ruien zelf als hemelwaterput of de installatie van een groot reservoir voor hemelwater in de ruien. Uitvoeringstechnisch is dit niet evident, eventueel kan een deel van de ruien door middel van betonnen wanden of schildmuren geïsoleerd worden om dienst te doen als hemelwaterput.

Naast de complexe ontwikkeling van de hemelwaterput(ten) in de ruien, zijn een pompstation en een persleiding nodig voor het transport van het water. Deze zouden het regenwater dat opgevangen wordt in de regenwaterput transporteren naar de vijver. De persleiding zal de Leien bovendien moeten kruisen door middel van een gestuurde boring.

Daarnaast zal de aanvoer van water grotendeels afhangen van het ontwerp van de hemelwaterput en van welk regenwater erop aangesloten wordt. Een grotere hemelwaterput zal de kans op een variatie in het aangevoerde debiet verkleinen. Tijdens langere droge perioden kan de bevoorrading stilvallen, dit is net in perioden waarop het water in de vijver het meeste nodig is. De aanvoerdebieten die gerealiseerd kunnen worden zijn gelijkaardig aan de twee voorgaande scenario's maar hangen in grote mate af van de grootte van de hemelwaterput en van de aangesloten afwaterende oppervlakte.

Het ontwerp van de hemelwaterput zal ook moeten afgesteld worden op de aanwezige overstorten in de ruien. Hierbij zijn twee opties mogelijk. Er kan mogelijk nog overstortwerking op de hemelwaterput uitkomen, dit betekent dat er bij hevige neerslag gemengd water terecht komt in de hemelwaterput. Het zal dan noodzakelijk zijn om een klein rietveld te voorzien aan de uitstroom om geurhinder te voorkomen. De andere optie is het afzonderen van de hemelwaterput, dit zal echter een hogere kostprijs met zich meebrengen en moeilijker zijn qua uitvoering. Ook dient er dan rekening gehouden te worden met het buffervolume binnen de ruien dat na de aanleg van de hemelwaterput nog overblijft als overstort.

Gezien de ligging van ruien ter hoogte van de Leien zal de realisatie van deze werken allesbehalve evident zijn. De leien vormen één van de belangrijkste verkeersassen in het centrum van Antwerpen en de kosten voor het beperken van de hinder zullen dan ook hoog oplopen.



Figuur 32: schematische voorstelling van scenario 4. De lengte van de hemelwaterput dient enkel als richtlijn.

10.4.2 Waterkwaliteit (i.f.v mogelijkheden voor fauna en flora)

Aangezien we hier te maken hebben met regenwater zijn er geen eenduidige conclusies te trekken over de waterkwaliteit omdat die van verschillende factoren afhankelijk is. Er zal verontreiniging aanwezig zijn afkomstig van het afstromend hemelwater over de straten en daken en er is het risico dat het water vervuild kan zijn door koolwaterstoffen (benzine, diesel). Bij overstortwerking van de gemengde riolering, zal de first flush door de gemengde riolering de grootste vuilgraad in deze riolering wegspoelen, het overstortwater zal zeer verdund afvalwater zijn met een verontreiniging met nutriënten.

Om dit alles te voorkomen is het aangewezen om een KWS-afscheider te voorzien en een klein rietveld thv de uitstroom om de eventuele vervuiling met nutriënten te behandelen en geurhinder te vermijden.

10.4.3 Kadering binnen robuust hemelwaterbeleid

Het regenwater dat zal afgevoerd worden naar de vijver is afkomstig van verharde oppervlaktes in de stad. Hierbij fungeert de vijver dus als een infiltratie bekken voor regenwater. Deze visie past bijgevolg grotendeels in het hemelwaterplan van de stad Antwerpen. Een opmerking die wel gemaakt dient te worden is dat binnen dit scenario het regenwater niet afkomstig is van de streek die oorspronkelijk werd beoogd voor de afwatering naar het park. Dit zorgt ervoor dat bepaalde gebieden in de nabijheid van het stadspark hun buffermogelijkheid verliezen.

10.4.4 Ruimtegebruik

Deze ingreep zal geen groot effect hebben op de openbare ruimte omdat een reeds bestaande ondergrondse constructie wordt gebruikt als hemelwaterput.

Er moet wel ondergrondse ruimte voorzien te worden voor een pompinstallatie. Ook moet er een verbinding naar de vijver gemaakt worden waardoor de rijweg plaatselijk opgebroken zal moeten worden.

Tenslotte zal een uitstroomconstructie en een rietveld voorzien moeten worden aan de vijverrand met diffusor, de ruimtelijke impact hiervan is weliswaar laag.

10.4.5 Maatschappelijk verhaal

Doordat dit deels aansluit bij het hemelwaterplan waarbij regenwater wordt opgevangen en gebufferd, heeft dit scenario een zekere kracht qua maatschappelijk verhaal. Het regenwater als bron voor buffering kan gezien worden als een goede zaak. Het is echter zo dat actuele wateroverlastproblemen zich voornamelijk voordoen in wijken dicht bij de stadsparkvijver en dat nabij de ruïen zelf nauwelijks problemen opduiken. Het kan dan ook nogal vreemd overkomen om dergelijke investeringen te maken om water op die manier te bufferen.

Ook bevat de ruïen momenteel afvalwater overstorten. Deze functie zou belemmerd worden als er een groot deel van het totale volume wordt gebruikt voor de opslag van regenwater. Het mengen van water uit de gemengde riolering en het regenwater zou geen optie meer zijn aangezien er geen afvalwater ongezuiverd in de vijver mag terechtkomen.

10.4.6 Ontlasting RWZI

De RWZI wordt gedeeltelijk ontlast aangezien een klein deel van het regenwater niet meer op het gemengde rioleringssysteem zou terechtkomen. De hergebruikte debieten zijn echter verwaarloosbaar ten opzichte van het totale debiet dat naar de RWZI stroomt (<1%) en bovendien hebben de ruïen een overstortmogelijkheid naar de Schelde waardoor zeker niet al het regenwater naar de RWZI vervoerd wordt.

10.4.7 Vereiste installaties en kosten

Het scenario voor de hemelwatertank binnen de ruïen is in scenario studie bijzonder moeilijk te ramen. Omwille van grote onzekerheid omtrent de uitgebreidheid en grootte van de vereiste werken. Daarom zijn er voor dit scenario grotere onzekerheden toegepast.

Transportinfrastructuur

Voor het transporteren van het water naar de vijver zijn volgende installaties nodig:

- De installatie van een pompstation (bouwkunde + elektromechanica). Er wordt hierbij uitgegaan van een pompstation met een debiet van ca 9l/s en een overeenkomstige pompput van 10m³. De pompput moet bij falen beveiligd zijn met een overstort naar de riolering.
- De bouw van een hemelwatertank met metselwerk en beton in de ruïen.
- De aanleg van een persleiding d110 in open sleuf en met een gestuurde boring
- Herstel van de wegenis boven de werken in open sleuf.

Zuiveringsinfrastructuur

Buiten het voorzien van een diffusor thv het lozingspunt zijn er verder geen behandelingen nodig.

- Een diffusor thv het lozingspunt in de stadsvijver. Deze dient zo ingericht te worden dat er lucht vanuit de omgeving in het aankomende water opgelost wordt.
- De aanleg van een klein rietveld ter behandeling van de mogelijke nutriënten in het water.
- De aanleg van een KWS-afscheider en calamiteitschuiф.

Kosten

- De investeringskost (CAPEX) bedraagt: 2 292 900 €

- De jaarlijkse operationele kost (OPEX) bedraagt: 13 100 €
- De jaarlijkse equivalente kost (AEC) bedraagt: 43 260 €

10.4.8 Realisatietermijn

Naast het begroten van de investeringskost is het begroten van de realisatietermijn zeer moeilijk in te schatten. De werken zullen gefaseerd moeten uitgevoerd worden waarbij er tal van minder hinder maatregelen voorzien moeten worden. Om tot een werkbaar fasering te komen zullen er tal van afspraken gemaakt moeten worden met verschillende betrokken partijen (AWV, Stad Antwerpen, De Lijn). Naast deze partijen zijn Water-Link en Agentschap Onroerend Erfgoed ook betrokken partijen.

Om deze reden zal de termijn van de ontwerpstudie langer zijn aangezien de mogelijkheden voor de inrichting van de hemelwaterput, de fasering van de werken en de minder hinder maatregelen tot hoog detailniveau zullen doorsproken moeten worden met de betrokken stakeholders. De scenario's zullen ook voorgelegd moeten worden aan impactmanagement en er zullen afspraken gemaakt moeten worden omtrent het moment en de doorlooptijd van de uitvoering.

De ontwerpstudie t.e.m. aanbestedingsdossier (inclusief vergunningendossier) wordt geraamd op 24 maanden vanaf aanstellen van het studiebureau, rekening houdend dat er met verschillende partijen moet afgestemd worden en door verschillende partijen beslissingen genomen moeten worden.

Voor de aanbestedingsprocedure tot effectieve start van de werken moet een periode van 6 maanden gerekend worden.

De uitvoering zal gefaseerd moeten plaatsvinden gezien de context binnen een grootstedelijk gebied en het verkeerskundig belang van het tracé, daarom wordt de termijn geschat op ca 1 jaar tot aan voorlopige oplevering.

Totale realisatietermijn 3,5 jaar

Ook hierbij moet opgemerkt worden dat er grote onzekerheid is omtrent deze realisatietermijn gezien het groot aantal betrokken partijen en de verschillende belangen van elke partij.

10.4.9 Scoring van de verschillende criteria

Tabel 15: score voor de verschillende criteria

CRITERIUM	SCORE /5	GEWICHT	GEWOGEN SCORE
Realisatietermijn (studie, procedures, uitvoering)	2	5	10
Waterkwaliteit i.f.v. mogelijkheden voor fauna en flora.	3	4	12
Kadering binnen robuust hemelwaterbeleid	4	3	12
Ruimtegebruik	3	2	6
Maatschappelijk verhaal i.f.v. de bron	4	5	20
Ontlasting RWZI	1	1	1
Kosten	2	4	8
Totaal			69

10.5 Scenario 5: Aanpassing van de riolering in de omgeving van het park

10.5.1 Toelichting en omschrijving

Het afkoppelen van de straten in de omgeving van het stadspark is het scenario waarbij de afstand tussen de bron van het water en de vijver het kleinst is. De werken zijn echter wel ingrijpender omdat hiervoor een nieuw regenwater-rioleringsstelsel aangelegd dient te worden.

Er zijn twee manieren om dit verder uit te werken:

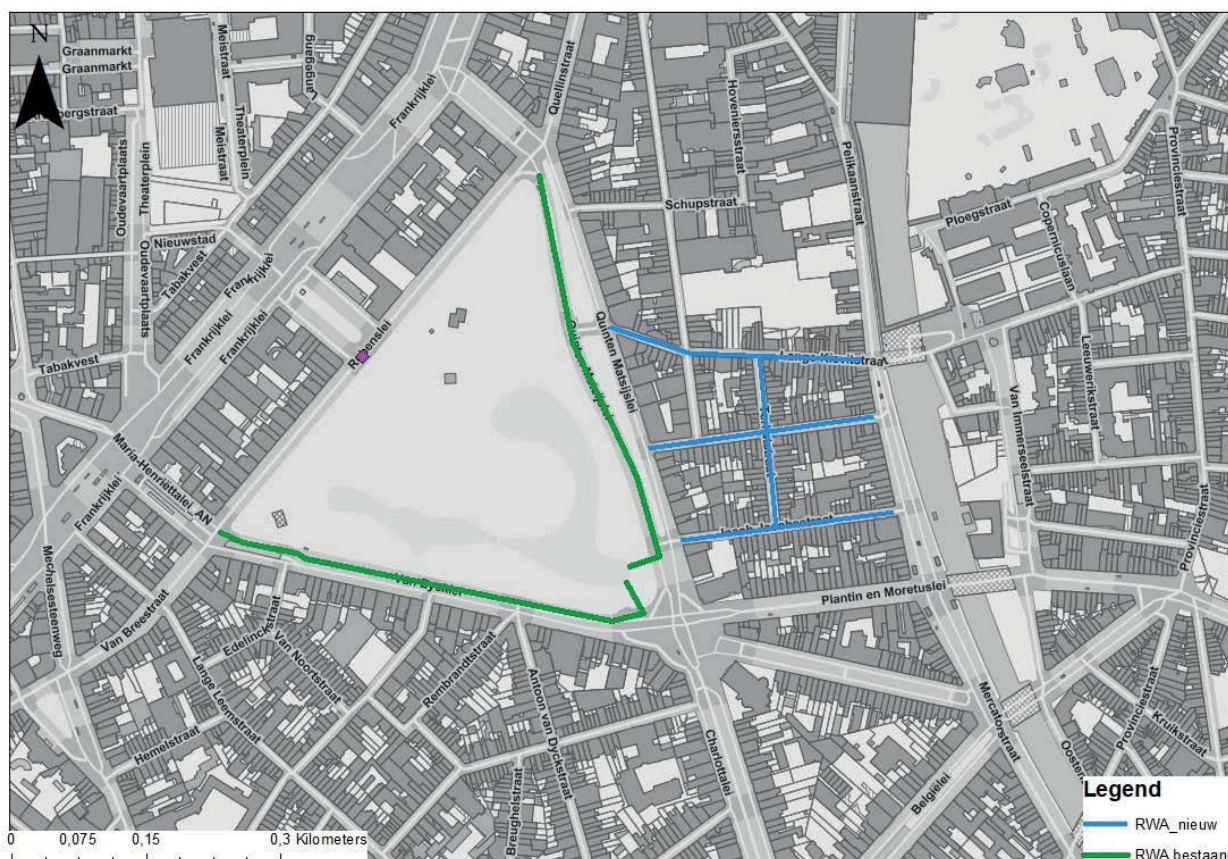
- Afvoer van alle regenwater naar de stadsparkvijver. In dit geval worden regenwaterleidingen rechtstreeks aangesloten naar de stadsparkvijver. Hierdoor is (gespreid over het jaar) een min of meer zeker debiet naar de vijver te krijgen, zij het met periodieke fluctuaties. Een belangrijk nadeel is dat ook vervuild water (oliën, strooizout, verkeerde aansluitingen DWA, bewoners die iets in de RWA-riool gieten, bluswater, ...) rechtstreeks naar de vijver gevoerd wordt. Een KWS-afscheider is hierbij aangewezen.
- Afvoer van quasi zuiver regenwater na wegstromen first flush. Dit kan gerealiseerd worden door een aansluiting met beperkt doorvoer en terugslagklep naar de gemengde riolering te maken waarbij tijdens het grootste deel van de tijd (ook bij niet-extreme regenval) het water vertraagd afgevoerd kan worden naar het gemengde stelsel. Er treedt een buffering op in de nieuwe RWA-riolering en door de vertraagde doorvoer wordt het gemengde stelsel ontlast. Pas bij hevige buien (te bepalen door modellering en in functie van de aangesloten oppervlakte, bv. T1, f7, f10) zal de vertraagde doorvoer niet volstaan en zal regenwater overstorten naar de vijver. Aangezien mogelijke vervuiling dan al is weggespoeld met de zogenaamde 'first flush' is het risico op verontreiniging van de vijver aanzienlijk kleiner. Een belangrijk nadeel is dat de waterafvoer afhankelijk is van hevige buien en dus minder voorspelbaar, kleiner en minder regelmatig is. Naarmate meer verharde oppervlakte wordt aangesloten, wordt dit een voordeliger scenario omdat het afknippen van een bepaald debiet sneller tot overstort van quasi-zuiver regenwater zal leiden. Bovendien kan de ontlasting van het gemengde stelsel dan ook gemaximaliseerd worden.

Ook kan er in beide scenario's een calamiteiten-afsluiter voorzien worden om in geval van calamiteiten, het stelsel af te sluiten zodat de calamiteit geïsoleerd wordt en niet in de vijver terecht komt.

In het hydraulisch model van Antwerpen is te zien dat de meeste wateroverlast zich in de bestaande toestand situeert in de Lange Kievitsstraat, Van Lierusstraat, Jacob Jacobsstraat en de Terlisstraat. De afkoppeling van deze wijk zou als prioriteit genomen kunnen worden. Op lange termijn kan de afkoppeling geleidelijk aan uitgebreid worden en kan de stadsparkvijver zijn rol als bufferfunctie voor hevige regenbuien steeds meer opnemen. Door de vijver zo in te richten dat er voldoende infiltratie- en buffervolume is maar ook met een noodoverloop, kan deze rol op een optimale manier ingevuld worden.

Om dit uit te werken zijn klassieke rioleringen nodig. Gezien de topografie van de omgeving rond het stadspark, kan normaal gezien alles uitgevoerd worden met gravitaire riolering.

In de onderstaande afbeelding en bij het ramen van dit scenario worden de straten beschouwd ten oosten van het park die op (relatief) korte termijn kunnen aangepast worden. Op lange termijn zou het echter mogelijk zijn om een grotere oppervlakte aan te sluiten op de stadsparkvijver.



Figuur 33: Schematische voorstelling van het tracé in scenario 5.

10.5.2 Waterkwaliteit (i.f.v mogelijkheden voor fauna en flora)

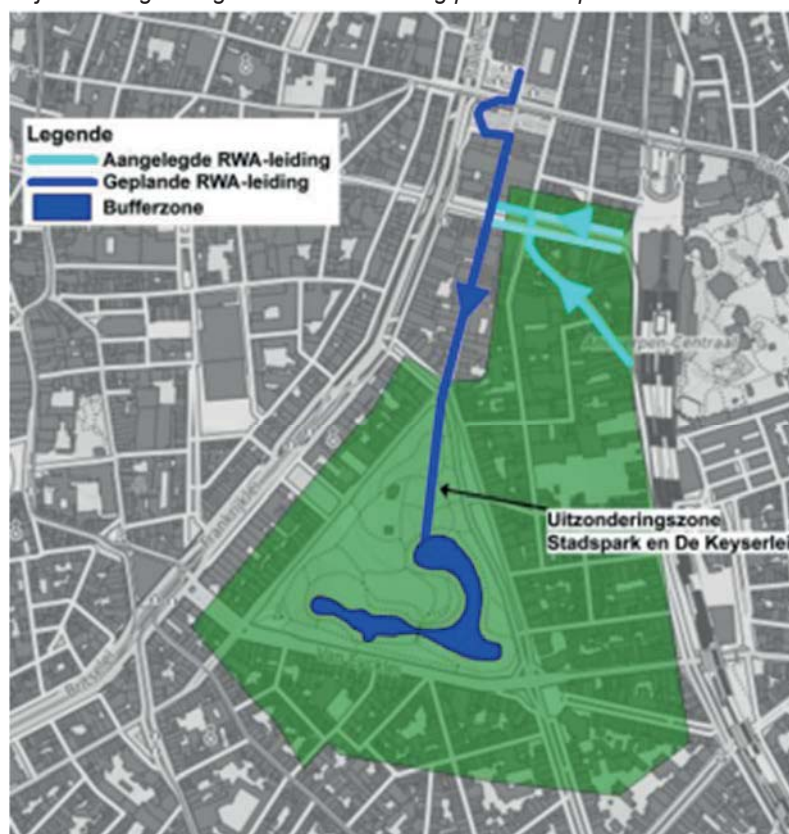
Aangezien we hier te maken hebben met regenwater zijn er geen eenduidige conclusies te trekken over de waterkwaliteit omdat die van verschillende factoren afhankelijk is. Er zal vooral rekening gehouden moeten worden met de 'first flush', waarbij er veel vuil wordt vervoerd door het regenwater omdat er een lange tijd droogte is geweest. Een manier om deze effecten te voorkomen is de installatie van een knijpopening, zoals werd gebruikt in het project aan de Charlottalei (sectie 3.4) en/of het voorzien van een KWS-afscheider en eventueel een calamiteitenschuif.

10.5.3 Kadering binnen robuust hemelwaterbeleid

Dit scenario past volledig binnen de visie van het hemelwaterplan voor Antwerpen. De straten rondom het stadspark bevindt zich namelijk in een zone (figuur 26) waar het doel is om een gescheiden stelsel aan te leggen dat afwatert naar een buffer (in dit geval de vijver).



Figuur 34: Felblauwe zones: optimaal gescheiden rioleringssysteem; Lichtblauwe zones: gescheiden systeem met primaire aansluiting op een buffer zoals een parkvijver of grote waterpartij; Turquoise zone: pragmatisch gescheiden stelsel op basis van projectniveau; Lichtgroene zones: optimaal gemengde afvoer met infiltratie van alle neerslag; Gele zones: optimaal gemengde afvoer met voldoende buffering om een belangrijk deel van de neerslag lokaal te infiltreren; Oranje zones: gemengde afvoer met weinig potentieel op het vlak van infiltratie



Figuur 35: Plannen voor de zone van het stadspark in het hemelwaterplan. De groene zone omvat een oppervlakte van om en beide 53 ha (de vijver zelf niet meegerekend).

10.5.4 Ruimtegebruik

Er zal tijdelijke hinder zijn ten gevolge van de rioleringswerken. De werken zullen dan ook, afhankelijk van de oppervlakte die herleid wordt naar de vijver, grootschalig zijn en langdurig zijn. Na het afronden van de werken zal de impact beperkt zijn omdat er minimale zuivering nodig is en omdat het water gravitair afwatert; een pompstation is dus niet nodig.

Tenslotte zal een uitstroomconstructie voorzien moeten worden aan de vijverrand met diffusor, de ruimtelijke impact hiervan is weliswaar laag.

10.5.5 Maatschappelijk verhaal

Indien dit scenario zo uitgewerkt wordt dat vervuiling van de vijver vermeden kan worden maar tegelijk wateroverlast in de regio beperkt wordt, kan dit een mooi verhaal worden. Er wordt namelijk water verplaatst van een gebied waar het in overvloed is naar een gebied waar het tekort is.

Dit project zendt ook een signaal naar de inwoners van Antwerpen dat er acties worden ondernomen om de grondwaterproblematiek in de stad aan te pakken en om de stad weerbaarder te maken voor de klimaatveranderingen.

10.5.6 Ontlasting RWZI

Bij dit scenario wordt het RWZI gedeeltelijk ontlast aangezien het regenwater dat normaal gezien terecht komt op het gemengde systeem wordt vervoerd naar de stadsvijver om te infiltreren. De debieten zijn in eerste instantie relatief zeer beperkt maar mits afkoppeling van grote gebieden verharde oppervlakte, kan dit op termijn wel een noemenswaardige ontlasting worden.

10.5.7 Vereiste installaties en kosten

Transportinfrastructuur

Voor het transporteren van het water naar de vijver zijn volgende installaties nodig:

- De aanleg van RWA-riolering inclusief het aansluiten van straatkolken en woningen (RWA-huisaansluitingen) in verschillende straten
- De aanleg van een KWS-afscheider inclusief een calamiteiten-schuif
- Herstel van de wegenis boven de werken in open sleuf.

Zuiveringsinfrastructuur

Buiten het voorzien van een diffusor ter hoogte van het lozingspunt zijn er verder geen behandelingen nodig.

- Een diffusor ter hoogte van het lozingspunt in de stadsvijver. Deze dient zo ingericht te worden dat er lucht vanuit de omgeving in het aankomende water opgelost wordt. Dit zal ook het verschijnsel van de onvolledige nitrificatie helpen oplossen met behulp van de biologie in de vijver zelf.

Kosten

Enkel de kosten voor de afkoppeling van de Lange Kievitsstraat, Van Lerijsstraat, Jacob Jacobsstraat en de Terlisstraat zijn in rekening gebracht.

- De investeringskost (CAPEX) bedraagt: 2 046 500 €
- De jaarlijkse operationele kost (OPEX) bedraagt: 6 000 €

- De jaarlijkse equivalente kost (AEC) bedraagt: 40 792 €

10.5.8 Realisatietermijn

De werken zijn beperkt tot het openbaar domein, daarom moet er geen omgevingsvergunning aangevraagd worden. In dat geval is de termijn van de ontwerpstudie beperkt tot de opmaak van een (voor)ontwerp en een aanbestedingsdossier.

De stad Antwerpen, Water-Link en Agentschap Onroerend Erfgoed zijn de voornaamste betrokken partijen. Het project en de randvoorwaarden zijn reeds deels gekend maar moeten nog verder tijdens het ontwerp afgetoetst worden. Dit heeft echter geen significante impact op de doorlooptermijn van de ontwerpstudie.

De ontwerpstudie t.e.m. aanbestedingsdossier wordt geraamd op 9 maanden vanaf aanstellen van het studiebureau, rekening houdend dat er met verschillende partijen moet afgestemd worden en door verschillende partijen beslissingen genomen moeten worden. Indien er toch een vergunning aangevraagd moet worden (bv. in het kader van een bemaling klasse 2), zal deze termijn met 3 à 4 maanden toenemen.

Voor de aanbestedingsprocedure tot effectieve start van de werken moet een periode van 6 maanden gerekend worden.

De uitvoeringstermijn is beperkt gezien de beperkte lengte van het tracé. De termijn wordt geschat op ca 1 jaar tot aan voorlopige oplevering.

Totale realisatietermijn (excl. vergunning): 2 jaar en 3 maanden, 2 jaar en 6 maanden (indien vergunning vereist).

10.5.9 Scoring van de verschillende criteria

Tabel 16: score voor de verschillende criteria

CRITERIUM	SCORE /5	GEWICHT	GEWOGEN SCORE
Realisatietermijn (studie, procedures, uitvoering)	3	5	15
Waterkwaliteit i.f.v. mogelijkheden voor fauna en flora.	3	4	12
Kadering binnen robuust hemelwaterbeleid	5	3	15
Ruimtegebruik	2	2	4
Maatschappelijk verhaal i.f.v. de bron	5	5	25
Ontlasting RWZI	5	1	5
Kosten	2	4	8
Totaal			84

10.6 Scenario 6: Eenmalige vulling met water (leidingwater, Albertkanaal, Effluent)

10.6.1 Toelichting en omschrijving

Het laatste scenario betreft het éénmalig vullen van de vijver. Het water kan afkomstig zijn van verschillende bronnen in de buurt van de vijver of iets verder weg. Het betreft specifiek het vullen van de vijver met leidingwater of het met vrachtwagens transporteren van effluentwater van één van de nabije RWZI's of van kanaalwater (Albertkanaal) naar de vijver.

Dit scenario heeft enkel zin wanneer de bodem van de vijver ondoorlatend gemaakt wordt. De verdamping van water kan gecompenseerd worden door de aanvoer van regenwater uit de omgeving van het park. Hiervoor hoeven geen rioleringswerken uitgevoerd te worden aangezien er momenteel al 3 ha verharde oppervlakte is aangesloten op de vijver. Qua opvulling is dit scenario vergelijkbaar met de afdichting van de vijver zonder constant debiet (9.1.3.2). Het verschil is echter dat de vijver meteen opgevuld is, wanneer er enkel afdichting gebeurd zou het langer dan een jaar duren voor het waterpeil tot niveau 1 reikt.

De 3 ha bestaande aansluiting volstaat dus om het peil van de vijver het grootste deel van de tijd rond of boven niveau 1 te houden.

Zoals voorgesteld en besproken in hoofdstuk 9 zal de afdichting van de vijver reiken tot een hoogte van 2,7 m TAW. Het is ook wenselijk om de vijver minstens tot dit niveau te vullen. Dit komt overeen met een volume van 26 000 m³ dat aangevoerd zal moeten worden.

Ook dient er rekening gehouden worden met de kwaliteit van het aangevoerde water. Voor verschillende mogelijke bronnen (het schijn, de dokken...) werd de kwaliteit en benodigde behandeling reeds beschreven bij de vorige scenario's. Op dit vlak is leidingwater de meest gewenste bron omdat er geen zuivering nodig is. Dit drukt zowel de kost als de ruimtelijke impact van het project.

10.6.2 Waterkwaliteit

De waterkwaliteit van het effluentwater werd reeds besproken; de kwaliteit van het water van het Albertkanaal is niet onderzocht maar er wordt verondersteld dat dit voldoet aan de vereiste kwaliteit. Evenwel is het aangeraden om dit even te onderzoeken in geval dit scenario gekozen wordt. Het effluentwater bevat een kleine verontreiniging maar dit stelt geen probleem voor een eenmalige vulling van de vijver. De meest voor de hand liggende bron op vlak van waterkwaliteit is leidingwater, hierbij is geen bijkomende behandeling nodig.

10.6.3 Kadering binnen robuust hemelwaterbeleid

In de strikte zin past het scenario niet binnen een robuust hemelwaterbeleid omdat er geen intentie is om het water in de omgeving van het park te bufferen in de vijver. Ook wordt de infiltratiecapaciteit van het gebied niet positief beïnvloed binnen dit scenario.

Anderzijds blijft de functie van de vijver als bufferbekken wel voor een deel intact. Er zal nog altijd een volume van 26 000 m³ (tussen niveau 1 en 3) beschikbaar blijven voor het bufferen van regenwater indien op langere termijn wordt besloten om een grotere oppervlakte aan te sluiten op de vijver.

10.6.4 Ruimtegebruik

De ruimtelijke impact van dit scenario is minimaal aangezien het gaat om een eenmalige handeling. Er zullen dus geen blijvende structuren voorzien moeten worden voor de aanvoer van water naar de vijver.

De impact van het transport zelf hangt samen met de gekozen transportmodus. Indien het water wordt aangevoerd met behulp van vrachtwagens zal de impact groter zijn dan wanneer het mogelijk is om een tijdelijke leiding in te zetten. Voor het transport van een dergelijk volume zullen tussen 900 en 1000 transporten uitgevoerd moeten worden.

10.6.5 Maatschappelijk verhaal

Afhankelijk van de gekozen bron scoort dit verhaal maatschappelijk minder goed tot slecht. Een vulling met leidingwater valt moeilijk te rijmen met de algemene maatschappelijke visie en berichtgeving over de kostbaarheid van ons drinkwater. Een zwembad vullen is bijvoorbeeld bij een hittegolf verboden. Transport van effluentwater of kanaalwater per vrachtwagen houdt in dat er ca 900 à 1000 transporten moeten georganiseerd worden doorheen de stad en langs verkeersaders waar er bijna dagelijks files staan. Het is ook geen duurzaam verhaal gezien het brandstofverbruik, de luchtvervuiling en de verkeersimpact die deze oplossing met zich meebrengt.

Anderzijds kan er ook een mooi maatschappelijk participatieverhaal van gemaakt worden die een brede bevolkingsgroep aanspreekt om hemelwater te beginnen sparen in tonnen en dit met z'n allen tijdens een event naar de stadsvijver te brengen.

10.6.6 Ontlasting RWZI

Er is geen ontlasting van de RWZI omdat er geen regenwater wordt herleid dat normaal gezien naar de RWZI zou stromen.

10.6.7 Kosten

Omdat dit scenario een eenmalige investering betreft (de kost voor de inrichting van de vijver wordt niet in beschouwing genomen), wordt er enkel een investeringskost berekend.

Afhankelijk van de waterbron wordt de kostprijs geschat op 30.000 € (voor een vulling met kraantjeswater aan het huidige gangbare watertarief voor de stad Antwerpen + administratieve en organisatorische kosten) tot 321.250 € (voor een vulling met water opgepompt uit het Albertkanaal en getransporteerd met vrachtwagens).

10.6.8 Realisatietermijn

Dit project is op zeer korte termijn realiseerbaar, de vulling van de vijver is namelijk een kwestie van enkele weken. Echter om de vijver te vullen en gevuld te houden moet men rekening houden met de termijn om de vijver ondoorlatend te maken. Deze termijn (studie en realisatie) wordt geschat op 1 jaar en 9 maanden. De totale termijn wordt hierdoor geschat op 1 jaar en 10 maanden.

10.6.9 Scoring van de verschillende criteria

Tabel 17: score voor de verschillende criteria

CRITERIUM	SCORE /5	GEWICHT	GEWOGEN SCORE
Realisatietermijn (studie, procedures, uitvoering)	4	5	20
Waterkwaliteit i.f.v. mogelijkheden voor fauna en flora.	5	4	20
Kadering binnen robuust hemelwaterbeleid	0	3	0
Ruimtegebruik	3	2	6
Maatschappelijk verhaal i.f.v. de bron	0	5	0
Ontlasting RWZI	0	1	0
Kosten	5	4	20
Totaal			66

11 CONCLUSIE

Er werden in deze nota 2 onderzoeksvragen onderzocht, namelijk:

1. Op welke wijze kan de stadsparkvijver ingericht worden waarbij enerzijds een historisch karakter met een waterspiegel kwalitatief hersteld wordt en waarbij anderzijds de parkvijver op vlak van infiltratie en buffering een functie vervult binnen het beleid omtrent klimaatrobuust hemelwaterbeleid?
2. Op welke wijze kan er hemel-, oppervlakte- en of grondwater van voldoende kwaliteit naar de stadsparkvijver gebracht worden om deze te voeden, hoe passen deze scenario's in een ruimere visie m.b.t. hemelwaterbeheer en hoe verhouden deze mogelijkheden zich t.o.v. elkaar op vlak van duurzaamheid, kosten en realisatie-termijn?

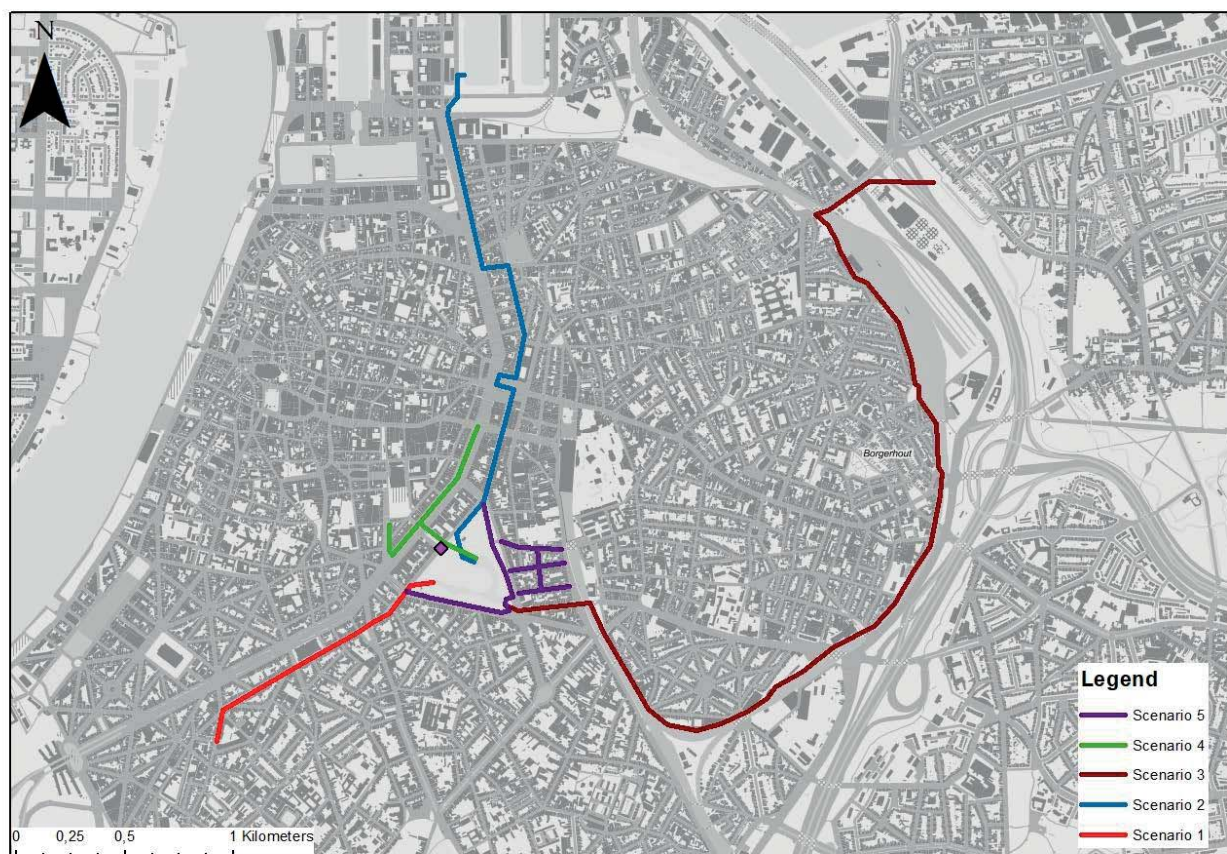
11.1 Conclusies onderzoeksvraag 1

- De bodem en de taluds van de vijver hebben een grote gemiddelde infiltratiecapaciteit aan de oppervlakte; op grotere dieptes wordt de doorlatendheid lager.
- Om **op korte termijn een permanente waterspiegel** te realiseren is het absoluut noodzakelijk de vijver af te dichten door middel van een waterdichte laag (bv. met behulp van kleibentonietmatten). Er is voorgesteld deze **afdichting** te voorzien tot een niveau van 2,7 m TAW (niveau 1).
- Bij een aangesloten constant debiet, zal het toegevoerde water **voor 90% terug naar het grondwatersysteem** gaan. Het peil van de vijver zal nooit onder het gewenste waterpeil (niveau 1) zakken.
- In geval van een **niet-doorlatende bodem**, in combinatie met enkel de huidige aangesloten oppervlaktes, zal de vijver (na vulling) ongeveer de helft van de tijd iets onder niveau 1 zakken en ongeveer de helft erboven staan. Een volledige droogvalling of volledige vulling is dan niet te verwachten.
- De vijver kan bij afdichting als hemelwaterbuffer dienst te doen waarbij er een **potentieel** is om in de toekomst **40 tot 70 ha verharde oppervlakte** op de vijver **aan te sluiten**.
- Er wordt voorgesteld om de vijver als volgt in te richten:
 - Een ondoorlatende bodem en wanden van de vijver tot aan **ca 2,7 m TAW = niveau 1**; om de bodem onderdoorlatend te maken wordt de plaatsing van een ondoorlatende laag met kleibentonietmatten voorgesteld.
 - Een vertraagde doorvoer via een knijpopening met BOK op **ca 3,5 m TAW = niveau 2**.
 - Een overstort ter beveiliging voor extreem zware neerslag op **ca 4,0 m TAW = niveau 3**.
 - De **investeringskost** van deze inrichting is geraamd op 484.750 €
 - De realisatietermijn is geschat op 1 jaar en 9 maanden (studie, vergunningen en uitvoering).

11.2 Onderzoeksvraag 2

Er werden, voor de vulling van de stadsparkvijver, 6 scenario's bestudeerd en op basis van verschillende criteria afgewogen. Hieronder wordt kort aangehaald wat de voornaamste voor- en nadelen zijn bij elk scenario. Vervolgens wordt het eindresultaat van de beoordeling getoond en kort besproken.

De verschillende scenario's zijn weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 36: Overzicht onderzochte scenario's

11.2.1 Scenario 1: Bemaling den Bell

Binnen het eerste scenario wordt voorzien om het grondwater, afkomstig van de bemaling voor het drooghouden van de ondergrondse parking van Den Bell (of het Sint-Vincentius ziekenhuis), te gebruiken voor het blijvend vullen van de Stadspark vijver. Er zijn verschillende positieve aspecten aan dit scenario. Ten eerste bevinden beide bronnen zich op een korte afstand van het stadspark. Hierdoor blijft de ruimtelijke impact van de werken zelf beperkt en is de uitvoeringstermijn kort ten opzichte van andere scenario's. Ten tweede zijn de bronnen op korte termijn onuitputtelijk, ze leveren een constant debiet aan.

Anderzijds dient er wel rekening gehouden te worden met de nodige zuivering van het water. De concentratie mangaan is namelijk net te hoog voor rechtstreeks gebruik als vijverwater. Ook past dit scenario niet binnen het hemelwaterbeleid van de stad Antwerpen.

Tabel 18: samenvatting scenario 1

Variabele	Hoeveelheid
Uitvoeringstermijn	2 jaar en 3 maanden 2 jaar en 6 maanden (indien vergunning vereist)
Investeringskost (CAPEX)	€ 1.228.050
Jaarlijkse operationele kost (OPEX)	€ 13.000
Jaarlijkse equivalente kost (EAC)	€ 47.201

11.2.2 Scenario 2: Water van kempisch dok

Het kempisch dok ligt ten noorden van het stadspark en het waterpeil van het dok ligt hoger dan de bodem van de stadsparkvijver. De waterbron is onuitputtelijk, zelfs op lange termijn, omdat ze niet beïnvloed wordt door de grondwaterstand of de neerslag. De uitvoertermijn is relatief kort en de impact van de werken beperkt omdat er gedeeltelijk gebruik kan gemaakt worden van bestaande gewelven. De voornaamste hindernis bij dit scenario is de waterkwaliteit. We hebben namelijk te maken met brak water, dit vereist een grondige zuivering om een negatieve invloed op de fauna en flora in de vijver te voorkomen. Ook past dit scenario niet in het hemelwaterbeleid.

Tabel 19: samenvatting scenario 2

Variabele	Hoeveelheid
Uitvoeringstermijn	Ca 3 jaar Ca 3 jaar 3 maanden (indien vergunning vereist)
Investeringskost (CAPEX)	€ 1.720.950
Jaarlijkse operationele kost (OPEX)	€ 49.650
Jaarlijkse equivalente kost (EAC)	€ 100.224

11.2.3 Scenario 3: Verschillende bronnen via Antwerpen Noord

Bij dit scenario zijn de waterbronnen (zowel Het Schijn als het RWZI) het verst verwijderd van het stadspark. Het is echter mogelijk om, langsheen het grootste deel van het traject, de leiding aan te leggen langs het spoorviaduct. Hierdoor blijft de ruimtelijke impact van de werken beperkt. Het werk is echter technisch complex, er zijn meerdere pompinstallaties vereist en er moeten tal van obstakels overwonnen worden. De doorlooptijd is ook het langst van alle scenario's vanwege de te onderzoeken tracé variaties en het grote aantal stakeholders waarmee afgestemd moet worden.

We hebben hier te maken met zoetwaterbronnen, desondanks heeft het water nog altijd een zuivering nodig wegens de hoge nitrietwaarden en coliformen.

Scenario effluentwater RWZI

Tabel 20: samenvatting scenario 3 Effluent RWZI

Variabele	Hoeveelheid
Uitvoeringstermijn	4 jaar
Investeringskost (CAPEX)	€ 3.793.400
Jaarlijkse operationele kost (OPEX)	€ 26.140
Jaarlijkse equivalente kost (EAC)	€ 138.903

Scenario Het Schijn

Tabel 21: samenvatting scenario 3 Het schijn

Variabele	Hoeveelheid
Uitvoeringstermijn	4 jaar
Investeringskost (CAPEX)	€ 4.355.700

Jaarlijkse operationele kost (OPEX)	€ 29.640
Jaarlijkse equivalente kost (EAC)	€ 160.071

11.2.4 Scenario 4: Gebruik van de ruien als hemelwaterput

De ruien zouden deels kunnen ingericht worden als hemelwaterput. Dit scenario zou passen binnen het hemelwaterbeleid maar gaat gepaard met veel onzekerheid. Voornamelijk in verband met de nodige technische ingrepen en de grootte van de bouwkost voor de hemelwaterput zelf. Hierdoor is een detailontwerp noodzakelijk om een gepaste dimensionering van de hemelwaterput te bekomen. Door deze onzekerheden en het grote aantal betrokken factoren zal ook de doorlooptijd relatief lang zijn. Het debiet dat dit scenario zal aanleveren is niet constant doorheen de tijd maar zal afhankelijk van de regen en de seizoenen fluctueren. Het is in dit scenario aangeraden om een KWS-afscheider en calamiteitschuif te voorzien. Tenslotte zal de hemelwaterput een deel van het huidige buffervolume in de ruien moeten innemen en dit volume dus gaan verminderen.

Tabel 22: samenvatting scenario 4

Variabele	Hoeveelheid
Uitvoeringstermijn	3 jaar en 6 maanden
Investeringskost (CAPEX)	€ 2.292.900
Jaarlijkse operationele kost (OPEX)	€ 13.100
Jaarlijkse equivalente kost (EAC)	€ 43.260

11.2.5 Scenario 5: aanpassing riolering in de omgeving van het park

Het gebruik van de vijver als bufferbekken wordt expliciet besproken in het hemelwaterplan Antwerpen. Het bevordert de lokale infiltratie van regenwater en zorgt voor een beperking van de wateroverlast in de regio. Op maatschappelijk vlak scoort dit scenario dan ook hoog. Regenwater hoeft ook niet gezuiverd worden. Wel is het aangeraden om een KWS-afscheider en een calamiteitschuif te voorzien. Belangrijke aandachtspunten zijn de grote impact op de omgeving (grootschalige en langdurige werken) en de fluctuatie van het debiet. We hebben niet (zoals bij scenario 1, 2 en 3) te maken met een constant debiet doorheen de tijd

Tabel 23: samenvatting scenario 5

Variabele	Hoeveelheid
Uitvoeringstermijn	2 jaar en 3 maanden 2 jaar en 6 maanden (indien vergunning vereist)
Investeringskost (CAPEX)	€ 2.046.500
Jaarlijkse operationele kost (OPEX)	€ 6000
Jaarlijkse equivalente kost (EAC)	€ 40.792

11.2.6 Scenario 6: eenmalig opvullen van de vijver

Het eenmalig opvullen van de vijver kan gedaan worden met water van verschillende bronnen. Leidingwater vraagt geen zuivering, is relatief goedkoop maar is een niet duurzaam gebruik van een duurzame grondstof en dus maatschappelijk een moeilijk te verdedigen verhaal. Transport van kanaalwater of effluentwater is ook mogelijk; dit vereist echter ca 900 à 1000 transporten over reeds gecontesteerde rijwegen en op een

moment dat iedereen zich ervan bewust aan het worden is dat we een omslag moeten maken ikv het vermijden van fileleed en luchtvervuiling. Dit scenario past ook niet binnen het hemelwaterbeleid van de stad.

Tabel 24: samenvatting scenario 6

Variabele	Hoeveelheid
Uitvoeringstermijn	1 jaar en 10 maanden (incl afdichten vijverbodem)
Investeringskost (CAPEX)	€ 30.000 tot € 321.250
Jaarlijkse operationele kost (OPEX)	€ 0
Jaarlijkse equivalente kost (EAC)	n.v.t.

11.2.7 Gewogen score per scenario

Tabel 25: Gewogen score per scenario

Criterium en gewicht		Scenario's					
Criterium	Gewicht	1 Den Bell	2 Kempisch Dok	3 RWZI/ Schijn	4 HWP Ruien	5 Afkoppeli ng	6 Éénmalig e vulling
Realisatie termijn	5	20	15	10	10	15	20
Waterkwaliteit	4	16	4	12	12	12	20
Hemelwaterbeleid	3	6	0	0	12	15	0
Ruimtegebruik	2	8	6	4	6	4	6
Maatschappelijk Verhaal	5	20	5	20	20	25	0
Ontlasting RWZI	1	1	0	0	1	5	0
Kosten	4	12	8	4	8	8	20
Gewogen totaal	5	83	38	50	69	84	66

COLOFON

STADSPARKVIJVER ANTWERPEN

TECHNISCHE CONCEPTSTUDIE MBT WATERTOEOVOER EN INRICHTING

KLANT

Water-Link

AUTEUR

Jan Campforts

PROJECTNUMMER

BE0118.001027

DATUM

14 december 2018

Arcadis Belgium nv

City Link 2
Posthofbrug 12
2600 Antwerpen
België
02 505 75 00

www.arcadis.com