

**Interreg**



**Vlaanderen-Nederland**  
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

0<sup>2</sup>

# ZUURSTOF

VOOR DOMMEL EN WARMBEEK / TONGELREEP

PROJECT IMPAKT!

Grensoverschrijdende samenwerking



VLAAMSE  
MILIEUMAATSCHAPPIJ



# Inhoud

<b>1</b>	<b>Projectbeschrijving</b>	<b>6</b>
1.1	<b>Achtergrond van het IMPAKT! project</b>	7
1.1.1	Gedeelde ambities voor grensoverschrijdende waterlopen	7
1.1.2	Invloed van de afvalwaterketen op de waterkwaliteit	7
1.1.3	IMPAKT! voor innovatieve en betaalbare verbetering van de waterkwaliteit	7
1.1.4	Project Kallisto als basis voor inzicht in de afvalwaterketen en de waterlopen in Nederland	8
1.1.5	De situatie in Vlaanderen	9
1.2	<b>Doelstelling van het IMPAKT! project</b>	9
1.3	<b>Grensoverschrijdende samenwerking</b>	10
1.4	<b>Opzet in werkpakketten</b>	10
<b>2</b>	<b>Metten is weten</b>	<b>11</b>
2.1	<b>Monitoringsplan</b>	11
2.1.1	Impact van overstortwerking op fysicochemische en biologische kwaliteitselementen	12
2.1.2	Uitbreiding meetnet voor het monitoren van de prestaties binnen IMPAKT!	12
2.2	<b>Meetnet neerslag en afvalwaterstelsels</b>	13
2.2.1	Meetnet overstorten VMM	13
2.2.2	Meetnet overstorten Aquafin	13
2.2.3	Meetnet pompstations Aquafin	14
2.2.4	Neerslagmeetnet Aquafin	14
2.3	<b>Meetnet oppervlaktewater</b>	15
2.3.1	Uitbreiding meetinspanningen VMM voor waterkwantiteit- en waterkwaliteitsmodellen	15
2.3.2	Meetnet fysicochemie	16
2.3.3	Meetnet biologie voor macro-invertebraten, macrofyten en fytobenthos	16
2.3.4	Meetnet biologie – vissen (INBO)	16
2.3.5	Meetnet multiparametersondes	16
2.3.6	Controle resultaten multiparametersondes	17
2.3.7	Ammoniummetingen	17

<b>2.4 Analyse huidige toestand</b>	<b>18</b>
2.4.1 Huidige toestand Dommel: hoog aantal overschrijdingen milieukwaliteitsnorm	18
2.4.2 Huidige toestand Warmbeek: voornamelijk overschrijdingen fosfor en stikstof	19
2.4.3 Resultaten meetnet biologie: matige aanwezigheid macrofyten	20
2.4.4 Resultaten meetnet biologie: verbetering macro-invertebraten	21
2.4.5 Resultaten meetnet biologie: fyto-benthos	22
2.4.6 Resultaten meetnet biologie: visbestand	23
2.4.7 Resultaten meetnet multiparametersondes	24
2.4.8 Toetsingskader O2 multiparametersonde	27
2.4.9 Resultaten ammonium analyser	28

### **3 Virtueel verkennen (modelleren)** **29**

3.1 Nood aan een geïntegreerd model	29
3.2 Modelling rioolstelsels in Vlaanderen	32
3.3 Modelling rioolwaterzuiveringen (RWZI's) in Vlaanderen	33
3.4 Modelling waterlopen in Vlaanderen	34
3.5 Modelling in Nederland	35

### **4 Maatregelscenario's** **36**

4.1 Inleiding	36
4.2 De basis	38
4.2.1 Referentietoestand 2017	38
4.2.2 Nulscenario	38
4.3 Overzicht verbeteringsmaatregelen	40
4.4 Effect van oplossings- en verbeteringsscenario's	42
4.4.1 Maatregelen Bovenloop Dommel En Peerderloop	42
4.4.2 Maatregelen Holvenloop	43
4.4.3 Maatregelen Midden- en benedenloop Dommel	43
4.4.4 Maatregelen Bovenloop Warmbeek en Prinsenloop	44
4.4.5 Maatregelen Benedenloop Warmbeek	45
4.5 Conclusies	48

### **5 Realisatie verbeteringsmaatregelen** **49**

<b>5.1 Sanering overstorten</b>	<b>49</b>
5.1.1 Kenensdijk	50
5.1.2 Fierkens in St-Huibrechts-Lille op de Warmbeek	51
5.1.3 Effecten maatregelen	51
<b>5.2 Beperken invloed zuiveringsinstallatie</b>	<b>52</b>
5.2.1 Effluentbeluchting voor minimaal zuurstofgehalte in gezuiverd afvalwater	52
5.2.2 Oppervlaktewaterbeluchting als alternatief voor bufferbekkens	53
5.2.3 Ophogen nabezinktanks voor reductie overstorten	53
5.2.4 Verdere reductie fosfaat	54

### **6 Bedrijventerreinen** **55**

<b>6.1 Meetnet voor de aanpak van calamiteiten vanuit industrieterreinen</b>	<b>55</b>
6.1.1 Industrieterrein Tongeren Oost	56
6.1.2 Industrieterrein Oudsbergen	57
6.1.3 Multiparametersonde	58
<b>6.2 Resultaten</b>	<b>59</b>
6.2.1 Industrieterrein Tongeren Oost	59
6.2.2 Industrieterrein Oudsbergen	60
<b>6.3 Vaststellingen afkoppelingsdeskundigen</b>	<b>61</b>
6.3.1 Industrieterrein Tongeren	61
6.3.2 Industrieterrein Oudsbergen	62
6.3.3 Algemene vaststellingen afkoppelingsdeskundige	62

### **7 Hoe verder?** **64**

<b>7.1 Grensoverschrijdende samenwerking</b>	<b>64</b>
7.1.1 Uitwisselen van informatie	65
7.1.2 Versterken relatienetwerk	65
<b>7.2 Voortzetting en voorbeeldfunctie voor andere gebieden</b>	<b>66</b>
7.2.1 Voortzetting partners	66
7.2.2 IMPAKT inspirerend voorbeeld voor anderen	66

### **Bijlagen** **68**





## 01

## Projectbeschrijving

### 1.1 Achtergrond van het IMPAKT! project



#### 1.1.1 Gedeelde ambities voor grensoverschrijdende waterlopen

Hoge natuurdoelstellingen in de grensoverschrijdende waterlopen Dommel en Warmbeek/Tongelreep vormen een grote uitdaging voor regionale waterkwaliteitsbeheerders. De gedeeltelijk aangetaste staat van de waterlopen kan worden verbeterd door waterkwaliteits- en structuurkwaliteitsverbetering. Vlaamse en Nederlandse waterbeheerders delen de ambities op natuurherstel en hebben plannen en maatregelen opgesteld. Door integrale aanpak en intensieve samenwerking tussen publieke en private partners willen we tijdig en tegen acceptabele kosten natuurdoelen realiseren: hoewel vanzelfsprekend, geen sinecure.

#### 1.1.2 Invloed van de afvalwaterketen op de waterkwaliteit

Een voornaam knelpunt voor de gewenste waterkwaliteit vormt het huidige beheer van de afvalwaterketen, dit is de afvoer via de riolering en zuivering van rioolwater. Vooral tijdens regenperiodes stort vervuild water vanuit de rioolstelsels over naar waterlopen, omdat de capaciteit van de riolering begrensd is, en werken de rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) niet altijd optimaal, omdat het afvalwater dan sterk verdund is. De gevolgen, ernstige verstoring van de zuurstofhuishouding en ammoniakvergiftiging in beeklopen, belemmeren de realisatie van hoge natuurdoelen. Bedrijventerreinen zijn een specifiek aandachtspunt, omdat naast overstortend afvalwater ook milieugevaarlijke stoffen in de waterlopen kunnen raken.

#### 1.1.3 IMPAKT! voor innovatieve en betaalbare verbetering van de waterkwaliteit

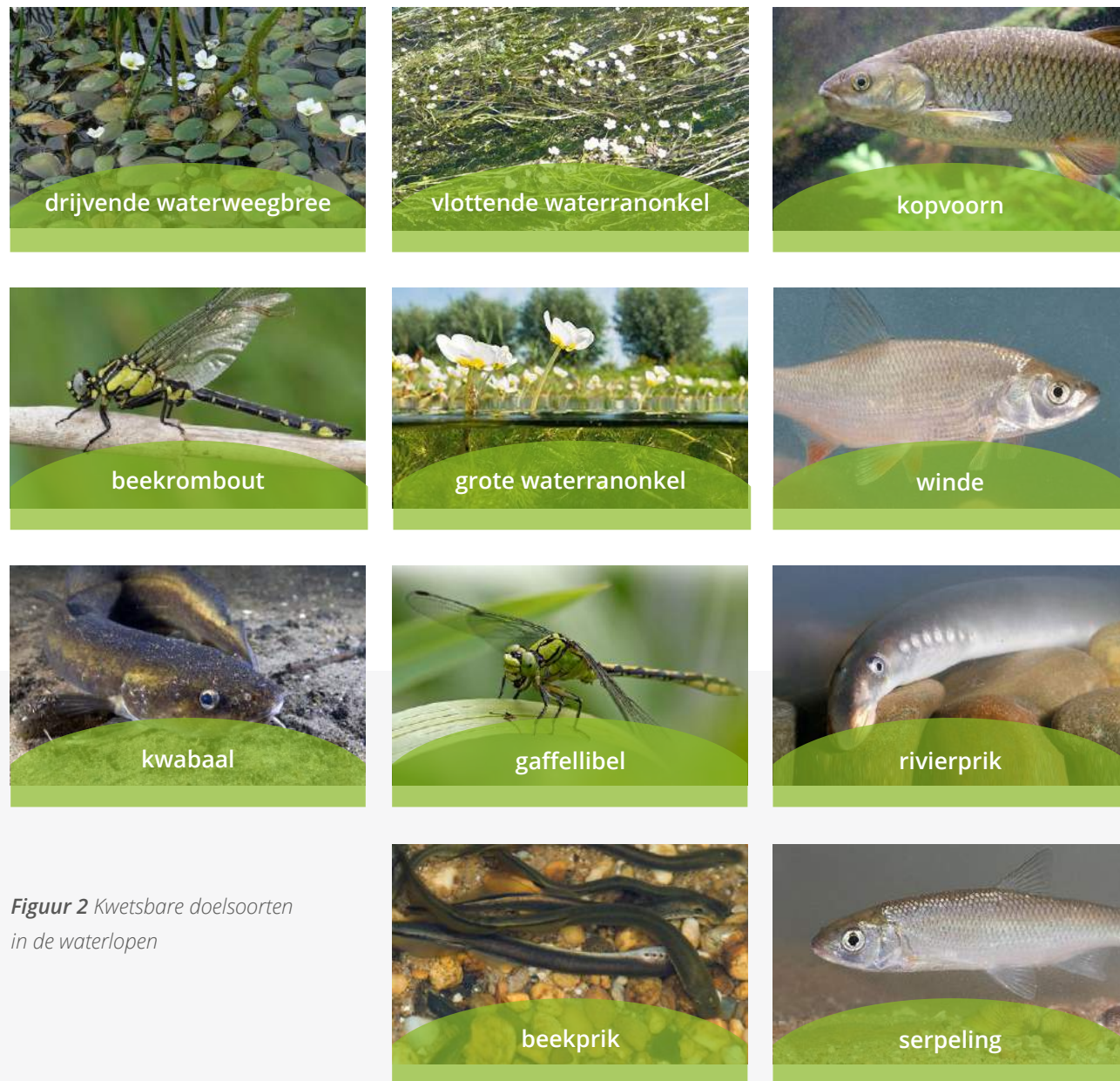
Uitbreiden van de buffercapaciteit in rioolstelsels om overstortwerking tegen te gaan is erg duur. Scheiden van regenwater en huishoudelijk afvalwater aan de bron is de beste aanpak, zeker in het licht van de strijd tegen droogte en watertekorten, maar dit vergt ook een jarenlang volgehouden inspanning. Het IMPAKT!



Figuur 1 Situering van de Dommel en Warmbeek en hun belangrijkste zijrivieren

project zet daarom in op een innovatieve en betaalbare aanpak voor verbetering van de waterkwaliteit, ook op de korte termijn, en investeert conform de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) en Natura2000 in de spoedige terugkeer van duurzame populaties van kwetsbare doelsoorten in waterlopen zoals de beekprik, gaffellibel, beekrombout, drijvende waterweegbree, vlotende en grote waterranonkel. IMPAKT! Kwam tot stand binnen het Interreg Vlaanderen-Nederland programma.





Figuur 2 Kwetsbare doelsoorten in de waterlopen

### 1.1.4 Project Kallisto als basis voor inzicht in de afvalwaterketen en de waterlopen in Nederland

Goed inzicht in het functioneren van de afvalwaterketen is nodig voor het afleiden van een effectief maatregelenpakket voor het elimineren van negatieve impact van lozingen uit de afvalwaterketen. Het ontbreken van compleet inzicht in het effect van lozing van (ongezuiverd) afvalwater op de waterkwaliteit in het gebied Limburgse Kempen (BE) en Zuid-Oost Brabant (NL). Niet alleen technisch, maar ook organisatorisch is dit een uitdaging: verant-

woordelijkheden zijn verdeeld over meerdere publieke partijen. In het afvalwatercluster Eindhoven hebben de Nederlandse waterpartners de afgelopen jaren intensief samengewerkt en geïnvesteerd in onderzoek naar het daadwerkelijk functioneren van de afvalwaterketen en de waterlopen in het stroomgebied de Boven-Dommel met o.a. de Natura2000 beken Tongelreep en Keersop. Onder de projectnaam Kallisto ('de allermooiste') is een bestuurlijk gedragen en onderbouwd maatregelenpakket ontwikkeld met een financiële besparing van ruim € 100 miljoen. Het project IMPAKT! bevat demonstraties van enkele innovatieve Kallisto-maatregelideeën.

### 1.1.5 De situatie in Vlaanderen

Ook in Vlaanderen was nieuwe impuls nodig in de aanpak van effecten van de afvalwaterketen op waterlopen Dommel en Warmbeek. De Warmbeek is in KRW-stroomgebied-beheerplannen speerpuntgebied voor het halen van de milieudoelstellingen, de Dommel is aandachtsgebied. Er bevinden zich belangrijke speciale beschermingszones waarvoor instandhoudingsdoelstellingen voor natuur zijn gedefinieerd. Deze waterlopen zijn bovendien aangeduid als zeer kwetsbaar voor riooloverstorten (Code van goede praktijk voor aanleg van rioolstelsels, Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid).

Ondanks de hoge graad van zuivering van afvalwater legt de werking van riooloverstorten en de zuiveringsstations nog een hypotheek op het halen van natuur- en milieudoelstellingen. De afwatering van bedrijventerreinen stelt bijkomende uitdagingen. Binnen IMPAKT! hebben we een vernieuwende aanpak gehanteerd, uitgaande van het continu bemeten en simuleren van de waterkwaliteit, het opvolgen van schadelijke effecten van riooloverstortwerking op het waterleven en het tijdig realiseren van de meest kosteneffectieve saneringsmaatregelen, ondersteund door grensoverschrijdende kennisuitwisseling.

## 1.2

### Doelstelling van het IMPAKT! project

- Een spoedige terugkeer van duurzame populaties van kwetsbare doelsoorten als beekprik, rivierprik, gaffellibel, beekkrombout, drijvende waterweegbree, vlottende en grote waterranonkel door het verbeteren van de waterkwaliteit in de aan elkaar grenzende waterlopen in de Limburgse Kempen (Vlaanderen) en Zuid-Oost Brabant (Nederland);
- Demonstreren van innovatieve maatregelen inzake huishoudelijk afvalwater in de praktijk;
- Demonstreren van innovatieve aanpak van afwatering van bedrijventerreinen;
- Voorbeeldfunctie voor opschaling naar andere stroomgebieden in Nederland en Vlaanderen;
- Evalueren en volgen van de impact van lozingen van de afvalwaterketen op ecologisch beekherstel;
- Versterken van de grenzeloze samenwerking tussen de waterpartners;
- Opstellen van een effectief maatregelenpakket voor terugdringen impact van lozingen van de afvalwaterketen op de Vlaamse waterlopen;
- Uitdragen van de integrale gebiedsgerichte aanpak en resultaten naar de overige Vlaamse en Nederlandse stroomgebieden.

Het gaat hierbij om een integrale gebiedsgerichte aanpak, die in de beschouwde waterlopen zorgt voor een duurzaam en blijvend herstel van waternatuur. We stellen de watersysteembenadering centraal en hanteren het uitgangspunt, dat lozingen vanuit de afvalwaterketen geen belemmering mogen vormen op ecologisch beekherstel. De in de werkpakketten opgenomen deelprojecten vormen een coherent geheel van onderzoeks-, demonstratie- en realisatiemaatregelen. De focus van het project ligt daarbij ook op het versterken en vernieuwen van de wijze van samenwerken.



### 1.3 Grensoverschrijdende samenwerking

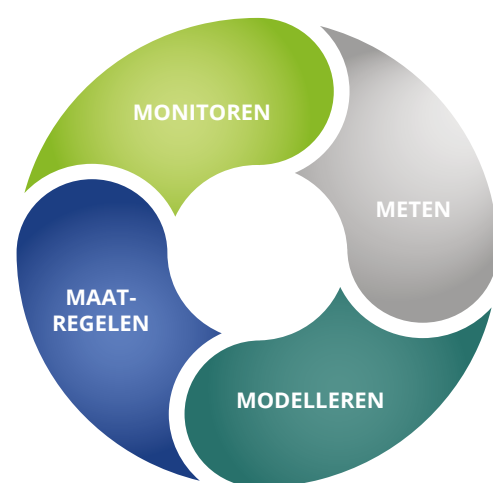
Vlaanderen en Nederland delen de stroomgebieden van een groot aantal grensoverschrijdende beken met hoge natuurdoelstellingen. De waterlopen Dommel en Warmbeek/Tongelreep behoren aan beide zijden van de grens tot hetzelfde stroomgebied, het water stroomt stroomafwaarts de landsgrens over. Die stroomgebiedsbenadering zou ook moeten gelden voor het delen van kennis en ervaringen. De regionale waterkwaliteitsbeheerders delen grote gezamenlijke belangen voor het uitvoeren van de meest geschikte maatregelen gericht op ecologisch beekherstel. We willen dit gelijk aan het stromen van water grenzeloos organiseren.

Partners komen elkaar op een natuurlijke wijze tegen. Uitwisseling van kennis en ervaringen wordt meer vanzelfsprekend, wat leidt tot efficiëntievoordelen en versnelling in het bereiken van waternatuurdoelen: een 'grensoverstijgende' stroomgebiedsbenadering waarbij de beheerders verantwoordelijk voor de kwaliteit van oppervlaktewater en de afvalwaterketen intensief samen werken. Vlaanderen kan leren uit de ervaringen in Nederland met het continu bemeten en simuleren van de waterkwaliteit en met het realiseren van innovatieve saneringsmaatregelen. Nederland kan leren uit de Vlaamse ervaringen met riool-, RWZI- en waterloopmodellering als basis voor waterkwaliteitssimulaties en met het gevoerde afkoppelingsbeleid.

De waterkwaliteitsbeheerders aan beide zijden van de grens zijn partner in het project: Vlaamse Milieumaatschappij (VMM), Aquafin en Fluvius aan Vlaamse zijde en Waterschap de Dommel aan Nederlandse zijde. Voor de uitvoering en financiering van de waterkwaliteitsverbeterende maatregelen is een bestuursovereenkomst opgesteld met de 10 gemeenten van het zuiveringscluster Eindhoven. Waterschap de Dommel is bestuurlijk gemandateerd uitvoerder van de maatregelen in het project IMPAKT!.

### 1.4 Opzet in werkpakketten

Basis voor de aanpak binnen IMPAKT! is de cyclus meten (huidige toestand), modelleren (effect van maatregelen voorspellen), maatregelen (realiseren) en monitoren (werkelijk effect bepalen), waarna we terug zijn bij de eerste stap het meten.



Figuur 3 De 4-M aanpak

Het effect van de vaak zeer kostbare maatregelen wordt in IMPAKT! eerst nagebootst (modellering) en getoetst voordat deze worden uitgevoerd. Hiervoor gebruiken we het speciaal ontwikkelde ecologische toetsingskader. Dit is een doorbraak in het bepalen van de effectiviteit van maatregelen en vormt een sterke drijvende kracht voor het project. Om hieraan op een goede manier invulling te geven zijn een 6-tal werkpakketten samengesteld.

- Werkpakket **1** **Projectmanagement**
- Werkpakket **2** **Communicatie**
- Werkpakket **3** **Meten is weten**
- Werkpakket **4** **Virtueel verkennen**
- Werkpakket **5** **Zien is geloven**
- Werkpakket **6** **Grenzeloos organiseren**

# 02

## Meten is weten

### 2.1 Monitoringsplan

### 2.1.1 Impact van overstortwerking op fysicochemische en biologische kwaliteitselementen

De waterkwaliteit in de Dommel en de Warmbeek is de laatste jaren verder verbeterd. Er ontbreken echter nog een aantal schakels om de milieudoelstellingen te kunnen halen. Een belangrijke schakel daarin is de werking van overstorten in rioolstelsels. Om de impact van de overstortwerking te kennen op de fysicochemische en biologische kwaliteitselementen in de waterlopen, en om de meest kostenefficiënte maatregelen te kunnen uitvoeren ter remediëring, is een gerichte inspanning nodig voor het meten van overstortevnets, het virtueel verkennen van de werking van riool- en waterloopstelsels, en het berekenen en vergelijken van oplossingsscenario's. De basis hiervoor wordt gelegd door het verzamelen van voldoende betrouwbare meetgegevens: neerslag, waterafvoer in riolen en waterlopen, vuilvrachten van overstortend rioolwater en tenslotte de fysicochemische en biologische kwaliteitselementen in de waterlopen en hoe die beïnvloed worden door relatief kortstondige overstortevnets.

In het Nederlands deel van het stroomgebied werd er in het kader van het Kallisto project eerder al werk gemaakt van intensieve meetcampagnes en permanente verzameling van meetgegevens. Het reeds operationele meetnet voor het Nederlandse stroomgebied van de Dommel is gecontinueerd.

### 2.1.2 Uitbreiding meetnet voor het monitoren van de prestaties binnen IMPAKT!

Op 22 locaties in verschillende beeklopen binnen het projectgebied is hydrobiologisch onderzoek uitgevoerd, inclusief ecologie-ondersteunende fysisch/chemische parameters. Jaarlijks wordt op deze locaties onderzoek gedaan naar vis, macrofauna, diatomeeën en waterplanten. Het reeds -voor Kallisto- ingerichte meetnet van continue metingen bij overstorten, gemalen, RWZI en oppervlaktewater, en de grondstations voor neerslagmeting zijn in stand gehouden. Meetgegevens worden permanent verzameld en gebruikt voor o.a. scena-

rioberekeningen gericht op de selectie van de meest kosteneffectieve maatregelen. Voor de prestatie- en effectmonitoring van de oppervlaktewaterbeluchting in Eindhoven zijn extra continue meetpunten (zuurstof, debiet) in de Dommel aangebracht, te weten 5 zuurstofsensoren op de beluchting units, 2 zuurstofsensoren benedenstrooms de oppervlaktewaterbeluchting en 1 rivier baseflow sensor bovenstrooms de oppervlaktewaterbeluchting.

In het Vlaams deel van het stroomgebied zijn in het kader van het IMPAKT! project bestaande meetinspanningen aanzienlijk verhoogd en wordt er gedurende 3 jaren een intensieve meetcampagne opgezet. De meetinspanningen worden zowel door VMM als door Aquafin gedragen: Aquafin als bevoegde instantie voor de uitbouw en het beheer van het bovengemeentelijke rioolstelsel en van de zuiveringsinfrastructuur, VMM als bevoegde instantie voor het beheer van de kwaliteit en de kwantiteit van het oppervlaktewater. In de navolgende paragrafen wordt dit meetnet beschreven.

Naast de opvolging van overstortwerking is het terugdringen van de negatieve impact van calamiteiten afkomstig van industrieterreinen op de waterlopen een belangrijk onderdeel van het IMPAKT! project. De meetinspanningen van Fluvius worden apart behandeld.

## 2.2 Meetnet neerslag en afvalwaterstelsels

### 2.2.1 Meetnet overstorten VMM

De bestaande meetinspanningen van VMM voor het bemeten van overstorten zijn verdergezet en uitgebreid in het kader van IMPAKT!.

Sinds 2003 is VMM gestart met (semi-) permanente meetstations op rioloverstorten om een beeld te krijgen in hun werking en hun potentiële invloed op de stagnerende waterkwaliteit. Daarnaast werd ook ingezet op monitoring van enkele knelpunten en gericht sturen van investeringen in bergingscapaciteit.

Vanaf 2007 is de verdere uitbouw en herinzet van bestaande meetstations gericht op de rol van VMM als ecologisch toezichthouder, waarbij gradueel kritische punten in het afvalwatertransport per zuiveringsgebied bepaald, opgevolgd en bijgestuurd worden (zuiveringsstations, belangrijkste pompstations, ligging aan gevoelige waterlopen, bergingsinfrastructuur,...). Dit gebeurt aan de hand van Ecologische Performantie-indicatoren (EPI's), die mede berekend worden op basis van overstortmetingen.

De ca. 300 meetstations bestaan uit peilmetingen en troebelheidsmetingen op 10 minutelijkse basis, die tijdens overstortwerking verhoogd worden naar minutelijkse metingen, waarvan zich een 11-tal in het gebied van de Dommel en Warmbeek bevinden: Het VMM meetnet overstorten focust ook op speerpuntgebieden en nadien op aandachtsgebieden waar met gerichte ingrepen en investeringen tot een goede ecologische toestand kan gekomen worden.

Met het IMPAKT-project is deze gerichte geografische benadering ook grensoverschrijdend verder versterkt op basis van een nauwe samenwerking tussen de partners VMM, Aquafin en Waterschap De Dommel. In dit kader werd besloten om ook alle belangrijke overstorten te bemeten in het Vlaams deel van het Dommel-Warmbeek stroomgebied, en de inspanningen daartoe te verdelen tussen VMM en Aquafin op basis van praktische criteria. VMM heeft hierbij een 8-tal locaties op zich genomen die met vaste peil- en troebelheidsmetingen (inclusief conductiviteit en temperatuur) uitgerust worden, terwijl Aquafin zich heeft gefocust op locaties waar enkel peilmetingen nodig zijn enerzijds, en anderzijds op metingen met extra relevante kwaliteitsparameters ten behoeve van de op te stellen waterkwaliteitsmodellen.



### 2.2.2 Meetnet overstorten Aquafin

De waterpeilmetingen ter plaatse van overstorten (minutenlijkse logging) worden uitgevoerd met een hydrostatische drukkometer, die op de bodem van de rioleering in de overstortkamer is gemonteerd. Op die manier zijn de beschikbare metingen niet beperkt tot die neerslaggebeurtenissen waarbij het waterpeil een minimale hoogte bereikt, maar zijn ze continu beschikbaar zodat ze voor een continue validatie van het rioolmodel kunnen worden gebruikt.

Van dergelijke opstellingen zijn er in het kader van IMPAKT! een 20-tal geweest, zowel op bovengemeentelijke overstorten (beheerd door Aquafin) als op gemeentelijke overstorten (beheerd door Fluvius), waarvan op basis van de modellen voorafgaand werd verwacht dat ze regelmatig lozen. Sommige locaties waarvan de metingen na een jaar toch niet bijzonder bruikbaar bleken te zijn, werden voor het 2de deel van de meetcampagne verplaatst naar andere locaties. Meer dan de helft van de locaties is momenteel nog altijd actief en dit zal vermoedelijk ook nog een hele tijd zo blijven.

Daarnaast werden 4 kritische overstorten uitgekozen voor een uitgebreide waterkwaliteitsmeetopstelling. Hierbij werd enerzijds gebruik gemaakt van spectrometers (zie Figuur 4), die toelaten om elke 2 minuten de concentratie van verschillende vervuilingparameters



Figuur 4 Spectrometer sonde (l) en controller (r)



(indirect) te meten. Hierbij wordt de absorptie van UV- en visueel licht over een brede waaier van frequenties gemeten, waarna deze door kalibratie omgerekend worden tot concentraties. Er moeten dus ook regelmatig klassieke controlestalen (voor analyse in het labo) worden genomen, en ook bijkomende metingen zoals turbiditeit of conductiviteit kunnen helpen om de kalibratie te verbeteren. Daarnaast werden ook nog via een aparte sensor ammoniummetingen uitgevoerd.

Het hoofddoel van deze waterkwaliteitsmetingen was om een voldoende uitgebreide dataset te hebben om een vuilvrachtovervoersmodel te kunnen afijken, dat dan gebruikt kan worden om ook de overgestorte vrachten van niet-bemeten overstorten te kunnen voorspellen.

De meetopstelling werden gemonteerd op een vlot in de overstortkamer (zie **Figuur 5**) zodat in alle weersomstandigheden (droogweer, matige regen en zware regen met overstorting) concentraties werden gemeten in de meest representatieve waterlaag.

Deze metingen zijn door het zeer intensieve onderhoud na afloop van de voorziene meetperiode stopgezet.



**Figuur 5** Vlotconstructie (spectrometer gemonteerd aan onderkant)

### 2.2.3 Meetnet pompstations Aquafin

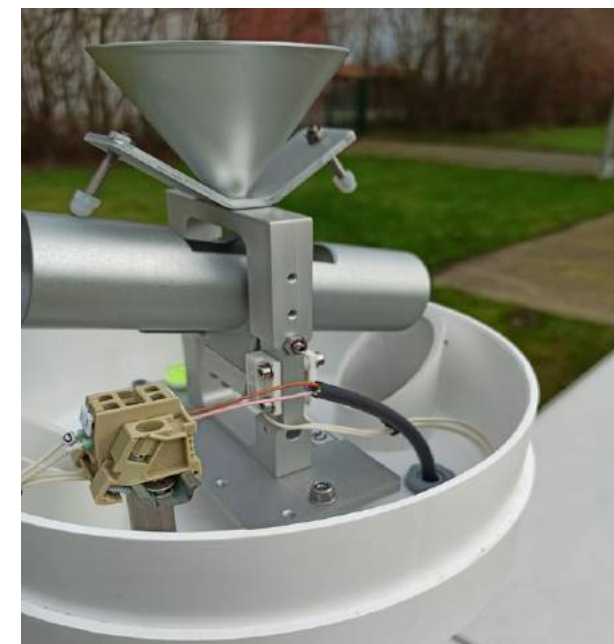
Op 15 pompstations werden bijkomende dataloggers geplaatst om de bestaande meetsignalen van de pompstations te capteren (minutenlijkse waterpeilen en ogenblikkelijke registraties van aan- en afslag van de verschillende pompen). In de normale bedrijfsvoering van de pompstations dienen deze meetsignalen immers enkel als input voor ogenblikkelijke sturing, maar worden deze niet continu bijgehouden. Nochtans kunnen deze meetsignalen ook een toegevoegde waarde bieden, in het bijzonder voor de validatie van de rioolmodellen, maar ook occasioneel als indicatie voor de werking van overstorten die onmiddellijk aan het pompstation gerelateerd zijn. Op basis van de registraties van de pompcyclus kan een inschatting gemaakt worden van toekomstige debieten bij droog weer. Het is de bedoeling om op basis van deze metingen na verloop van tijd relaties af te leiden tussen de neerslag en de optredende grondwaterinfiltratie-debieten (zgn. "parasitair water"). De reactietijden van dit soort debieten kunnen verscheidene weken bedragen en zijn dus zeer moeilijk te begroten. Binnen het tijds kader van IMPAKT! kon hiervoor slechts een ruwe inschatting worden gemaakt.

Deze metingen worden ook na afloop van het project operationeel gehouden in afwachting van de oplevering van een nieuw supervisiesysteem waarin deze metingen standaard voorzien zijn.

### 2.2.4 Neerslagmeetnet Aquafin

Op 12 locaties tenslotte wordt op minutenlijkse basis de neerslagintensiteit gemeten door middel van pluviografen van het kantelbaktype <sup>1</sup> (zie **Figuur 6**). Deze neerslag vormt de input voor alle rioolmodellen in het gebied en kan zoals hierboven vermeld ook gebruikt worden voor langetermijnanalyses. Ook deze metingen worden na afloop van het project operationeel gehouden.

<sup>1</sup> Een kantelbakpluviograaf is een eenvoudig mechanisch toestel, waarbij de opgevangen neerslag afwisselend in twee met elkaar verbonden bakjes wordt opgevangen. Elke kanteling vertegenwoordigt een vastgelegde hoeveelheid neerslag en wordt via een elektrische puls geregistreerd.



**Figuur 6** Voorbeeld opstelling pluviograaf en detail kantelbakmechanisme

## 2.3 Meetnet oppervlaktewater

### 2.3.1 Uitbreiding meetinspanningen VMM voor waterkwantiteit- en waterkwaliteitsmodellen

Het bemeten van de waterkwaliteit in de Vlaamse waterlopen kadert in de uitvoering van de Europese Kaderrichtlijn Water en het Vlaamse decreet integraal waterbeleid. VMM staat in voor deze fysicochemische en biologische meetnetten (algen, ongewervelden en waterplanten), behalve voor het meetnet vissen waarvoor het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) instaat. De meetresultaten zijn raadpleegbaar op [geoloket.vmm.be](http://geoloket.vmm.be).

Voor IMPAKT! werden deze meetinspanningen aanzienlijk uitgebreid. Zo werden heel wat bijkomende monsternamepunten toegevoegd, werd de klassiek gehanteerde meetfrequentie voor fysicochemie verhoogd van maandelijks naar 2-wekelijks, en werden op sommige plaatsen multiparametersondes geplaatst die continu de waterkwaliteit registreren.

De locaties van de nieuwe meetpunten, de te analyseren kwaliteitselementen en de meetfrequenties werden bepaald op basis van de noden voor de opmaak van waterkwantiteits- en waterkwaliteitsmodellen van het waterlopenstelsel, waarmee scenario's worden doorgekend om de effecten na te gaan van de aanpak van overstortkelpunten.



### 2.3.2 Meetnet fysicochemie

Het uitgebreide meetnet fysicochemie bevat een 14-tal meetpunten verspreid over het afstroomgebied van Dommel en Warmbeek. Hierbij wordt er gemeten op strategisch gelegen punten zoals grensovergangen, stroomafwaarts van belangrijke RWZI's, stroomafwaarts van frequent werkende overstorten en op belangrijke zijlopen van Dommel en Warmbeek.

Er worden 24 monsternames per jaar voorzien, wat neerkomt op een tweewekelijkse frequentie. In de monsters waren basisparameters (o.a. O<sub>2</sub>, pH, EC, Cl, SO<sub>4</sub>, ZS) en nutriënten (o.a. NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, Nt, Pt en oPO<sub>4</sub>) gemeten. De meetresultaten zullen o.a. worden gebruikt als inputvariabelen voor het waterkwaliteitsmodel PEGASE, dat zal worden ingezet voor het afstroomgebied van Dommel en Warmbeek.

### 2.3.3 Meetnet biologie voor macro-invertebraten, macrofyten en fyto bentos

Op een 8-tal meetpunten binnen het afstroomgebied zijn biologische monsternames uitgevoerd. Deze meetplaatsen omvatten verschillende punten op de hoofdlopen van Dommel en Warmbeek en op de belangrijkste zijlopen (Eindergatloop, Holvenloop en Bolissenbeek). Zowel macro-invertebraten (ongewervelden), macrofyten (waterplanten) en fyto bentos (algen) worden bemonsterd in een tweejaarlijkse cyclus. Macro-invertebraten worden bemonsterd op puntlocaties; voor macrofyten en fyto bentos worden per meetplaats telkens drie trajecten van 100 m genomen.

### 2.3.4 Meetnet biologie - vissen (INBO)

In 2015 en 2016 werden afvissingen uitgevoerd op Dommel en Warmbeek. De resultaten hiervan werden gebruikt als referentiemeting van het visbestand voor de start van IMPAKT!. In 2019 stonden specifiek voor het

project een algemene afvissing voor Dommel, Warmbeek, en enkele zijlopen (Eindergatloop, Holvenloop, Bolissenbeek en Leemkuilderloop) op het programma.

### 2.3.5 Meetnet multiparametersondes

Ook werden enkele multiparametersondes geplaatst om het effect van riooloverstortwater op de waterlopen continu te bemeten. In een 1ste fase werden 3 sondes geplaatst op de Dommel regio Peer en 1 sonde op de Warmbeek, afwaarts het kanaal Bocholt-Herentals, in Sint-Huibrechts-Lille. In het voorjaar van 2018 werden hier nog 2 sondes aan toegevoegd, respectievelijk één op de Eindergatloop opwaarts de monding in de Dommel, een ander op de Warmbeek opwaarts het kanaal Bocholt-Herentals en de monding van de Prinsenloop.

De eerste 4 multiparametersondes werden uitgerust met volgende sensoren:

- **Temperatuur (C°);**
- **Zuurtegraad (pH);**
- **Geleidbaarheid (µS/cm);**
- **Opgeloste zuurstof (mg/l + %);**
- **Ammonium (mg/l);**
- **Nitraat (mg/l);**
- **Druk (cm H<sub>2</sub>O);**
- **Afgeleide parameters van**

De twee later toegevoegde sensoren bevatten geen ammonium- en nitraatsensoren. Bij de start van het project bleek dat de sensoren om de 3 weken gereinigd dienen te worden om betrouwbare resultaten te bekomen en te behouden. Later werd dit opgetrokken (van de lente t.e.m. de herfst) naar één reiniging om de 2 weken omdat de belasting op de sensoren in deze periode hoger lag.

### 2.3.6 Controle resultaten multiparametersondes

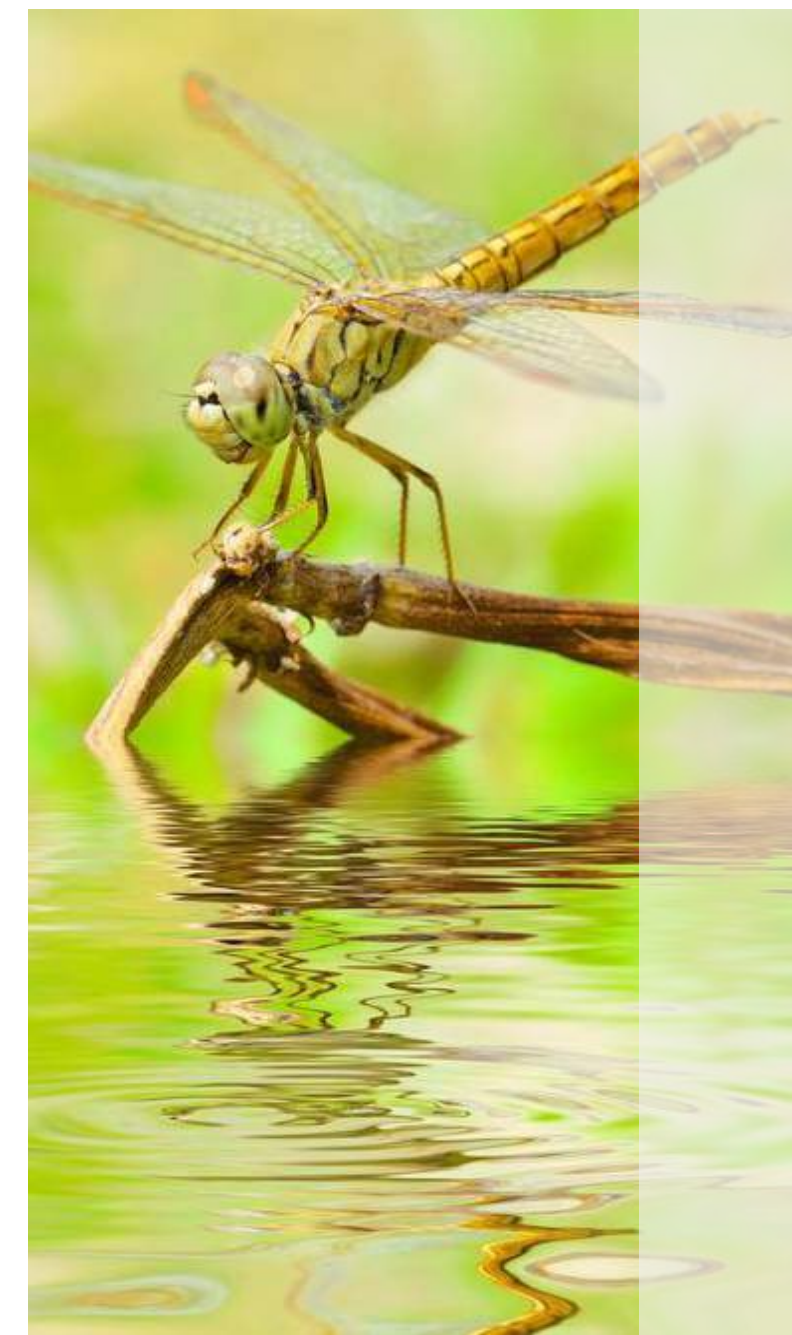
Om betrouwbare resultaten te garanderen en te controleren werd er beslist om telkens een vergelijkende controle uit te voeren met de traditionele Hach-metersets die meten volgens het wateranalyse compendium (WAC) en volgens de methodes beschreven in samenspraak tussen VMM en het VITO. Hieruit is gebleken dat de nauwkeurigheid van de veldparameters (T, pH, EC en O<sub>2</sub>) gemeten door de multiparametersondes meer dan voldoende was. De afwijking tussen de meterset en de multiparametersonde bleek slechts uitzonderlijk hoger te liggen dan 5%. In acht nemend dat er ook een foutenmarge op de meterset wordt toegelaten, is dit een goed resultaat. Bij metingen in tijden van overstortwerking is gebleken dat in sommige situaties de afwijking hoger dan 5% komt te liggen. Voor de ammonium- en nitraatmetingen werd een dergelijke nauwkeurigheid niet bekomen. De resultaten kunnen afwijken tot een factor 10, onafhankelijk van de situatie ter plaatse en zonder enige regelmaat. Alsook is er een gelijkmatige stijging van deze resultaten terug te vinden in functie van de tijd. Toch is bij overstortwerking een piek terug te vinden in de ammoniummetingen gemeten door de sonde doordat de waarden in de waterloop sterker dan een factor 10 stijgen.

### 2.3.7 Ammoniummetingen

De in de multiparametersondes gebruikte ammonium- en nitraatsensoren lijken eerder ongeschikt voor metingen in het veld. Daarom is bij de start van de zomer in 2020 een aparte ammonium analyser geïnstalleerd op de Warmbeek ter hoogte van Fierkens-Heikant (Sint-Huibrechts-Lille).

Dit meettoestel werkt op basis van colorimetrie. Het toestel wordt opgesteld in een meetkast en analyseert elk kwartier het ammonium gehalte in de waterloop. Uit de resultaten blijkt dat de meetmethode op basis van colorimetrie betrouwbare meetresultaten oplevert. Verder zijn er geen noemenswaardige problemen vastgesteld met de meettechniek en de instrumenten.

Aanvullend bij de metingen van de waterkwaliteit en van biologische parameters in de Dommel en de Warmbeek worden de metingen van peilen en debieten vermeld. VMM beheert het limnietrisch meetnet op de onbevaarbare waterlopen. De bestaande limnigrafen in het stroomgebied van de Dommel en de Warmbeek maken daar deel van uit. De metingen van peilen en debieten die permanent verzameld worden op deze meetplaatsen worden gebruikt voor het kalibreren en valideren van de waterkwantiteitsmodellen van Dommel en Warmbeek. De meetgegevens zijn online raadpleegbaar op [www.waterinfo.be](http://www.waterinfo.be). Voor het Dommel-Warmbeek gebied gaat het om 5 meetlocaties.



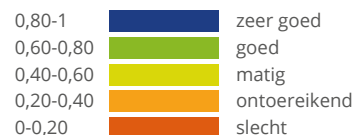
## 2.4 Analyse huidige toestand

### 2.4.1 Huidige toestand Dommel: hoog aantal overschrijdingen milieukwaliteitsnorm

Indien de huidige toestand van de waterkwaliteit wordt bekeken, is er te zien dat voor de Dommel continu moet worden ingezet op de aanpak van bedrijfslozingen, het reduceren van de riooloverstorteffecten en het verminderen van de nutriëntenbelasting vanuit de landbouw. Zo stijgen de sulfaat- en chloriden gehalten en de hiermee samengaande elektrische geleidbaarheid de laatste jaren terug tot ver boven de grenswaarden. Dit heeft ertoe geleid dat de Dommel sinds 2018 terug de beoordeling "slecht" behaalt. De drastische verhoging van de chlorideconcentraties zijn het gevolg van de toegenomen vuilvracht van het bedrijf Nyrstar, terwijl de stelselmatige verhoging van sulfaatconcentraties afkomstig zijn van het bedrijf Viskoteepak.

Voor de stikstof en fosfor gerelateerde parameters is er een lichte verbetering te zien. Een pijnpunt blijft echter ook het hoge aantal overschrijdingen van de milieukwaliteitsnorm door milieugevaarlijke stoffen. Zo zijn er in de laatste 15 jaren 31 verschillende overschrijdingen te tellen. Het gaat hierbij voornamelijk om zware metalen zoals arseen, cadmium, thallium, zink, kobalt, nikkel, zilver, fluoride, lood en seleen, maar ook enkele pesticiden, vluchtige organische stoffen en andere kankerverwekkende stoffen die de norm overschrijden. Velen zijn afkomstig van de zwaar vervuilde Eindergatloop.

Het behalen van de goede toestand tegen 2027 voor het aandachtsgebied van de Dommel zal nog een aantal gerichte inspanningen vergen. De evolutie van de basiswaterkwaliteit op het grenspunt van de Dommel is in **tabel 1** terug te vinden.



TABEL 1

Punt nummer	91000	91000	91000	91000	91000	91000	91000	91000	91000	91000	91000	91000
Jaar	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
BZV5 (mg)2/L / 90 percentiel	3,6	1,7	1,5	1,5	2,7			2,9	5,4	3,1	1,7	
Cl-(mg/L) / 90 percentiel	137	187	208	149	110	86	98	130	217	318	296	
CZV (mgO2/L) / 90 percentiel	38	27	26	27	31	24	29	34	34	24	24	
EC 20 (µS/cm) / 90 percentiel	850	1.150	1.128	883	679	596	650	798	1.066	1.520	1.388	
KjN(mgN/L) 90 percentiel	3,1	1,79	2,38	2,59	3,26	2,14	0	0	2,42	1,51	1,91	
N t (mgN/L) / zomergemiddelde (apr-sept)	5,04	4,21	3,74	4,8	5,01	3,93	3,13	4,43	4,07	3,7	3,63	
N03-(mgN/L) / 90 percentiel	4,4	3,89	4,53	4,19	4,44	3,68	4,2	4,14	3,2	4	3,18	
O2 (mg/L) / 10 percentiel	5,8	6,4	6,7	6,3	7,7	7,1	7,4	6,7	6,3	6,4	6,1	
O2 verz (%) / maximum	90	106	113	104	99	88	96	90	94	81	91	
oP04 (mgP/L) / jaargemiddelde	0,118	0,092	0,101	0,075	0,107	0,103	0,09	0,085				
oP04 f (mgP/L) / jaargemiddelde									0,084	0,031	0,031	
P t (mgP/L) / zomergemiddelde (apr-sept)	0,312	0,198	0,273	0,225	0,407	0,332	0,23	0,217	0,278	0,148	0,177	
pH (-) / maximum	7,4	7,6	7,6	7,6	7,3	7,2	7,3	7,2	7,2	7,2	7,1	
pH (-) / minimum	6,9	6,9	7	7,1	6,8	6,8	6,8	6,9	6,9	6,9	6,8	
S04=(mg/L) / jaargemiddelde	87	105	122	118	104	101	109	111	129	132	141	
T (°C) / maximum	17	18,4	17,2	18,8	18,7	19,7	17,8	19,6	20,2	19,5	21,7	
ZS (mg/L) / 90 percentiel	29	19,3	18,5	14,9	40,9	15,5	17,9	24,7	29,6	12	14,7	
Beoordeling FC	matig	ontoereikend	ontoereikend	matig	ontoereikend	matig	matig	matig	ontoereikend	slecht	slecht	
MMIF		0,5			0,8			0,8		0,55		

TABEL 2

Punt nummer	91000	91000	91000	91000	91000	91000	91000	91000	91000	91000	91000
Jaar	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
BZV5 (mg)2/L / 90 percentiel	3,2	1,4	0,8	1,5					2,2	2,4	
Cl-(mg/L) / 90 percentiel	45	44	53	41	48	40	51	48	54	61	58
CZV (mgO2/L) / 90 percentiel	24	16	21	24	24	23	26	30	24	18	21
EC 20 (µS/cm) / 90 percentiel	426	454	464	388	416	410	450	433	445	509	505
KjN(mgN/L) 90 percentiel	0	0	0	1,35	1,74	0,58	0	0	0	0	0,99
N t (mgN/L) / zomergemiddelde (apr-sept)	1,81	2,18	1,6	2,08	2,82	2,36	1,98	2,42	1,68	1,62	2,25
N03-(mgN/L) / 90 percentiel	2,484	2,89	2,85	2,66	2,99	2,46	2,99	2,4	2,3	2,78	2,37
O2 (mg/L) / 10 percentiel	7,6	8,2	7,4	8,3	8,5	8,9	8,8	7	8,3	8,4	7,5
O2 verz (%) / maximum	94	101	88	98	96	98	95	90	97	92	89
oP04 (mgP/L) / jaargemiddelde	0,055	0,039	0,043	0,038	0,046	0,069	0,034	0,041			
oP04 f (mgP/L) / jaargemiddelde									0,042	0,028	0,034
P t (mgP/L) / zomergemiddelde (apr-sept)	0,206	0,168	0,117	0,183	0,124	0,188	0,096	0,148	0,1	0,072	0,143
pH (-) / maximum	7,4	7,7	7,7	7,7	7,6	7,8	7,7	7,7	7,7	8	7,8
pH (-) / minimum	6,1	6,9	6,9	7,1	7,2	7	7	6,9	7,1	7,2	7,1
S04=(mg/L) / jaargemiddelde	57	62	62	56	58	54	63	65	64	65	64
T (°C) / maximum	18,7	18	18,4	18,2	18,9	15,7	17,4	18	22	19,2	20,2
ZS (mg/L) / 90 percentiel	14,4	11,9	7	13,6	14,3	11	11	13,9	9,7	9	14,4
Beoordeling FC	matig	matig	goed	matig	goed	matig	goed	matig	goed	goed	matig
MMIF	0,55	0,5			0,7			0,75		0,9	

### 2.4.2 Huidige toestand Warmbeek: voornamelijk overschrijdingen fosfor en stikstof

In het speerpuntgebied van de Warmbeek, waar de goede toestand reeds in 2021 dient gehaald te worden, zijn de te nemen maatregelen minder drastisch. De overschrijdingen situeren zich hier voornamelijk op de stikstof en

fosfor gerelateerde parameters. In de Warmbeek hebben de afgelopen 15 jaren nog slechts 7 overschrijdingen van de milieukwaliteitsnorm door milieu gevaarlijke stoffen plaatsgevonden. Het gaat hierbij voornamelijk om kobalt, nikkel, zink en cadmium die door historische vervuiling in de bovenloop van de Warmbeek in hoge concentraties worden teruggevonden. In **tabel 2** is de evolutie van de basiswaterkwaliteit op het KRW meetpunt "Domein de Bever" van de Warmbeek terug te vinden.

Basiswaterkwaliteit Dommel

"grenspunt/stenen brug" 10 jaren volgens KRW-normen

Basiswaterkwaliteit Warmbeek

"Domein de bever" 10 jaren volgens KRW-normen

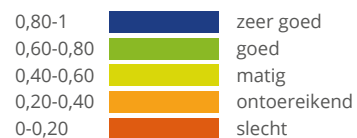


### 2.4.3 Resultaten meetnet biologie: matige aanwezigheid macrofyten

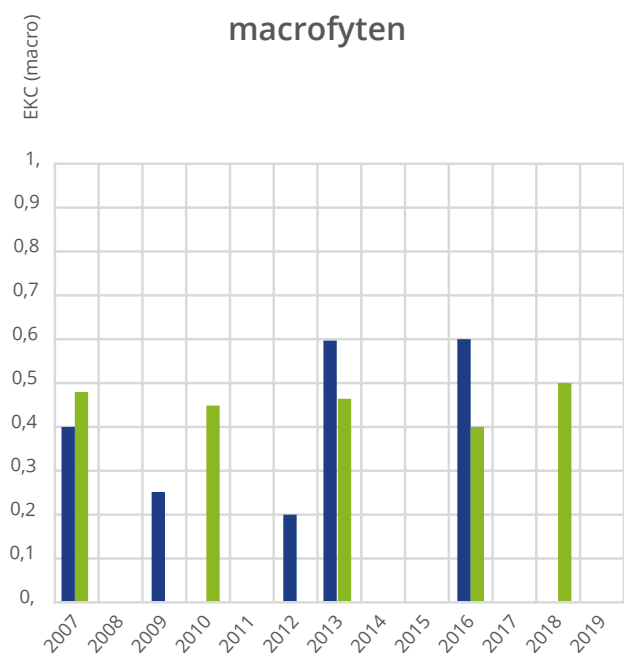
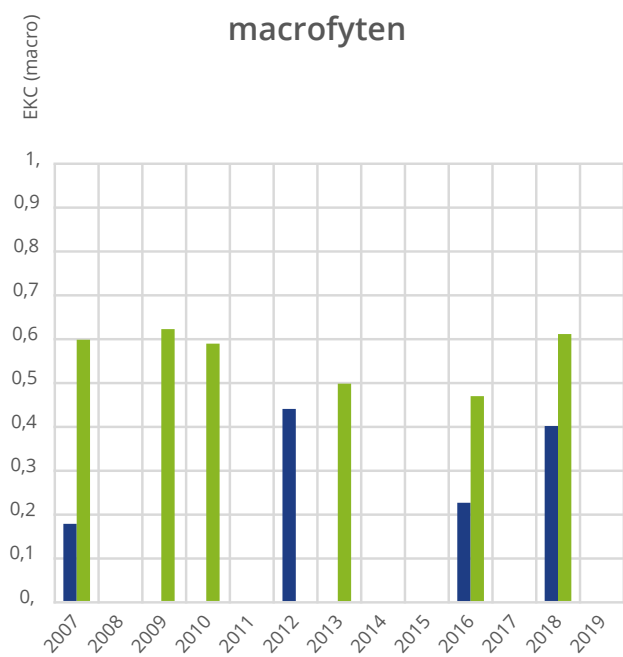
Voor de 3 biologische meetnetten macrofyten, macro-invertebraten en fyto-benthos wordt steeds het onderscheid gemaakt tussen het Vlaamse en het lokale waterlichaam. Voor de resultaten van de macrofyten, of waterplanten, die hier in onderstaande grafiek weergegeven zijn, valt op dat voornamelijk het lokale waterlichaam (L1) van de Dommel slechter scoort. De mindere scores in 2016 kunnen het gevolg zijn van de sterke neerslag in deze periode. Voor de zijlopen werden recent in 2019 nog macrofyten opnames uitgevoerd. Voor de Dommel scoort de Eindergatloop matig, De Bollisenbeek en Holvenloop scoren ontoereikend. De Prinsenloop als zijloop van de Warmbeek scoort goed. Het is belangrijk

om er op te wijzen dat resultaten onder invloed van de periode van bemonstering, het weer en eventueel uitgevoerde werken zoals slibruiming sterk kunnen wijzigen.

Bij de start van het project werden een aantal kwetsbare doelsoorten beschreven. Voor de macrofyten zijn dit de grote- en vlottende waterranonkel en de drijvende waterweegbree. De grote waterranonkel werd in 2016 en 2018 bij meerdere locaties op de Warmbeek opwaarts het Kanaal Bocholt-Herentals teruggevonden. Ook een éénmalige waarneming op de Holvenloop (2017) en op de Dommel (2013) bij het grenspunt valt te rapporteren. Het grootschalig afwezig blijven op de andere locaties alsook van andere doelsoorten is mede te wijten aan de nog niet optimale kwaliteit van onze waterlopen.



**Figuur 7** EKC (ecologische kwaliteitscoëfficiënt) waterplanten Dommel en Warmbeek 12 jaren volgens KRW-normen



■ DOMMEL L1  
■ DOMMEL

■ WARMBEEK L1  
■ WARMBEEK

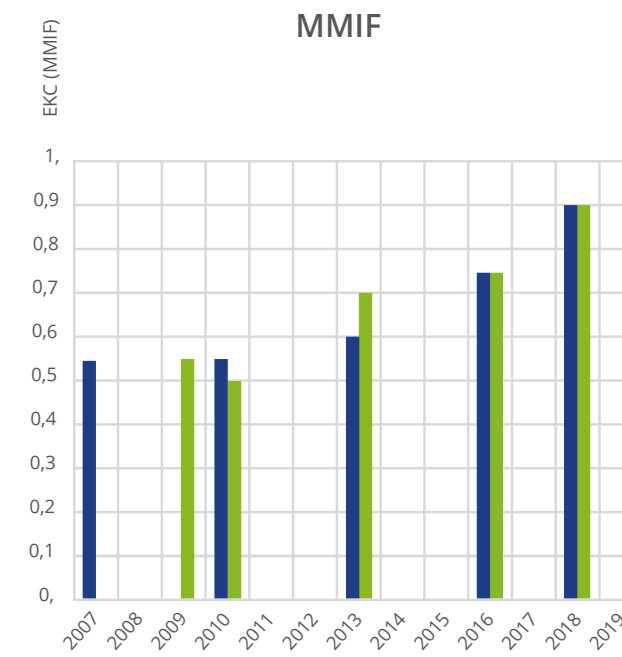
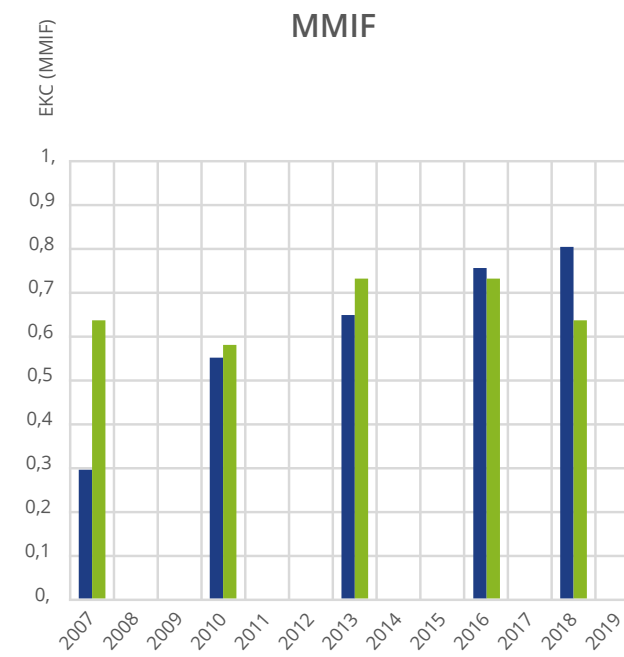
### 2.4.4 Resultaten meetnet biologie: verbetering macro-invertebraten

Bij de macro-invertebraten, de ongewervelde waterdier-tjes die met het blote oog waarneembaar zijn, is er de afgelopen jaren een sterke verbetering waarneembaar. In onderstaande grafiek is duidelijk dat voornamelijk het lokale waterlichaam van de Dommel en de volledige Warmbeek snel verbeteren tot respectievelijk goed en zeer goed. Het Vlaamse waterlichaam van de Dommel kende in 2018 een lichte terugval, vermoedelijk veroorzaakt door de stijgende vuilvracht van Nyrstar. Resultaten

voor de zijlopen van de Dommel dateren van 2017 en zijn voor de Bollisenbeek goed, Holvenloop en Eindergatloop scoren ontoereikend. De zijloop van de Warmbeek, de Prinsenloop, scoorde in 2018 zeer goed. Ondanks deze mooie resultaten heeft VMM nog geen enkele waarneming gerapporteerd van de doelsoorten gaffellibel en beekrombout in het larvale stadium. Echter werd op waarnemingen.be de gaffellibel in 2015 waargenomen aan de Dommel in het Hageven en werd de beekrombout al talrijke keren teruggevonden aan zowel de Dommel als de Warmbeek, zodat mag aangenomen worden dat deze soorten aanwezig zijn.



**Figuur 8** EKC (ecologische kwaliteitscoëfficiënt) macro-invertebraten Dommel en Warmbeek 12 jaren volgens KRW normen

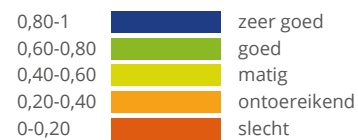


■ DOMMEL L1  
■ DOMMEL

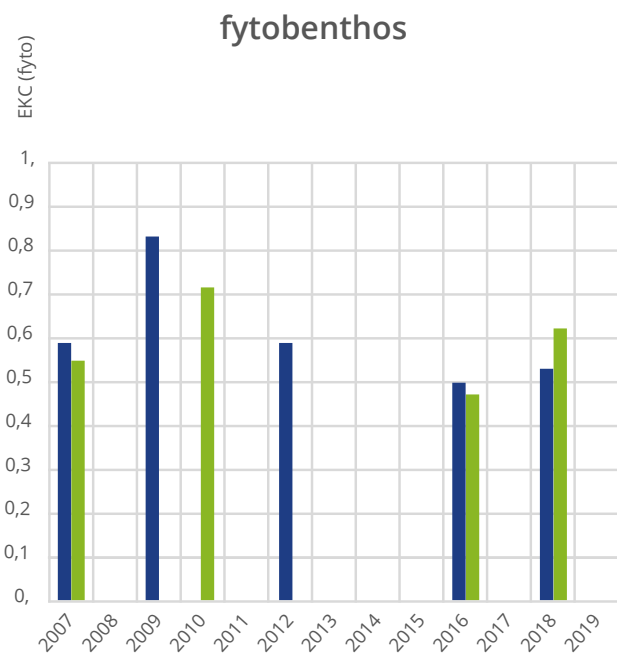
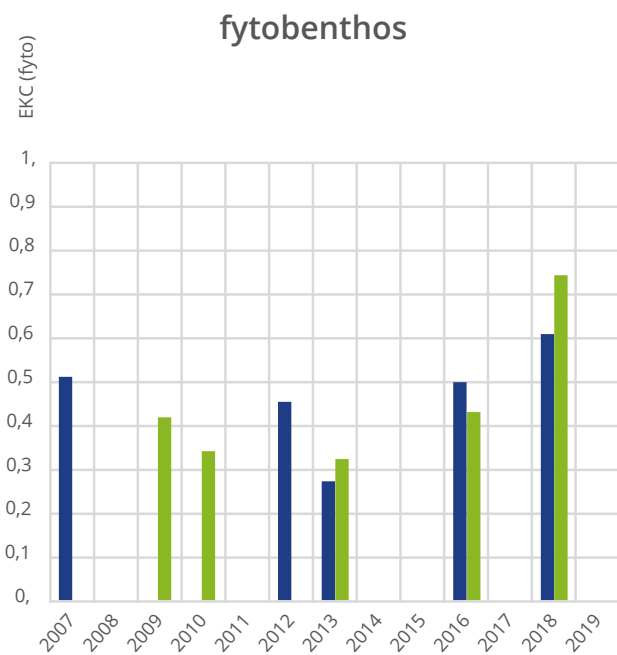
■ WARMBEEK L1  
■ WARMBEEK

### 2.4.5 Resultaten meetnet biologie: fytobenthos

Bij de resultaten voor het meetnet fytobenthos, dat alle vastgehechte microscopische algen omvat, is op de Dommel recent een duidelijke verbetering waar te nemen. De scores voor de Warmbeek blijven echter stabiel.



**Figuur 9** EKC (ecologische kwaliteitscoëfficiënt) fytobenthos Dommel en Warmbeek 12 jaren volgens KRW-normen



DOMMEL L1  
DOMMEL

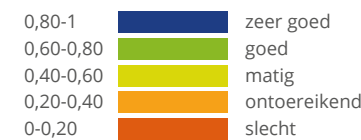
WARMBEEK L1  
WARMBEEK

### 2.4.6 Resultaten meetnet biologie: visbestand

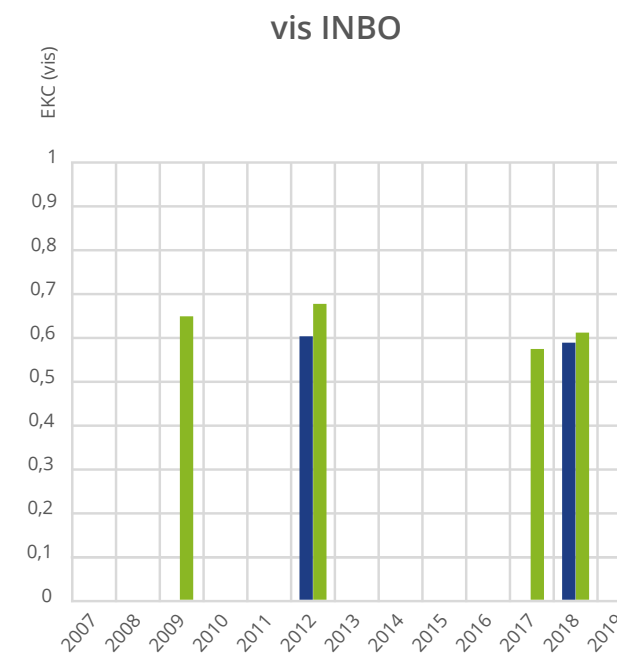
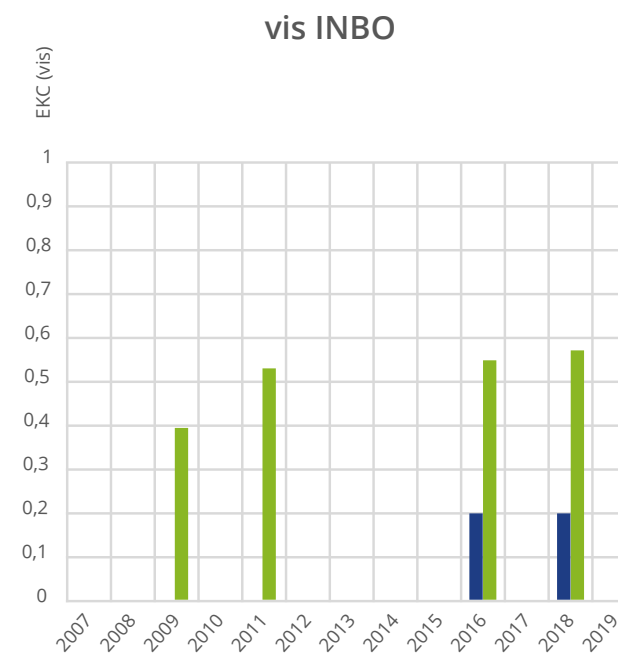
Het biologische meetnet vissen wordt beheerd en bemeenten door INBO. Op basis van deze resultaten blijkt de kwaliteit van het visbestand doorheen de jaren eerder stabiel te blijven. Het lokale waterlichaam van de Dommel blijft wel achter. Voor de zijlopen van de Dommel scoort de Holvenloop matig, de Bollisenbeek en de Eindergatloop scoren ontoereikend. De prinsenloop als zijloop van de Warmbeek scoort matig.

Voor IMPAKT! werd een bijkomende afwissing in 2019 uitgevoerd door de firma ATKB. Hiervoor werden 12 meetplaatsen bemonsterd die eerder al door INBO

werden aangedaan. Algemeen is voor de verschillende meetplaatsen een duidelijke achteruitgang waarneembaar. Het visbestand is zowel op de Dommel als op de Warmbeek in aantal achteruitgegaan. Ook de soortenrijkdom op de Dommel lag in 2019 lager ten opzichte van 2015. Voor de Warmbeek werd een vergelijkbare soortenrijkdom gerapporteerd ten opzichte van de eerdere meting. Een mogelijke oorzaak is de vroege datum van afwissing (10 april) of de niet volledig afgestemde meetmethode ten opzichte van het INBO. Wel viel er een verbeterde connectiviteit waar te nemen. Zo werden de migrerende rheofiele soorten winde en kopvoorn aange troffen stroomopwaarts van locaties waar voorheen sprake was van een migratiebarrière. Voorbeelden van recent opgeloste migratieknelpunten zijn de vistrap het Mulke en vismigratieknelpunt Broekkantmolen.



**Figuur 10** EKC (ecologische kwaliteitscoëfficiënt) vis Dommel en Warmbeek 12 jaren volgens KRW-normen



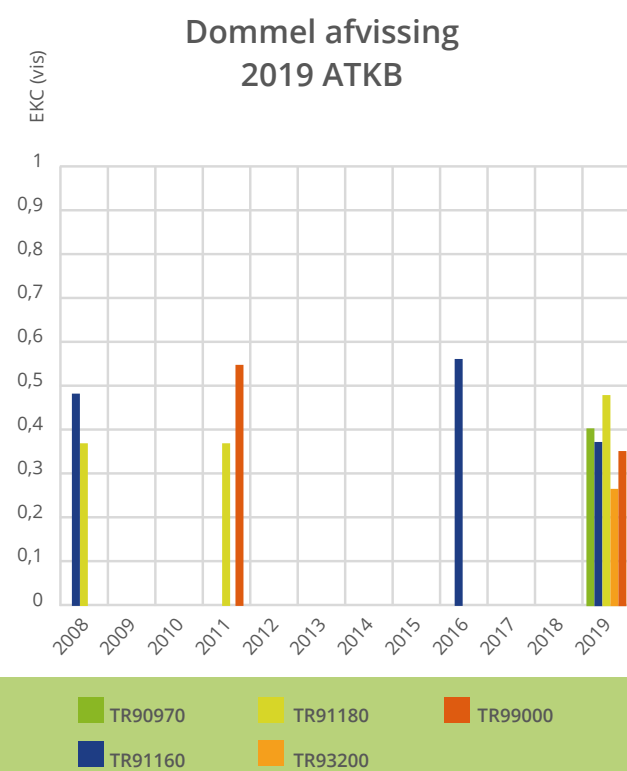
DOMMEL L1  
DOMMEL

WARMBEEK L1  
WARMBEEK



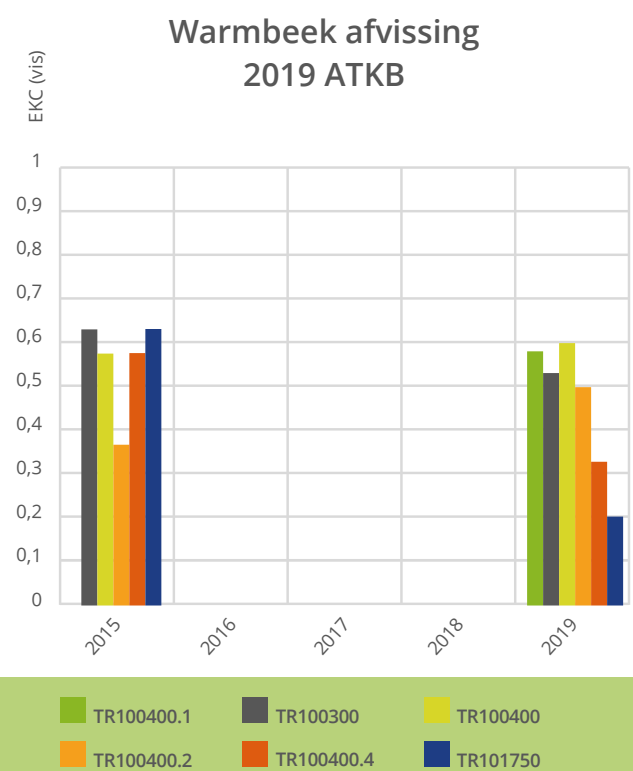
Ook voor het visbestand zijn een aantal kwetsbare doelsoorten beschreven. 2 daarvan, de kopvoorn en de serpeling, zijn de laatste 10 jaren in hun habitat over het gehele afstroomgebied teruggevonden. De winde werd in de afgelopen periode teruggevonden aan 't Mulke, stroomafwaarts op de Warmbeek, en op de Dommel en Bollisenbeek ter hoogte van de monding van de Bollisenbeek. De beekprik werd al een aantal keren waargenomen op de afwaartse gedeelten van de Warmbeek. Van de 2 overige beschreven doelsoorten, de rivierprik en de kwabaal, werd nog nooit een melding gemaakt. Bij de afvissing van 2019 werden de 4 doelsoorten enkel in het afwaartse gedeelte van de Warmbeek waargenomen.

**Figuur 11** EKC (ecologische kwaliteitscoëfficiënt) vis meetpunten ATKB volgens KRW-normen



### 2.4.7 Resultaten meetnet multiparametersondes

Het multiparametersonde meetnet heeft gedurende het project zeer veel data gegenereerd. Hieruit kunnen meteen een aantal zaken afgeleid worden. Indien de resultaten van de verschillende overstortevents met elkaar vergeleken worden valt op dat de effecten op de bemeten veldparameters in de zomerperiode beduidend hoger liggen dan deze in de winterperiode. Dit is enerzijds te wijten aan het hogere debiet in de waterlopen in de winterperiode, veroorzaakt door een hoger afstroomdebiet en een hogere grondwatertafel. Dit zorgt voor een sterkere verdunning van het overstortwater. Ook spelen de biologische processen in de waterloop onder invloed van de warmte een grotere rol in de zomerperiode. Zo zal organisch materiaal sneller worden afgebroken wat leidt tot een sterkere zuurstofval. De zomerperiode zal ook aanleiding geven tot een sterker 'first flush' effect. De 'first flush' bevat het sterkst vervuilde water afkomstig van de ophoping van vuil in voornamelijk



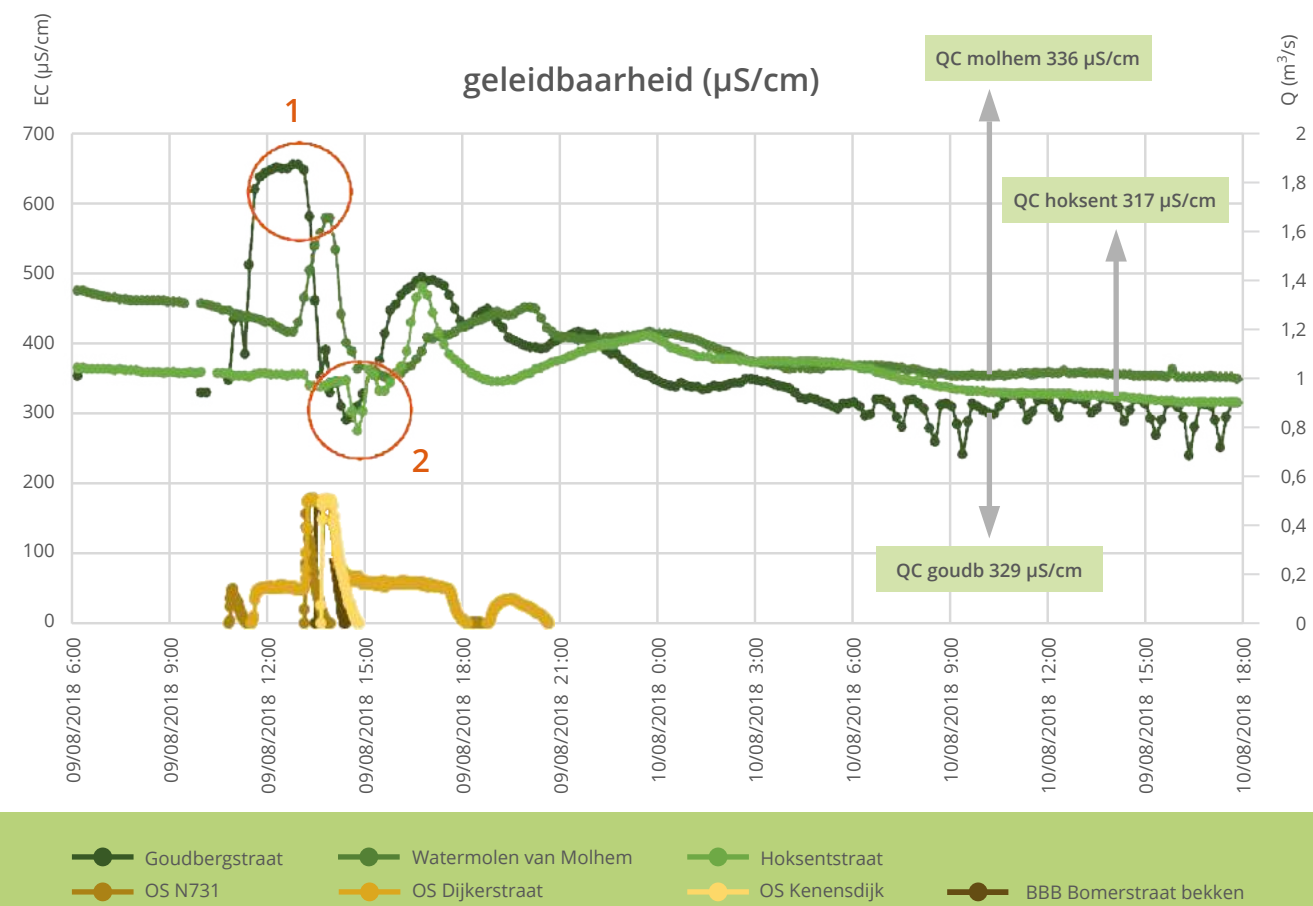
rioleringen en van verharde oppervlakten. Bij een regenbui zal het eerst toekomende water deze vervuiling terug in oplossing brengen en met zich meenemen. Hoe langer de voorgaande droge periode, hoe sterker deze 'first flush'. Hetzelfde proces speelt zich in lichtere mate af in drooggevallen grachten.

Tot slot leidt de hoge watertemperatuur tot een slechtere oplosbaarheid van zuurstof in water. Bij overstortwerking in de winterperiode stijgt de geleidbaarheid amper, terwijl deze door verdunning veel sterker daalt. Voor de zuurtegraad zijn deze seizoenverschillen minder beduidend.

In grote lijnen kunnen de volgende fases onderscheiden worden bij overstortwerking. Bijna altijd zijn deze fases ook zichtbaar in de grafieken.

- **FASE 1:** Een sterke stijging van de geleidbaarheid, tot 40%, veroorzaakt door de 'first flush' en eventueel een naburig overstort die al in werking is getreden. Vaak zal in deze fase de pH lichtjes stijgen. Het zuurstofgehalte begint te dalen.
- **FASE 2:** De 'first flush' is verdwenen. Het afstroomdebiet en overstortwater zijn maximaal aanwezig in de waterlopen. Door het verdunningseffect zakt de geleidbaarheid ver terug, tot 25% onder de basiswaarde. De zuurstofwaarden zakken zeer sterk tot bijna het laagste punt. De pH stijgt tot zijn hoogste punt, tot maximaal 0,5 eenheden hoger dan zijn basiswaarde.
- **FASE 3:** De hoeveelheid overstortwater neemt af en ook het afstroomdebiet wordt lager. De laagste zuurstofwaarden zijn nu pas terug te vinden. Vanaf dit tijdstip treedt er herstel op. De veldparameters bewegen zich terug richting hun basiswaarde.

**Figuur 12** Multiparametersonde meting EC (elektrische geleidbaarheid) + overstortdebieten tijdens overstortevent



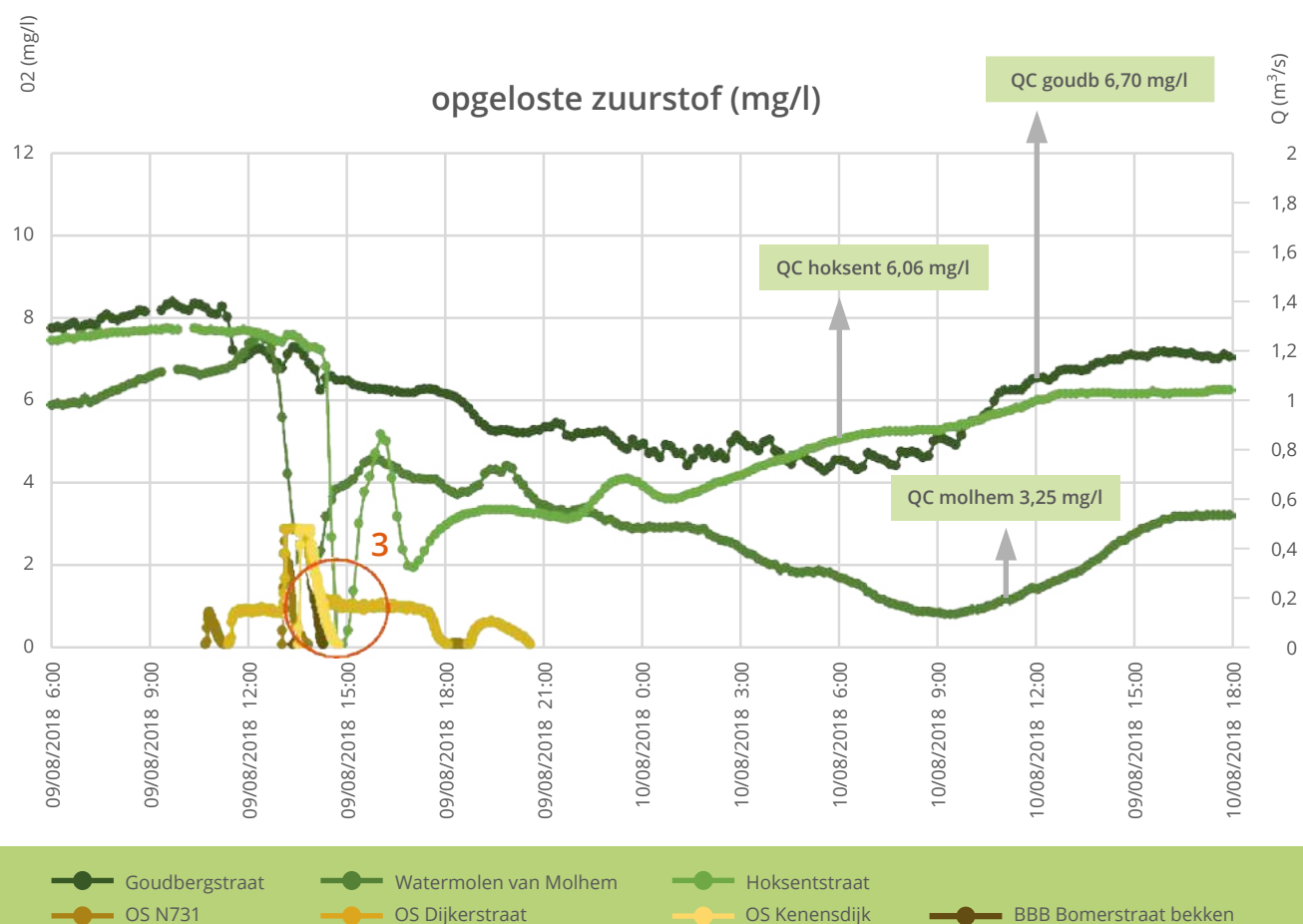
De herstelsnelheid is sterk afhankelijk van het seizoen, de hoeveelheid gevallen neerslag en de hoeveelheid overstortwater. Zo kan een zuurstofval in de lente bij een hoog afstroomdebiet al na een uur hoofdzakelijk hersteld zijn terwijl dit na een droge zomerperiode verschillende uren kan aanhouden, wat nefast kan zijn voor het biologisch leven in de waterloop.

Tijdens overstortwerking wordt tijdelijk een hogere en dus basischere pH waarde bekomen. Dit effect wordt veroorzaakt doordat overstortwater een basischere pH heeft dan de zure pH in de kempische waterlopen. Dit kan gevaarlijk worden indien het NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-NH<sub>3</sub> evenwicht richting het toxische NH<sub>3</sub> verschuift, maar zelfs bij een

sterke overstortwerking komen de pH waarden niet hoog genoeg en vormt dit geen probleem in de zuurdere kempische waterlopen. Enkel op de Warmbeek afwaarts het kanaal Bocholt-Herentals kan dit naar de toekomst toe een probleem worden. Door een sterker wordende doorsijpeling van kanaalwater met een hoge pH, afkomstig van Maaswater, wordt de oorspronkelijk zure Warmbeek op deze locatie meer basisch. Bij overstortwerking stijgt de NH<sub>4</sub>-concentratie in de waterloop drastisch en de basischere pH zorgt ervoor dat het evenwicht meer in de richting van het toxischere NH<sub>3</sub> verschuift. Momenteel zijn in de grafieken al pH waarden zichtbaar tot 7,7. Dit effect is het sterkst in de zomer wanneer de Warmbeek een klein debiet voert.

Tot slot is er een duidelijk versterkend effect van meerdere riooloverstorten achter elkaar. Hierdoor zal de slechte waterkwaliteit tijdens een overstortevent niet toe te schrijven zijn aan slechts 1 overstort. Het aanpakken van het grootste overstort kan wel leiden tot een aanzienlijke verbetering van de waterkwaliteit.

**Figuur 13** Multiparametersonde meting O<sub>2</sub> (opgeloste zuurstof) + overstortdebieten tijdens overstortevent



### 2.4.8 Toetsingskader O<sub>2</sub> multiparametersonde

De inzet van multiparametersondes heeft geleid tot een enorme hoeveelheid aan data waarmee we een analyse van de huidige waterkwaliteitstoestand beogen. De data-reeks voor de opgeloste zuurstof werd per locatie uitgezet in functie van de graad van O<sub>2</sub> daling en tijdsduur. Dit heeft geleid tot het ontstaan van een toetsingskader dat ons in staat stelt een beoordeling te doen over het effect van riooloverstortwerking op de waterloop. Uit deze toetsingskaders, die toegevoegd zijn in bijlagen, valt af te leiden dat de opgeloste zuurstof tijdens riooloverstortwerking op één jaar tijd vele malen tot onder de kritische

waarden duikt. Dit heeft nefaste gevolgen voor het biologisch waterleven en verklaart mede ook het afwezig zijn van gevoelige soorten.

Om tot een uniforme rapportering te komen werden deze resultaten getoetst aan het Kallisto toetsingskader van Waterschap De Dommel voor een basis beschermingsniveau waarvan hieronder de resultaten te vinden zijn. De kleurcode werd overgenomen uit de Kallisto studie voor het Nederlandse deel van het afstroomgebied van de Dommel in opdracht van het Waterschap De Dommel (Final report Kallisto WP5 – Integrated modelling, Flame-ling et al., april 2013). Het betreft 2 meetlocaties op de Warmbeek voor 2018 en 2019 en 3 meetlocaties op de Dommel voor 2018 en 2019.

Warmbeek opw P jaar 2018	zuurstof (mg/l) basis beschermingsniveau			Warmbeek afw K jaar 2018	zuurstof (mg/l) basis beschermingsniveau		
Duur frequentie / jaar	1-5 u	6-24 u	>24 u	Duur frequentie / jaar	1-5 u	6-24 u	>24 u
12 x	< 3,0	< 3,5	< 4,0	12 x	< 3,0	< 3,5	< 4,0
4 x	< 2,5	< 3,0	< 3,5	4 x	< 2,5	< 3,0	< 3,5
1 x	< 2,0	< 2,5	< 3,0	1 x	< 2,0	< 2,5	< 3,0

**Figuur 14** Toetsingskader O<sub>2</sub> Warmbeek 2018

Warmbeek opw P jaar 2019	zuurstof (mg/l) basis beschermingsniveau			Warmbeek afw K jaar 2019	zuurstof (mg/l) basis beschermingsniveau		
Duur frequentie / jaar	1-5 u	6-24 u	>24 u	Duur frequentie / jaar	1-5 u	6-24 u	>24 u
12 x	< 3,0	< 3,5	< 4,0	12 x	< 3,0	< 3,5	< 4,0
4 x	< 2,5	< 3,0	< 3,5	4 x	< 2,5	< 3,0	< 3,5
1 x	< 2,0	< 2,5	< 3,0	1 x	< 2,0	< 2,5	< 3,0

**Figuur 15** Toetsingskader O<sub>2</sub> Warmbeek 2019



Dommel Goudbergstr. jaar 2018	zuurstof (mg/l) basis beschermingsniveau		
Duur frequentie / jaar	1-5 u	6-24 u	>24 u
12 x	< 3,0	< 3,5	< 4,0
4 x	< 2,5	< 3,0	< 3,5
1 x	< 2,0	< 2,5	< 3,0

Dommel Molhem jaar 2018	zuurstof (mg/l) basis beschermingsniveau		
Duur frequentie / jaar	1-5 u	6-24 u	>24 u
12 x	< 3,0	< 3,5	< 4,0
4 x	< 2,5	< 3,0	< 3,5
1 x	< 2,0	< 2,5	< 3,0

Dommel Hoksent jaar 2018	zuurstof (mg/l) basis beschermingsniveau		
Duur frequentie / jaar	1-5 u	6-24 u	>24 u
12 x	< 3,0	< 3,5	< 4,0
4 x	< 2,5	< 3,0	< 3,5
1 x	< 2,0	< 2,5	< 3,0

Figuur 16 Toetsingskader O2 Dommel 2018

Dommel Goudbergstr. jaar 2019	zuurstof (mg/l) basis beschermingsniveau		
Duur frequentie / jaar	1-5 u	6-24 u	>24 u
12 x	< 3,0	< 3,5	< 4,0
4 x	< 2,5	< 3,0	< 3,5
1 x	< 2,0	< 2,5	< 3,0

Dommel Molhem jaar 2019	zuurstof (mg/l) basis beschermingsniveau		
Duur frequentie / jaar	1-5 u	6-24 u	>24 u
12 x	< 3,0	< 3,5	< 4,0
4 x	< 2,5	< 3,0	< 3,5
1 x	< 2,0	< 2,5	< 3,0

Dommel Hoksent jaar 2019	zuurstof (mg/l) basis beschermingsniveau		
Duur frequentie / jaar	1-5 u	6-24 u	>24 u
12 x	< 3,0	< 3,5	< 4,0
4 x	< 2,5	< 3,0	< 3,5
1 x	< 2,0	< 2,5	< 3,0

Figuur 17 Toetsingskader O2 Dommel 2019

Uit bovenstaande tabellen valt af te leiden dat het basisbeschermingsniveau zowel op de Dommel als op de Warmbeek grotendeels behaald wordt. Het opstellen van een toetsingskader met een hoog beschermingsniveau was helaas niet mogelijk vanuit de VMM data omdat hoge zuurstofwaarden (> 5mg/l) niet geverifieerd werden. Hierdoor is het niet mogelijk een uitspraak te doen over het effect op de gevoelige soorten.

#### 2.4.9 Resultaten ammonium analyser

Vanaf juni 2020 is er bijkomend ingezet op betrouwbare ammoniumresultaten door gebruik van een ammonium analyser op de Warmbeek in Sint-Huibrechts-Lille (Fierkens-Heikant). Tijdens de zomermaanden augustus en september werden de hoogste maandgemiddelden van 2 mg/l ammonium waargenomen. De laagste maandgemiddelden van 0,2 mg/l werden in de wintermaanden november tot en met januari gerapporteerd. Hierbij valt op dat in de zomermaanden

meer piekconcentraties zijn vastgesteld waarbij de ammoniumconcentratie van 3mg/l voor meer dan een half uur werd overschreden. De ammoniumpieken zijn het gevolg van riooloverstortwerking, agrarische activiteiten en afvloeiingen van landbouwerven en wordt versterkt onder invloed van neerslag. Bij de uitvoering van de meetcampagne werd ook een wederkerend patroon van ammoniumpieken waargenomen. De bron hiervan wordt nader uitgezocht.



## Virtueel verkennen (modelleren)

### 3.1 Nood aan een geïntegreerd model

Het gebruik van wiskundige modellen voor de diverse componenten van het watersysteem en/of de waterketen is in de afgelopen decennia gemeengoed geworden, zowel voor het begrijpen en analyseren van de werking van het systeem, als voor de voorspelling van hoe het systeem zal reageren op voorgestelde wijzigingen en ontwerpen. Omdat de verschillende modellen in het verleden vaak eenzijdig werden opgesteld door verschillende beheerders (rioolmodellen, waterloopmodellen, RWZI-modellen) en vanuit een bepaald perspectief (wateroverlastbeheersing, waterkwaliteitsverbetering, procescontrole) blijft het in de praktijk een hele uitdaging om ze op elkaar af te stemmen en tot een geïntegreerde optimalisatie van het volledige watersysteem te komen.

In Nederland werd eerder in het kader van het project Kallisto reeds een aanzienlijke stap vooruit gezet door de koppeling van een aantal bestaande detailmodellen en de opmaak van een vereenvoudigd integraal model voor het hele stroomgebied van de Dommel.<sup>2</sup>

In Vlaanderen hebben de partners binnen IMPAKT! in eerste instantie de nodige inspanningen geleverd om met maximaal behoud van de modellen die reeds beschikbaar waren, toch tot een consistente aanpak te komen. Dit heeft geresulteerd in het modelleringsprocesschema zoals getoond in **Figuur 18**.

Hoewel de resultaten van deze oefening kunnen gebruikt worden als input voor het integraal model op Nederlands grondgebied, en op die manier de bestaande saneringsvoorstellen kritisch te herevalueren, blijft de uitdaging om voor het gehele grensoverschrijdende stroomgebied één geïntegreerd model op te stellen.

<sup>2</sup> Langeveld, JG, Lorenzo Benedetti, JJM de Klein, Ingmar Nopens, Youri Amerlinck, A van Nieuwenhuijzen, T Flameling, O van Zanten, and S Weijers. 2013. "Impact-based Integrated Real-time Control for Improvement of the Dommel River Water Quality." *Urban Water Journal* 10 (5): 312–329. <http://hdl.handle.net/1854/LU-6848692>

<sup>3</sup> CSO (Combined Sewer Overflow) is de gebruikelijke Engelse afkorting voor riooloverstorten.

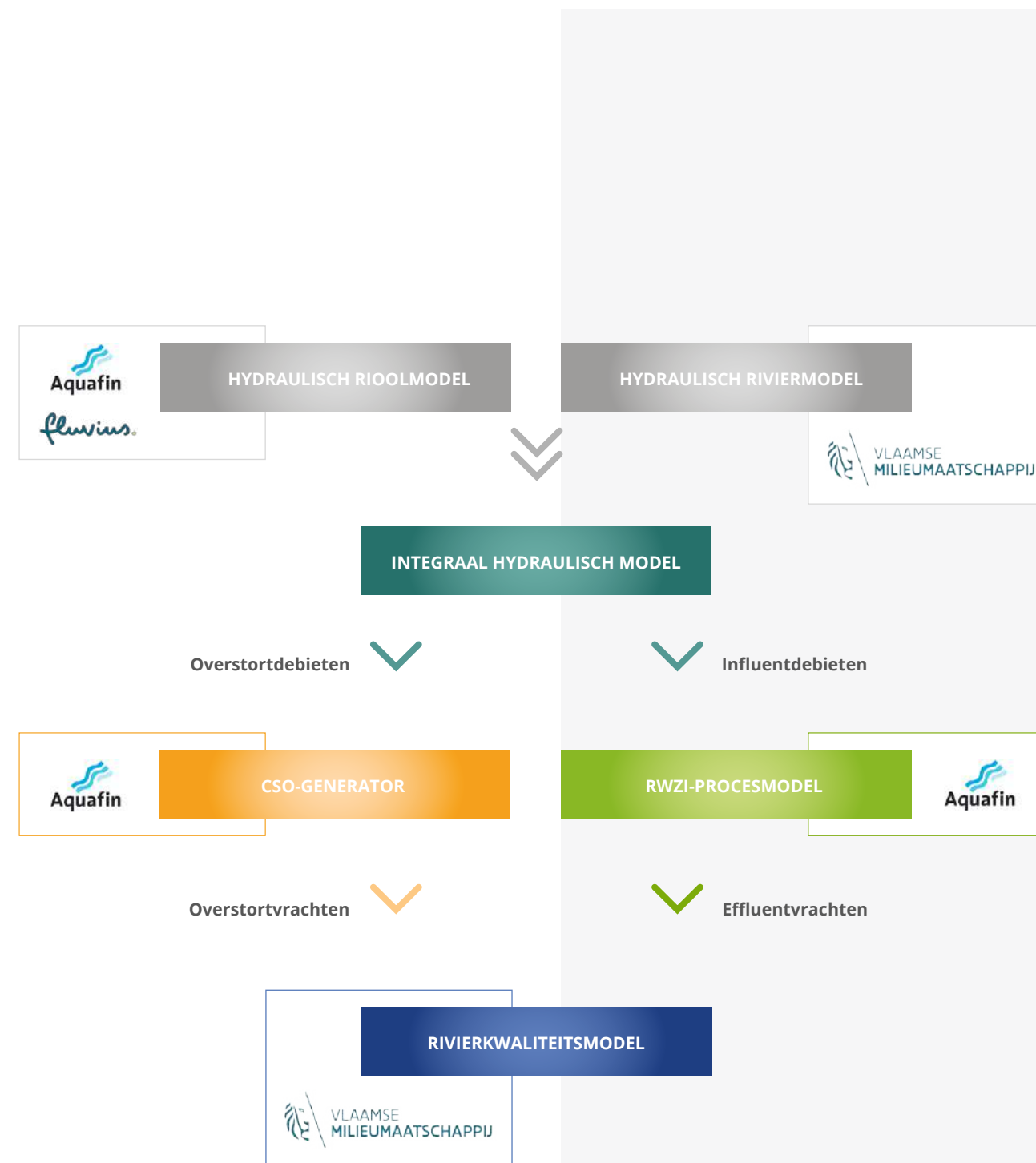
Het processchema van **Figuur 18** kan als volgt worden samengevat :

- De belangrijkste rioolgebonden lozingen op de waterloop die bij regenweer voor een verslechtering van de waterkwaliteit kunnen zorgen zijn die van de RWZI (langdurig verhoogd debiet met doorgaans verminderd zuiveringsrendement) en die van de riooloverstorten (korte maar mogelijk sterk vervuilde lozingen). In een eerste stap worden met behulp van een hydraulisch model (rioolstelsels, gekoppeld aan waterlopen) deze **lozingsdebieten berekend**;
- Vervolgens werden voor deze lozingsdebieten de corresponderende vuilvrachten berekend (met behulp van respectievelijk RWZI-procesmodellen en een nieuw ontwikkeld overstortmodel ("CSO-generator"<sup>3</sup>);
- Tenslotte werden deze vrachten in een laatste stap ingebracht in het rivierkwaliteitsmodel op basis waarvan de resulterende concentraties in het oppervlaktewater worden berekend.

Alle simulaties in dit processchema werden uitgevoerd met behulp van continue simulaties voor het ganse jaar 2017 (dit jaar werd gekozen als referentiejaar omdat dit het meest recente jaar was waarvoor voor alle modellen voldoende gegevens beschikbaar waren voor de validatie).

De gebruikte software zijn respectievelijk :

- InfoWorks ICM (Innovyze, UK) (hydraulische riool- en waterloopmodellen)
- Aqua3M en CSO-generator (door Aquafin in-house ontwikkelde modellen o.b.v. Matlab en Simulink)
- PEGASE (AquaPôle, Univ. Liège) (rivierkwaliteitsmodel)



**Figuur 18** Modelleringsprocesschema



## 3.2 Modelling rioolstelsel in Vlaanderen

Rioolmodellen worden doorgaans gebruikt voor het uitvoeren van hydraulische ontwerpberekeningen (controle van de dimensionering van nieuwe leidingen, pompstations, bufferbekkens e.d.). In het stroomgebied van Dommel en Warmbeek werden er in het verleden zowel door Aquafin als Fluvius een aantal modellen opge maakt, die na controle op compleetheid en validatie een volledig gebiedsdekkende weergave van de bestaande rioolstelsels omvatten. In totaal werden 5 zuiveringsgebieden <sup>4</sup> gemodelleerd (Eksel, Peer, Overpelt, Lommel en Achel) die zich uitstrekken over de gemeenten Hechtel-Eksel, Peer, Pelt, Lommel en Hamont-Achel.

Een belangrijk verschil met het routinematig gebruik van modellen in een ontwerpcontext, waar vaak met worst-case omstandigheden wordt gerekend, is dat het voor het IMPAKT!-project belangrijk was dat de modellen over een langere periode, waarin droge en nattere perioden elkaar afwisselen, betrouwbaar bleken te zijn. Voor de validatie werd daarom gebruik gemaakt van de volledige set van meetdata uit het in werkpakket 'Meten is Weten' aangelegde meetnet.

*Figuur 19 Voorbeeld van lozing met terugslagklep*

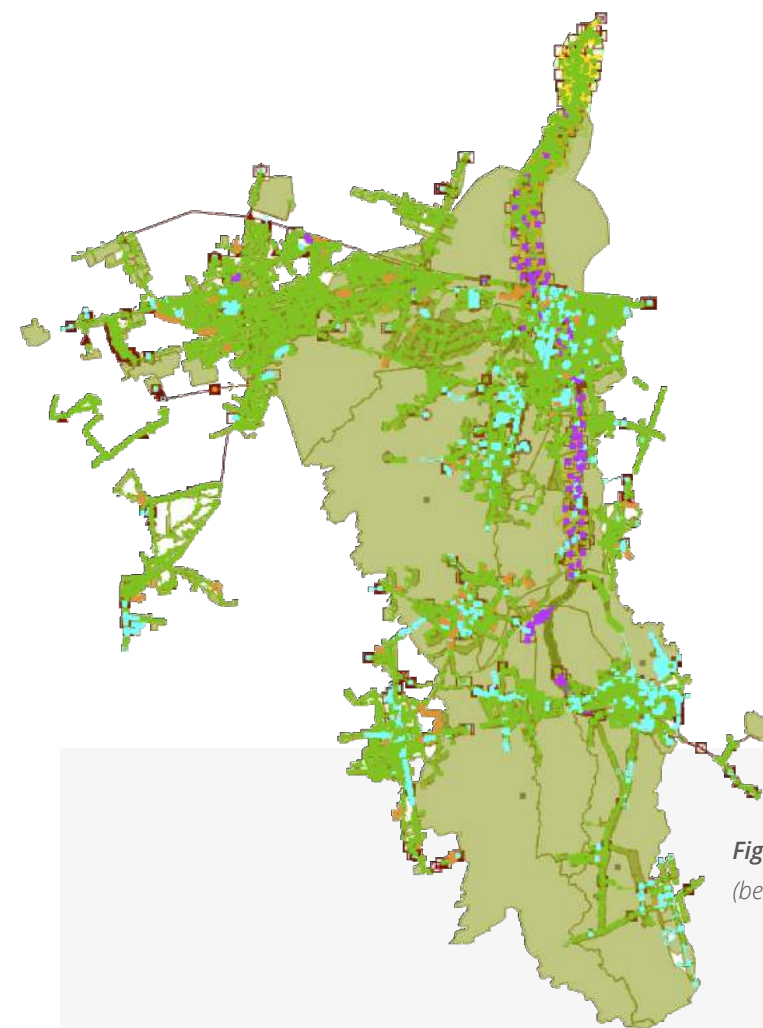


Een specifiek aandachtspunt bij de hydraulische modellering van rioolstelsels is de beïnvloeding door de waterloop waarop zij (via de overstorten) lozen. Vaak zijn overstorten voorzien van een terugslagklep (zie **Figuur 19**) die moet verhinderen dat bij hoge waterstanden van de waterloop deze laatste overloopt in de riolering, waardoor grote hoeveelheden relatief proper water onbedoeld naar de RWZI zouden worden afgevoerd. Op momenten dat terugslagkleppen deze terugstroming verhinderen is echter ook geen lozing mogelijk vanuit het rioolstelsel, wat zich vertaalt in toenemende opstuwning.

Om hier correct rekening mee te houden, werd beslist om de bestaande hydraulische waterloopmodellen van Dommel en Warmbeek (in het verleden opge maakt in opdracht van VMM) te integreren met de verschillende rioolmodellen. Hiervoor werden deze waterloopmodellen door VMM eerst omgezet van InfoWorks RS naar InfoWorks ICM. Deze koppeling heeft als voordeel dat slechts 1 model moet worden gebruikt voor alle overstortberekeningen in plaats van alle afzonderlijke rioolmodellen (zie **Figuur 20**).

Aquafin, Fluvius en VMM houden de oorspronkelijke modellen van rioolstelsels en waterlopen in eigendom en hebben een overeenkomst afgesloten voor het gezamenlijke beheer en onderhoud van het gekoppelde model.

<sup>4</sup> Een zuiveringsgebied is een gebied waarbinnen alle rioolstelsels (strikte afvalwaterriolen of gemengde afval- en regenwaterriolen) aansluiten (of in de toekomst zullen aansluiten) op een bepaalde RWZI. De begrenzing van het zuiveringsgebied valt meestal niet samen met de gemeentegrenzen.



*Figuur 20 Gekoppeld model voor stroomgebied Dommel (bevat zuiveringsgebieden Eksel, Peer, Lommel en Overpelt)*

## 3.3 Modelling rioolwaterzuiveringen (RWZI's) in Vlaanderen

Het Vlaamse gedeelte van het stroomgebied van de Dommel omvat vier rioolwaterzuiveringsinstallaties: Peer (lozend op de bovenloop), Eksel en Overpelt (lozend op de middenloop) en Lommel (lozend op de zijbeek Eindergatloop). Op de Warmbeek is er één RWZI, nl. Achel, die net op de grens met Nederland haar lozingspunt heeft.

Behalve Lommel (met een capaciteit van ongeveer 30.000 inwonerequivalenten (IE)) betreft het allemaal vrij kleine installaties (tussen de 10.000 en 15.000 IE). Doorgaans worden er voor dergelijke kleine installaties maar zelden RWZI-modellen opgesteld, omdat het hoofddoel van deze modellen vaak zit in de optimalisatie van complexe-

re sturingen en het minimaliseren van energieverbruik en slibproductie. De winst die op dat vlak bij kleine installaties te halen is, is eerder beperkt.

Omdat hier echter de focus ligt op het rendement van het zuiveringsproces bij langdurig regenweer, en wat dit aan impact heeft op de waterloop, werd voor elke installatie een nieuw model opgemaakt. Voor de kalibratie en validatie van deze modellen werd naast bestaande metingen (permanent bemonsteringsprogramma van VMM en interne procesmetingen door Aquafin) ook gebruik gemaakt van de bijkomende metingen in het kader van werkpakket 'Meten is weten'.

## 3.4 Modelling waterlopen in Vlaanderen

Het halen van de milieudoelstellingen in de waterlopen vergt een gerichte aanpak van verontreinigingsbronnen. Riooloverstorten hebben een schadelijke impact op de waterkwaliteit en op het biologisch leven, doch de omvang daarvan is meestal niet gekend. De permanente monitoring van de waterkwaliteit levert temporele informatie op individuele locaties in de waterloop. Kwantitatieve en kwalitatieve modellering is noodzakelijk om deze informatie te extrapoleren in de ruimte en de tijd. Gedetailleerde tijdsafhankelijke waterkwaliteitsmodellering is noodzakelijk.

Waterkwantiteits- en waterkwaliteitsmodellen voor Dommel (24 km), Warmbeek (20 km) in Vlaanderen en Midden- en Beneden-Dommel (45 km) in Nederland zijn ontwikkeld, waarmee tijdsafhankelijk de zuurstof- en nutriëntenbalans in de waterloop kan worden berekend. Waterschap de Dommel heeft de afgelopen jaren ervaring opgedaan met de gedetailleerde waterkwaliteitsmodellering van de waterlopen Boven-Dommel, Keersop, Tongelreep, Kleine Dommel en Stadsdommel.

VMM bouwt modellen voor het simuleren van de waterkwantiteit en de waterkwaliteit in de Vlaamse waterlopen. Voor waterkwantiteit wordt gewerkt met bestaande Infoworks RS modellen waarvan de gegevens in het kader van IMPAKT! voor Dommel en Warmbeek moeten uitgewisseld worden en omgezet naar het door Aquafin opgebouwde ICM model, teneinde de effecten van overstortwerking op de waterafvoeren kwantitatief correct te kunnen simuleren.

Voor waterkwaliteit werkt VMM met het door de Universiteit van Luik (Aquapole) ontwikkelde PEGASE model. Tot nu toe leverde dit model enkel dagoutputwaarden voor kwaliteitsparameters. Om effecten van overstortwerking ook kwalitatief te kunnen opvolgen in de waterloop werd in het kader van IMPAKT! een externe opdracht aan Aquapole om de software aan te passen zodat ook output met

een kleinere tijdstap (1 uur) ontsloten wordt, en voor meer geografisch detail. Voor het gehele jaar 2017 zijn uurlijkse niet-stationaire data in Pegase ingeladen om de RWZI-lozingen en overstorten exacter te kunnen modelleren. Hiertoe zijn uit het integrale model van Aquafin effluentgegevens opgeleverd op de locaties van RWZI-lozingen en overstorten in het stroomgebied. In de loop van de studie werden nog verdere aanpassingen doorgevoerd aan het Pegase model. Zo bleek de zuurstofconcentratie van de lozing belangrijk voor de diepte van de zuurstofdip, en bijgevolg ook de Kallisto-score. Standaard werd de concentratie van opgeloste zuurstof op 0 mg/L ingesteld op, met te diepe zuurstofdips tot gevolg.

Wegens het ontbreken van zuurstofmetingen in de lozingen van de overstorten en de RWZI werd de zuurstofconcentratie ingesteld op de stroomopwaartse zuurstofconcentratie in de waterloop, waardoor in de waterloop het effect van de lozing van de BZV- & CZV-vracht van de lozing bepalend is voor de zuurstofdip. Ook werd de aanpak voor de scenario's aangepast naar een 'specifiek debiet aanpak'. De berekening van specifieke rivierdebieten in Pegase sterk werd beïnvloed door hoge overstortlozingen. In het bijzonder was hier de tijdsresolutie waarmee de overstortdebieten in Pegase werden ingevoerd een probleem, wat leidde tot lage debieten bovenstrooms.

De specifieke debieten werden éénmalig bepaald via een baserun en deze debieten werden vastgelegd voor alle scenario's. Door deze aanpak houden lokale veranderingen in lozingen direct verband houden met verschillen in overstorten per scenario, conform het doel van de scenario's. Een nadeel van deze aanpak is dat het de concentratie-effecten enigszins kan versterken door het gebruik van dagdebieten in de rivier tegenover sub-uurlijkse waarden voor de overstorten.

## 3.5 Modelling in Nederland

De opbouw zelf van het Dommel-Warmbeek PEGASE model en de scenario-berekeningen werd uitbesteed via een algemene offerteaanvraag. De resultaten van deze studie en de modelontwikkelingen zijn uitgebreid beschreven in het rapport "Scenario-modellering in Dommel-Warmbeek met het waterkwaliteitsmodel Pegase (228p)", uitgevoerd door Hydroscan. In dit rapport wordt een samenvatting van de resultaten van de scenario's weergegeven en één scenario betreffende de overstortbehandeling van de overstortwerking bij RWZI Achel werd uitgebreid geïllustreerd in 4.4.5.

Het eindresultaat was een waterkwantiteits- en kwaliteitsmodel van de waterlopen in het stroomgebied vanaf de bron in Vlaanderen tot aan het einde van het beheergebied van Waterschap de Dommel. Het betreft in totaliteit een lengte van meer dan 150 kilometer aan waterlopen. Met scenario-berekeningen zijn verschillende ingrepen inzake beheer en sturing van de saneringsinfrastructuur gesimuleerd, en zijn effecten van alternatieve en innovatieve vormen van (overstort)sanering op de waterkwaliteit en aldus op doelsoorten met elkaar vergeleken, met als doel de meest kostenefficiënte ingrepen te selecteren.

De rioleringsmodellen van het afvalwatercluster Eindhoven zijn door Waterschap de Dommel in samenwerking met gemeenten in de jaren 2009-2012 geactualiseerd. Hierbij is gebruik gemaakt van een voor dit doeleinde geïnstalleerd meetnet (niveaumetingen in het stelsel en bij overstorten). Doorgevoerde mutaties hebben geleid tot o.a. bijstelling van de investeringsprogrammering in het beheer van de riolering.

Van de rioolwaterzuivering Eindhoven op het Nederlands gedeelte van het beschouwde stroomgebied is een gekalibreerd model ontwikkeld door de Universiteit van Gent. Het model werd gebruikt voor het doorrekenen van maatregelenscenario's in het project Kallisto. Deze modelstudie heeft reeds geleid tot het doorvoeren van diverse procesoptimalisaties in de bedrijfsvoering van deze grote rioolwaterzuivering en zal als zodanig blijvend gebruikt worden als instrument bij de te realiseren maatregelen in werkpakket Zien is Geloven.





# 04



## Maatregelscenario's

### 4.1 Inleiding

De goede ecologische toestand in de Dommel en Warmbeek wordt vandaag nog niet gehaald als gevolg van verschillende lozingen die de waterkwaliteit in de rivier en de daaraan gerelateerde ecosystemen negatief beïnvloeden. Meer bepaald kunnen bij regenweer vanuit de verschillende riolerings- en waterzuiveringssystemen regelmatig vrij korte maar vaak sterk vervuilde pieklozingen optreden. Het doorrekenen van maatregelscenario's is bedoeld om te bepalen welke maatregelen kosteneffectief zijn om de negatieve effecten van pieklozingen op de Dommel en Warmbeek te beperken of weg te nemen.

Om een goed beeld te kunnen krijgen van de effecten van maatregelen moeten een aantal stappen worden doorlopen:

1. opstellen en afijken basismodel
2. bepalen nul-scenario
3. opstellen verbeterscenario's
4. effecten verbeteringen bepalen aan de hand van vergelijking met het nulscenario
5. bepalen welke maatregelen in relatie tot de kosten het meest effectief zijn

Als toetsingskader voor de effectiviteit van de maatregelen wordt de Kallisto-scoringsmethodiek gebruikt. Deze bestaat erin om de variatie doorheen de tijd van concentraties van opgeloste zuurstof en ammonium in de waterloop uit te drukken onder de vorm van een score tussen 1 (zeer goed) en 5 (slecht).

#### Kallisto-toetsing

De Kallisto-toetsing is een ecologisch toetsinstrument dat opgesteld werd om specifiek het voorkomen van lage zuurstofconcentraties en hoge ammoniumconcentraties in oppervlaktewater te beoordelen op mogelijke effecten op het aquatisch ecosysteem (flora en fauna). Hierbij wordt uitgegaan van een aantal grenswaarden die bij een bepaalde combinatie van frequentie en duur van voorkomen de overlevingskansen van relevante ecologische species bepalen.

Voor elke locatie worden de (gemeten of gemodelleerde) concentraties geanalyseerd naar frequentie en duur van onder- of overschrijding van de verschillende grenswaarden en wordt voor elke grenswaarde een score (1-5) toegekend in functie van de verhouding van de werkelijke frequentie t.o.v. de toegelaten frequentie (zie voorbeeld in Tabel 3). De globale Kallisto-score voor die locatie is dan de slechtste score over alle grenswaarden. Op deze manier kan de huidige ecologische toestand van een rivier op een eenvoudige manier worden vergeleken met de mogelijk verbeterde toestand tengevolge van een aantal uitgevoerde maatregelen.

locatie 91 jaar 2018	zuurstof (mg/l) hoog beschermingsniveau			zuurstof (mg/l) basis beschermingsniveau			zeer goed goed matig ontoereikend slecht
	duur frequentie / jaar	1-5 u	6-24 u	>24 u	1-5 u	6-24 u	
12 x	< 5,5	< 6,0	< 7,0	< 3,0	< 3,5	< 4,0	
4 x	< 4,0	< 5,5	< 6,0	< 2,5	< 3,0	< 3,5	
1 x	< 3,0	< 4,4	< 5,5	< 2,0	< 2,5	< 3,0	

**Tabel 3** voorbeeld van Kallisto-scores per grenswaarde; de resulterende Kallisto-score voor deze locatie is 5 (slecht) indien een hoog beschermingsniveau vereist is en 2 (goed) bij een basis beschermingsniveau

De toepassing van de standaard Kallisto-methode op de modelleringsresultaten voor Dommel en Warmbeek leidden op veel locaties tot een score 5 (slechte waterkwaliteit), wat vooral te verklaren was door een overschatting van de effecten van kortstondige (1-5 uur) zuurstofdalen. In de praktijk wordt verwacht dat de ecologie snel herstelt na kortstondige zuurstofdalingen, zolang deze een beperkt aantal keer per jaar voorkomen.

De beoordelingsmatrix toegepast bij de scenario-analyse werd daarom voor Vlaanderen aangepast zoals weergegeven in Tabel 4.

Duur frequentie / jaar	kallisto basic basisbeschermingsniveau		
	1-5 u	6-24 u	>24 u
12 x	< 3,0	< 3,5	< 4,0
4 x	< 2,5	< 3,0	< 3,5
1 x	< 2,0	< 2,5	< 3,0

Tabel 4 Aangepaste Kallisto-scores voor duur en frequentie van lage zuurstofconcentraties [mg O2/l]

## 4.2 De basis

### 4.2.1 Referentietoestand 2017

Het basismodel wordt opgebouwd en afgeijkt op basis van beschikbare meetdata. Omdat er heel wat verschillende deelmodellen nodig zijn om tot een finaal rivierkwaliteitsmodel te komen (riolen, rwzi's en waterlopen) moet een referentieperiode worden gekozen waarvoor voor al deze deelmodellen consistente data beschikbaar zijn. Tijdens de studie was 2017 het meest recente jaar waarvan voldoende gegevens beschikbaar waren en bijgevolg werd dit gekozen als referentiejaar.

Omdat de focus voor verbetering van de waterkwaliteit lag op de opgeloste zuurstofgehalten in de waterloop, werd bij de afijking van het rivierkwaliteitsmodel de meeste aandacht besteed aan de overeenkomst van deze modelresultaten met de beschikbare meetdata.

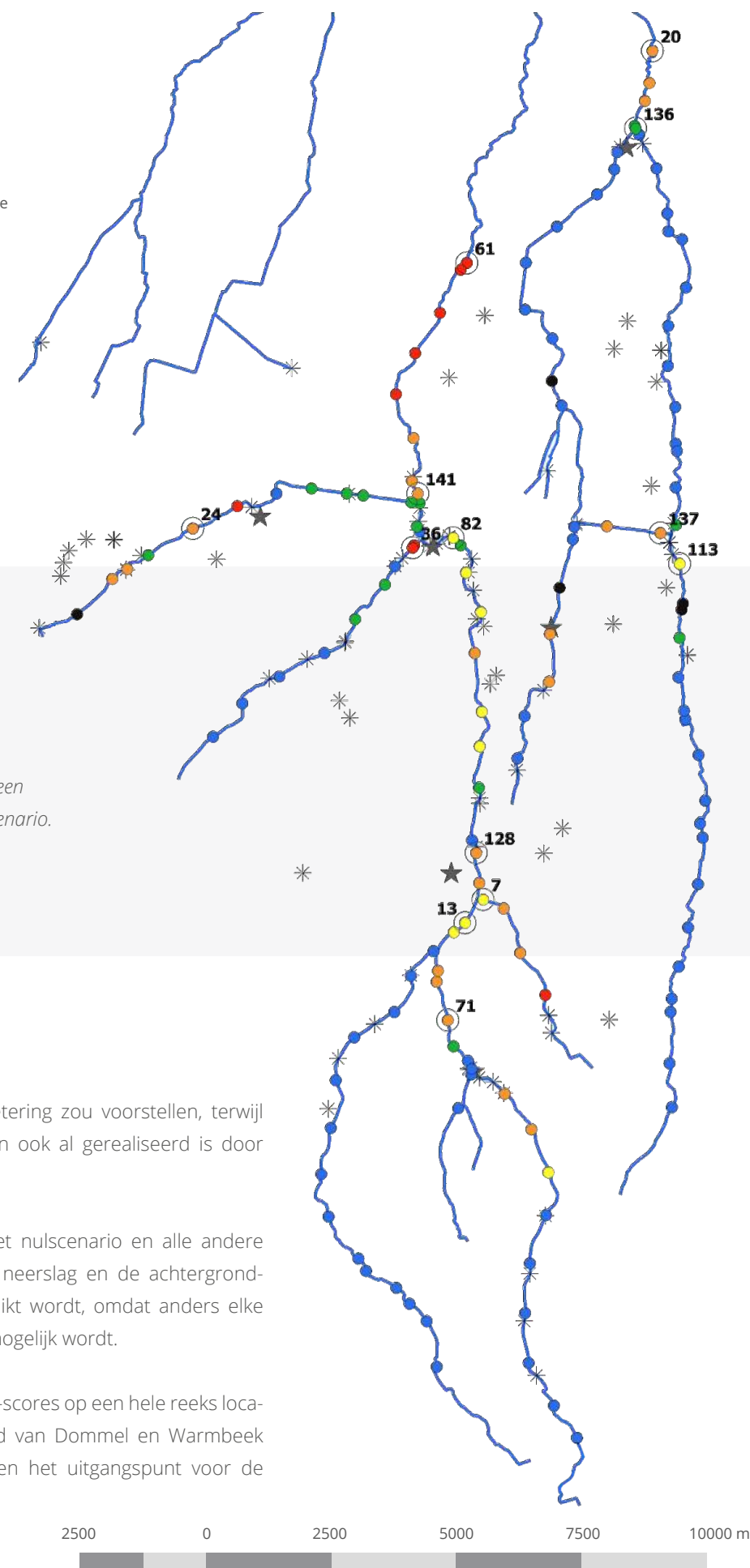
### 4.2.2 Nulscenario

Omdat de scenarioberekeningen in de loop van 2019 en 2020 werden uitgevoerd, was er op dat moment al een soort van discrepantie tussen het referentiemodel 2017 en de "huidige" toestand. Immers, ook in de loop van 2018 en 2019 werden in het stelsel al een aantal aanpassingen uitgevoerd, en een aantal andere projecten staan op het punt om uitgevoerd te worden.

Om die reden wordt bijkomend het "nulscenario" gedefinieerd : dit is een voorstelling van de toestand zoals die zou zijn als alle op het moment van scenario-analyse (= medio 2019) concreet aangegane engagementen zullen gerealiseerd zijn. Dit vormt een meer realistische vergelijkingsbasis voor de verdere scenario's : het zou immers misleidend zijn als een scenario t.o.v. het referentiemodel

### LEGENDA

- hydrografie
  - ★ rioolwaterzuiveringsinstallatie
  - \* overstorten
  - graphs ID
- Kallisto (score)
- 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5
  - vermoedelijk outlier



Figuur 21 Kallisto scores in een reeks locaties voor het nulscenario.

2017 een bepaalde verbetering zou voorstellen, terwijl die ondertussen misschien ook al gerealiseerd is door een ander lopend project.

Wel is het zo dat voor het nulscenario en alle andere scenario's nog steeds de neerslag en de achtergrondvervuiling van 2017 gebruikt wordt, omdat anders elke objectieve vergelijking onmogelijk wordt.

In figuur 21 zijn de Kallisto-scores op een hele reeks locaties in het afstroomgebied van Dommel en Warmbeek weergegeven. Deze vormen het uitgangspunt voor de toetsing van de scenario's.



## 4.3 Overzicht verbeteringsmaatregelen

Omdat er heel wat locaties zijn waar mogelijke verbeteringsmaatregelen kunnen worden gedefinieerd, en omdat de verschillende invloedszones van deze maatregelen elkaar geheel of gedeeltelijk kunnen overlappen, zouden er theoretisch tientallen of honderden mogelijke combinaties moeten worden doorgerekend. Dit is in de praktijk niet haalbaar, en dus werd een pragmatische aanpak vooropgesteld met groepen van maatregelen in bepaalde zones die vooraf verondersteld werden mekaar niet te beïnvloeden.

### Maatregelen bovenloop Dommel (+ Peerderloop)

De waterkwaliteit is hier momenteel onvoldoende als gevolg van overmatige overstorting ter hoogte van de RWZI Peer (Kleine Beek-Dommel) en ter hoogte van het beginpunt van de Peerderloop aan de N73.

- Overstort RWZI Peer: momenteel is er een probleem met de hydraulische werking van het afwaartse deel van het collectorenstelsel. Hierdoor fungeert de overstort Goudbergstraat/Dijkerstraat (lozend op de Kleine Beek) als 'eerstwerkende overstort' van de RWZI, terwijl deze eigenlijk oorspronkelijk enkel bedoeld was als lokale overstort voor het gedeelte Wijchmaal. De bestaande niveaus in deze omgeving maken een oplossing niet vanzelfsprekend. Eerste resultaten lijken in de richting te gaan van een (groot) bergbezinkbekken aan de RWZI, gecombineerd met een lokaal pompstation in de Goudbergstraat.
- Afkoppeling N73, hoewel het grootste deel van de N73 (Ringlaan Peer) op zich reeds gescheiden afwatering heeft, sluit een groot deel van de RWA uiteindelijk toch nog op de gemengde collectoren aan. Bekeken is hoe de RWA doorgesplitst kan worden naar de bovenloop van de Peerderloop, in aanvulling op de gemeentelijke subsidieprojecten die hieromtrent reeds door Fluvius werden voorbereid.

### Maatregelen Holvenloop

De waterkwaliteit van de Holvenloop is momenteel onvoldoende als gevolg van overmatige werking van de overstort Houtmolenstraat.

- Afkoppeling industrieterrein Nolimpark (Pelt): de werking van de overstort Houtmolenstraat wordt in zeer grote mate bepaald door de afwatering van het industrieterrein dat aansluit op het lokaal stelsel waarop deze overstort zich bevindt. Fluvius werkt momenteel aan een globaal afkoppelingsplan, waarbij het regenwater (voor zover het niet kan infiltreren) in hoofdzaak naar de Eindergatloop zou worden afgeleid. Aangezien er nog geen verdere details bekend zijn, werd enkel een maximalistisch scenario doorgerekend waarin het industrieterrein volledig is afgekoppeld van het lokaal stelsel.

### Maatregelen Midden- en benedenloop Dommel

In de benedenloop van de Dommel is er een onvoldoende waterkwaliteit als gevolg van een cluster van lozingen rondom de RWZI Overpelt (verscheidene overstorten, de lozing van de RWZI zelf, en het effect van de instroom van vervuilde zijbeken Holvenloop en Eindergatloop).

- Overstortbehandeling RWZI Overpelt: op het terrein van de RWZI Overpelt zou een behandelingsinstallatie kunnen worden gebouwd voor de overstort Hoekstraat die zich hier vlakbij bevindt. Deze maatregel werd aanvankelijk reeds voorgesteld als uitvoeringsproject binnen het IMPAKTI-project, maar bleek niet meer realiseerbaar binnen het beschikbare tijdsbestek. Omdat deze overstort deel uitmaakt van de bovenvermelde cluster van lozingen in deze omgeving, wordt dit voorstel alsnog als een verbeteringsszenario uitgewerkt. Als ontwerpdebiet voor de installatie werd 200 l/s gekozen.

### Maatregelen bovenloop Warmbeek (+ Prinsenloop)

Hoewel de bovenloop van de Warmbeek over het algemeen een goede waterkwaliteit vertoont, doen zich toch problemen voor in de zone rond de samenvloeiing met de Prinsenloop. Deze kunnen het gevolg zijn van vervuiling van de Prinsenloop zelf, maar evenzeer van enkele overstorten net opwaarts daarvan.

- Scenario uitbreiding pompcapaciteit Jos Verlindenstraat/Sint-Antoniusweg : dit pompstation heeft momenteel maar ongeveer 65% van de pompcapaciteit die men bij een standaardontwerp zou verwachten. Hierdoor treedt zeer snel overstorting op naar het naastgelegen bergbezinkbekken, dat op zich eigenlijk ook te klein is in functie van de optredende volumes (maar waar uitbreiding niet evident is), en waardoor uiteindelijk te veel overstorting naar de Prinsenloop optreedt. In dit scenario wordt bekeken wat de impact is van een verhoging van de pompcapaciteit naar 6Q14.
- Scenario uitbreiding bergbezinkbekken Fierkens: het bergbezinkbekken Fierkens lost op de Warmbeek net opwaarts van de samenvloeiing met de Prinsenloop. Binnen het IMPAKTI-project wordt door VMM een bijkomend rietveld gebouwd op deze lozing. In dit scenario wordt bekeken wat het verschil in impact zou zijn tussen dit rietveld en een verdubbeling van het bestaande bergbezinkbekken.

### Maatregelen benedenloop Warmbeek

Afwaarts van de grensovergang verslechtert de kwaliteit van de Warmbeek als gevolg van overmatige overstortwerking ter hoogte van de RWZI Achel, die zich net op de grens bevindt.

- Overstortbehandeling RWZI Achel: er werden scenario's doorgerekend voor een behandelingsinstallatie met een debiet van zowel 200 l/s als 400 l/s.



## Effect van oplossings- en verbeteringsscenario's

### 4.4.1

#### Maatregelen bovenloop Dommel en Peerderloop

Binnen deze groep maatregelen werd nagekeken wat het effect is van elk van deze maatregelen op zich (RWZI Peer en afkoppeling N73) en van de combinatie van beide.

##### Impact op de lozingen

De voorgestelde doorkoppeling van de RWA-riolering N73 leidt op de Peerderloop tot een aanzienlijke daling van de vuilvracht van overstort 'OS Op De Kippen' (39 %). Het effect op de overstortingen naar de Kleine Beek en de Dommel (als gevolg van hydraulische interacties in het rioelstelsel) is beperkt.

De aanpassingen ter hoogte van de RWZI (BBB+PS) leiden tot zeer belangrijke reducties van de overgestorte vuilvrachten naar de Kleine Beek (> 70%). Als gevolg van hydraulische interacties in het stelsel is er ook een kleine vermindering (ca. 10 %) van de overgestorte vuilvracht naar de Peerderloop en zijn er kleine wijzigingen in het overstortgedrag van enkele andere lokale overstorten naar de Dommel.

De combinatie van beide maatregelen heeft een gunstig effect op zowat alle lozingen naar de Dommel/Kleine Beek (> 70% reductie) en Peerderloop (45% reductie).

##### Resulterende impact op de rivierkwaliteit

De reductie van de lozingen zorgt voor een aanzienlijke verbetering van de waterkwaliteit in de Peerderloop en de boven- en middenloop van de Dommel. Voor beide maatregelen apart levert dit een verbetering van de Kallisto-score op met 1 of 2 eenheden; bij de combinatie van beide maatregelen treedt zelfs op een enkele locatie een verbetering met 3 eenheden op.

##### Kosteneffectiviteit

De maatregelen ter hoogte van de RWZI hebben zeker een prijskaartje (voorlopige raming : 1,8 Mio EUR); de kosten voor de bijkomende afkoppeling van de N73 zijn beperkt (voorlopige raming : 25000 EUR <sup>5</sup>).

Gezien de beoogde waterkwaliteitsverbetering over een vrij grote afstand lijken deze investeringen zeker gerechtvaardigd.

<sup>5</sup> Dit betreft enkel de kost voor het extra gedeelte dat niet voorzien is in het reeds geplande afkoppelingsproject van Fluvius.

stroomgebied	rivier	locatie	type aanpassing
Dommel	Peerderloop	Peer (N73/Op de Kippen)	Rechtstreekse doorkoppeling van bestaande RWA naar waterloop
Dommel	Kleine Beek / Dommel	Peer (Goudbergstraat / Dijkerstraat en Vinktstraat)	Nieuw pompstation van overstort Dijkerstraat naar RWZI Peer: het gebied stroomopwaarts van Wijchmaal wordt hydraulisch losgekoppeld van het afwaartse stelsel van RWZI Peer  Nieuw bergbezinkbekken thv Vinktstraat

### 4.4.2

#### Maatregelen Holvenloop

Voor dit scenario dient opgemerkt dat enkel het lokale effect op de overstort Houtmolenstraat werd doorgerekend, en niet de verdere effecten op de meer afwaartse overstorten van het stelsel en op de RWZI Overpelt. Dit scenario kan dus om die reden niet 1 op 1 worden vergeleken met het nulscenario.

##### Impact op de lozingen

De volledige afkoppeling van de regenweerafvoer van industrieterrein Nolimpark leidt tot een bijna volledige reductie van de geloosde vuilvracht van de overstort Houtmolenstraat (meer dan 90 %).

##### Resulterende impact op de rivierkwaliteit

Het spreekt vanzelf dat een dergelijke reductie van de lozing van de overstort Houtmolenstraat een aanzienlijke verbetering van de waterkwaliteit van de Holvenloop met zich meebrengt (verbetering van de Kallisto-score met 1-2 eenheden). Wanneer deze maatregel ook nog wordt gecombineerd met de maatregelen op de Bovendommel en de Peerderloop zet de verbetering van de waterkwaliteit van de middenloop van de Dommel zich verder tot in de benedenloop (afwaarts van samenvloeiing met de Eindergatloop), met een aanzienlijke verbetering van het gedeelte tussen Holvenloop en Eindergatloop (verbetering Kallisto-score met 2 eenheden). Zoals gezegd zijn deze scores echter onder voorbehoud omdat geen rekening werd gehouden met effecten afwaarts in het rioleringsstelsel en met de omleiding van het regenwater naar de Eindergatloop.

##### Kosteneffectiviteit

Omdat er op vandaag enkel nog maar een globaal concept bestaat voor de afkoppeling van het industrieterrein, is het nog niet mogelijk om hiervoor een raming te voorzien. De praktijk leert ook dat dit vaak gepaard gaat met moeilijke onderhandelingen met de bedrijven, waardoor ramingen nogal wat schommelingen kunnen vertonen. Gezien de verwachte kwaliteitsverbetering en de vele innovatieve trends m.b.t. slim omgaan met hemelwater, lijkt het vrij zeker dat deze maatregelen in de komende jaren stelselmatig zullen worden geïmplementeerd.

### 4.4.3

#### Maatregelen Midden- en benedenloop Dommel

##### Impact op de lozingen

De overstortbehandeling van de OS Hoekstraat (met een behandelingscapaciteit van 400 l/s) leidt tot een reductie van 57% van de geloosde (BZV-)vuilvracht van deze overstort.

##### Resulterende impact op de rivierkwaliteit

De reductie van de lozing tgv de overstortbehandeling leidt op zich niet tot een significante verbetering van de waterkwaliteit in de midden- en benedenloop van de Dommel. Hierbij dient echter opgemerkt dat deze berekening werd uitgevoerd vóór de uitwerking van de maatregelen in de bovenloop en de Peerderloop. In de omgeving van de RWZI Overpelt en de overstort Hoekstraat bevinden zich immers nog een aantal belangrijke lozingen, die maken dat de kwaliteit in de middenloop in het nulscenario nog slecht is en het effect van enkel de overstortbehandeling niet merkbaar is. Mogelijk is dit wel het geval wanneer er vanuit de bovenloop reeds een verbeterde basiskwaliteit is, waardoor de verschillende lozingen in deze omgeving minder kritisch worden.

##### Kosteneffectiviteit

Bij het opmaken van een voorontwerp voor een installatie van 200 l/s op deze locatie (toen er nog vanuit werd gegaan dat dit als uitvoeringsproject binnen IMPAKT! zou worden gerealiseerd) werd een investeringsbedrag van de grootteorde 0,5 Mio. EUR voorgesteld. Een installatie met dubbele capaciteit zal vermoedelijk ongeveer 50% duurder zijn. Met de momenteel berekende impact lijkt dit voorlopig geen prioritaire investering.



#### 4.4.4 Maatregelen Bovenloop Warmbeek en Prinsenloop

Net zoals bij de maatregelen op de bovenloop van de Dommel en de Peerderloop werd hier het effect bekeken van elke maatregel apart en van de gecombineerde maatregel.

Voor de uitbreiding van het bergbezinkbekken Jos Verlindenstraat werd enkel het lokale effect op de overstort naar de Prinsenloop doorgerekend, en niet de verdere effecten op de meer afwaartse overstorten van het stelsel en op de RWZI Achel. Dit scenario kan dus om die reden niet 1 op 1 worden vergeleken met het nulscenario.



stroomgebied	rivier	locatie	type aanpassing
Warmbeek	Prinsenloop	Pelt (Jos Verlindenstraat / Sint-Antoniusweg)	Hogere pompcapaciteit Uitbreiding bergzinkbekken (beperkte analyse)
Warmbeek	Warmbeek	Pelt (Fierkens-Heikant)	Verdubbeling bergzinkbekken Fierkens als alternatief voor rietveld naast bestaand bergzinkbekken

##### Impact op de lozingen

De verhoging van de pompcapaciteit van het pompstation leidt tot een aanzienlijke afname van de vuilvracht voor de overstort van het ermee verbonden bergbezinkbekken (ca. 30 %). Door hydraulische interacties is er echter een significante (ca 30%) toename van de overgestorte vuilvracht thv het bekken Fierkens.

Een uitbreiding van het bergbezinkbekken Fierkens (ter vervanging van het momenteel aangelegde rietveld) leidt tot een reductie van ca. 50% van de geloosde vuilvracht aldaar, en heeft (door hydraulische interacties in het stelsel) een beperkt negatief effect (< 5%) op de naburige lozingen op de Prinsenloop en verder afwaarts op de Warmbeek.

De combinatie van beide maatregelen leidt tot een quasi-nulverschil t.h.v. het bekken Fierkens, terwijl de reductie van de overgestorte vracht naar de Prinsenloop gelijk blijft op ca. 30%.

Een bijkomende uitbreiding van het bergbezinkbekken thv Pompstation Jos Verlindenstraat zou leiden tot een nog grotere reductie van de overgestorte vuilvracht (> 80%). Zoals vermeld is voor dit scenario echter niet nagegaan wat de invloed is op de meer afwaartse delen van het stelsel.

##### Resulterende impact op de rivierkwaliteit

Uit de berekeningen blijkt dat er door deze maatregelen geen uitgesproken verbetering van de rivierkwaliteit te verwachten is. Er zijn zeer lokaal verbeteringen te merken van de Kallisto-score met 1 eenheid, maar evenzeer verslechtingen met 1 eenheid. De uitbreiding van de pompcapaciteit thv Jos Verlindenstraat lijkt in elk geval een vereiste om tot een verbetering in de Prinsenloop te komen (al dan niet gecombineerd met een verdubbeling van het bergbezinkbekken Fierkens).

Een verdere uitbreiding van het bergbezinkbekken Jos Verlindenstraat zou wel tot een merkbare verbetering in de Prinsenloop leiden (stijging van de Kallisto-score met 2 eenheden), maar zoals reeds vermeld dient dit met het

#### 4.4.5 Maatregelen Benedenloop Warmbeek

##### Impact op de lozingen

De overstortbehandeling van de OS RWZI Achel (met een behandelingscapaciteit van 200 of 400 l/s) leidt tot een reductie van respectievelijk 81% en 88% van de geloosde (BZV-)vuilvracht van deze overstort. (zie figuur 22)

nodige voorbehoud te worden bekeken omdat er geen analyse werd gemaakt van de afwaartse effecten in het rioleringsstelsel. Het is dus best mogelijk dat deze maatregel evenzeer tot een significante verslechtering van de Kallisto-scores voor de Warmbeek zou leiden.

##### Kosteneffectiviteit

Voor deze maatregelen kunnen volgende voorlopige ramingen worden gemaakt :

Uitbreiding pompcapaciteit Jos Verlindenstraat

▶ 100.000 EUR

Uitbreiding bergzinkbekken Jos Verlindenstraat

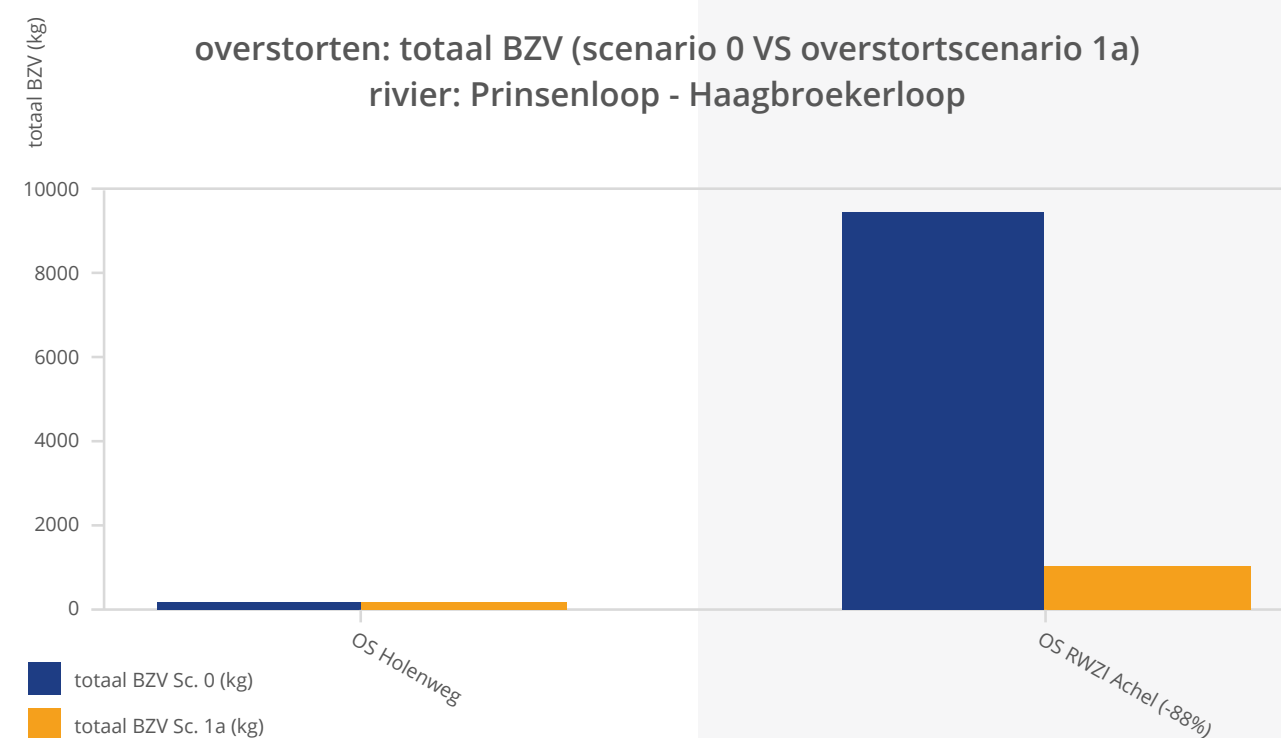
▶ 2 Mio. EUR

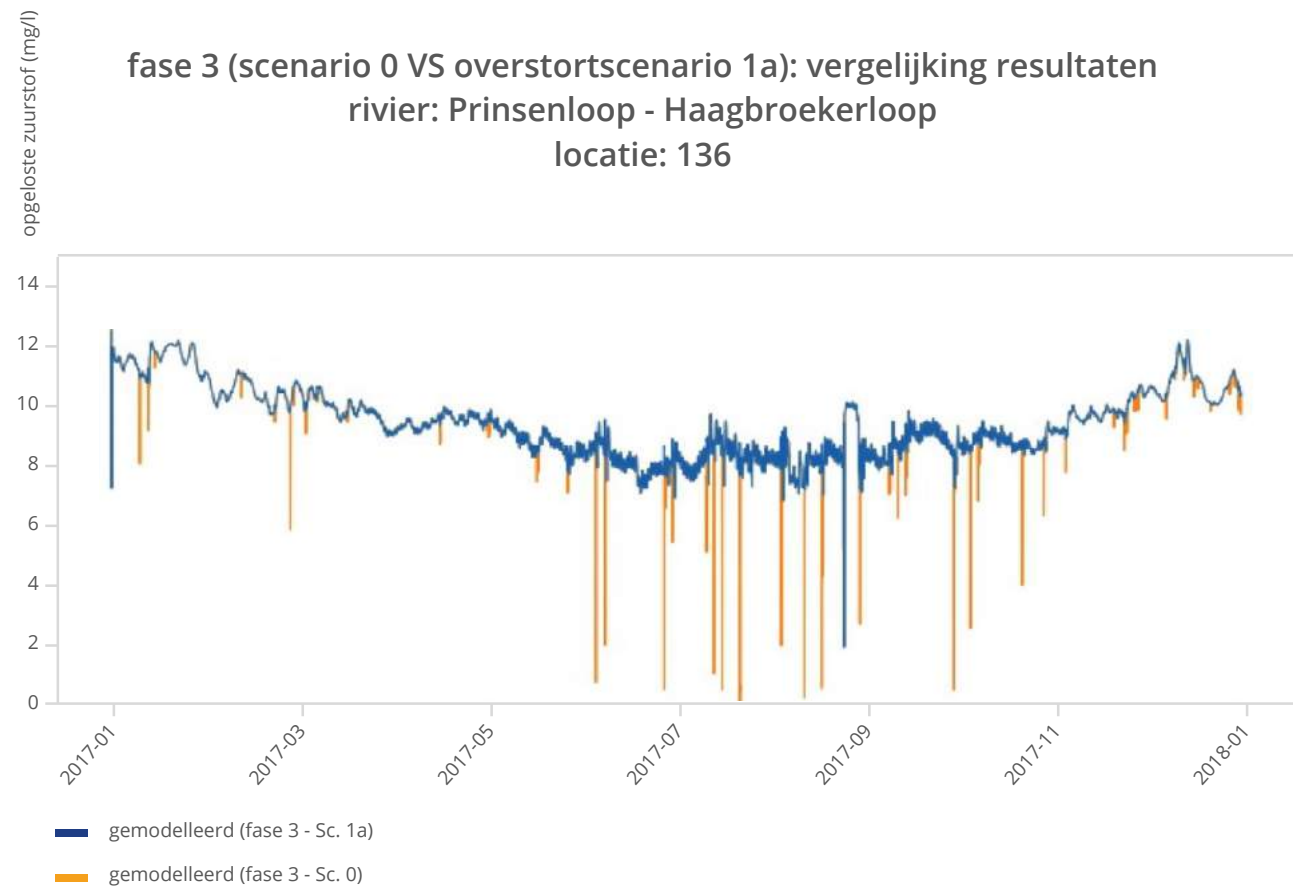
Uitbreiding bergzinkbekken Fierkens

▶ 1 Mio. EUR

De uitbreiding van de pompcapaciteit is zowiezo voorzien als verbeteringsproject in het kader van de optimalisatie van het rioleringsstelsel (omdat vandaag de standaard ontwerpcapaciteit niet wordt gehaald). De uitbreiding van de beide bergzinkbekkens daarentegen zijn moeilijk te verantwoorden zonder verdere detailberekeningen van de te verwachten verbeteringen van de impact op de waterloop.

Figuur 22 Maximum lozing van de overstorten lozend in de Prinsenloop - Haagbroekerloop (nul-scenario versus overstortscenario 1a)





**Figuur 23** Opgeloste zuurstof op locatie 136 in de Prinsenloop - Haagbroekerloop, gemodelleerd met Pegase (nul-scenario versus overstortscenario 1a)

#### Resulterende impact op de rivierkwaliteit

De impact van deze maatregel is zeer significant. Zowel bij een beperkte (200 l/s) als met een volledige (400 l/s) behandelingscapaciteit merken we een stijging van de Kallisto-scores in de benedenloop van de Warmbeek met 3 eenheden. (zie figuren 23 en 24)

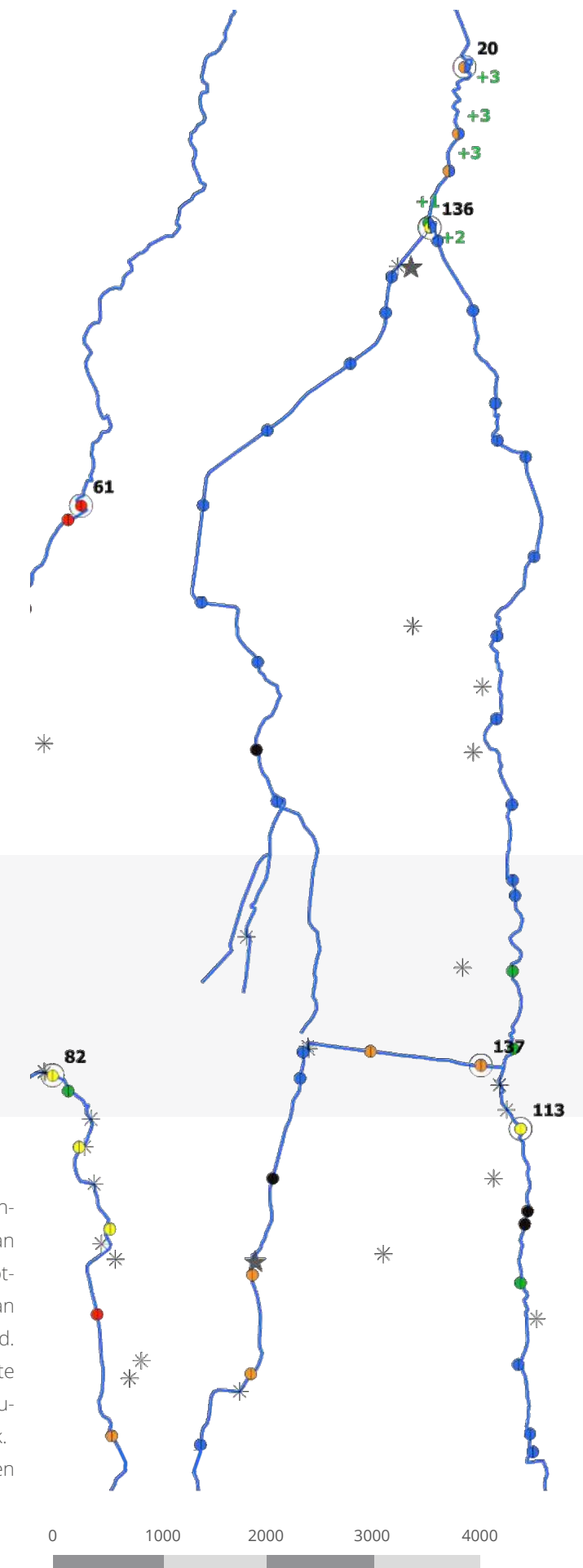
#### LEGENDA

- hydrografie
  - ★ rioolwaterzuiveringsinstallatie
  - \* overstorten
  - locatie (grafiek)
- Kallisto (score)
- 1
  - 2
  - 3
  - 4
  - 5
  - vermoedelijk outlier
  - scenario 0
  - overstortscenario 1a

**Figuur 24** Overzichtskaart van de Prinsenloop-Haagbroekerloop en de Warmbeek met waterkwaliteitsscores langs de riviertakken (o.b.v. Kallisto) en de locaties van RWZI's en overstorten (nul-scenario versus overstortscenario 1a)

#### Kosteneffectiviteit

Naar analogie met de raming voor een overstortbehandeling op RWZI Overpelt kan ervan uit worden gegaan dat deze maatregel een investeringskost met een grootteorde 0,5 Mio. EUR vertegenwoordigt. In het licht van de verwachte verbeteringen lijkt dit zeker verantwoord. De noodzaak aan een grotere installatie met beperkte meeropbrengst zal moeten blijken uit verdere detailstudie, maar lijkt op het eerste gezicht weinig waarschijnlijk. Daarenboven is dit bij uitstek een voorbeeld van een maatregel met grensoverschrijdend effect.





## 4.5 Conclusies

Voor de Dommel kunnen op de bovenloop (en de Peerderloop) belangrijke waterkwaliteitsverbeteringen worden verwacht als gevolg van een gecombineerd maatregelenpakket, bestaande uit 1/een bergbezinkbekken en lokaal pompstation ter hoogte van de RWZI Peer en 2/ een doorgedreven afkoppeling van de N73 (Ringweg Peer). Deze maatregelen kunnen resulteren in een verbetering van de Kallisto-score met 2 tot 3 eenheden over het gehele traject vanaf de N73 tot voorbij de samenvloeiing met de Bolisserbeek.

In de midden- en benedenloop zijn op termijn belangrijke verbeteringen te verwachten als gevolg van de afkoppeling van het industrieterrein Nolimpark. Dit zal echter een werk van middellange tot lange termijn worden en zal waarschijnlijk bestaan uit vele individuele deelmaatregelen.

Een mogelijke overstortbehandelingsinstallatie op de RWZI Overpelt zal niet volstaan om de slechte waterkwaliteit rond deze locatie significant te verbeteren, en wordt dus momenteel niet als een prioritaire maatregel beschouwd.

Op de benedenloop van de Warmbeek en de Prinsenloop kan een beperkte verbetering worden gerealiseerd door de uitbreiding van het bestaande pompstation Jos Verlindenstraat. Deze maatregel, al dan niet gecombineerd met een uitbreiding van het bestaande bergbezinkbekken, zal hoe dan ook verder worden bestudeerd in het kader van de optimalisering van het rioolstelsel en moet aangevuld worden met een uitbreiding van het bestaande bergbezinkbekken. Voor een nog verregaandere verbetering zijn wellicht dure bijkomende maatregelen nodig, waarvoor verdere detailstudie nodig zal zijn om hun kosteneffectiviteit aan te tonen. Een uitbreiding van het bestaande bergbezinkbekken Fierkens is op dit moment ook niet aantoonbaar prioritair.

In de benedenloop van de Warmbeek tenslotte valt een significante waterkwaliteitsverbetering te realiseren door de bouw van een overstortbehandelingsinstallatie op de RWZI Achel. Gezien de locatie van deze RWZI is dit zonder meer een voorbeeld van grensoverschrijdende optimalisatie.



# 05



## Realisatie verbeteringsmaatregelen

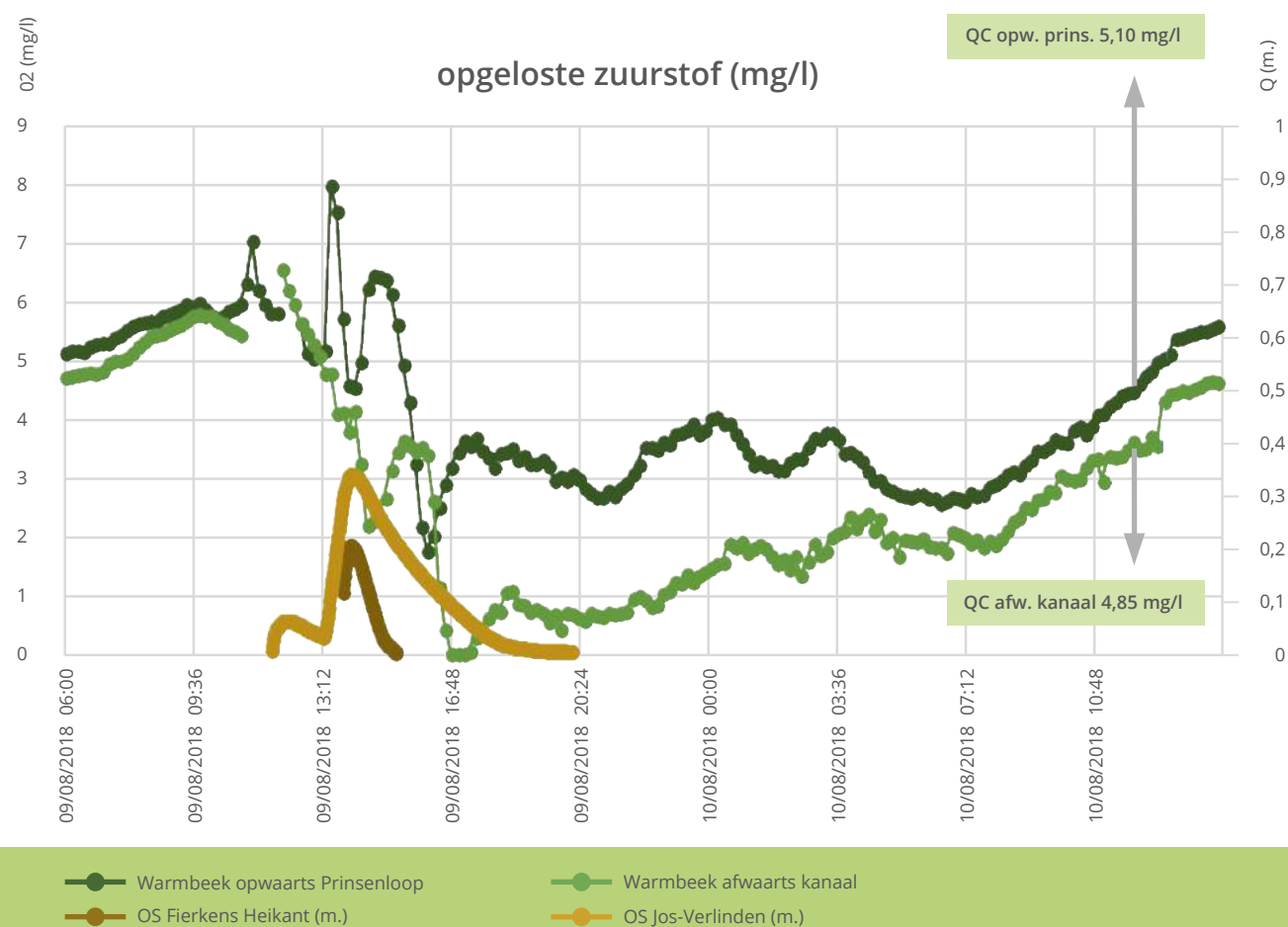
### 5.1 Sanering overstorten



**Figuur 28** Automatisch reinigend rooster overstort Kenensdijk



**Figuur 25** Schadelijk effect van overstortwerking op het zuurstofgehalte in de Warmbeek te Sint-Huibrechts-Lille



### 5.1.1 Kenensdijk

Als uitvoeringsproject binnen IMPAKT! werd door Aquafin een ontwerp gemaakt voor een automatisch reinigend rooster op de overstort Kenensdijk in Eksel.

Een dergelijk rooster moet vermijden dat tijdens overstorting nog grof vuil naar de beek wordt geloosd. Het wordt horizontaal op een 30-tal cm onder de overstortdrempel geplaatst, zodat het water op het moment dat het naar de beek overstort, reeds door het rooster is gepasseerd. Weliswaar houdt het rooster geen fijne zwevende of opgeloste stoffen tegen, maar de verwachting is dat heel wat van het fijn zwevend materiaal toch ook mee met het grove vuil zal worden tegengehouden. Om verstopping te vermijden treedt een rakelsysteem automatisch in werking zodra het waterpeil het niveau van het rooster bereikt. Het afgeharkte vuil kan dan terug mee met de hoofdstroom door de collector afgevoerd worden naar de zuiveringsinstallatie.

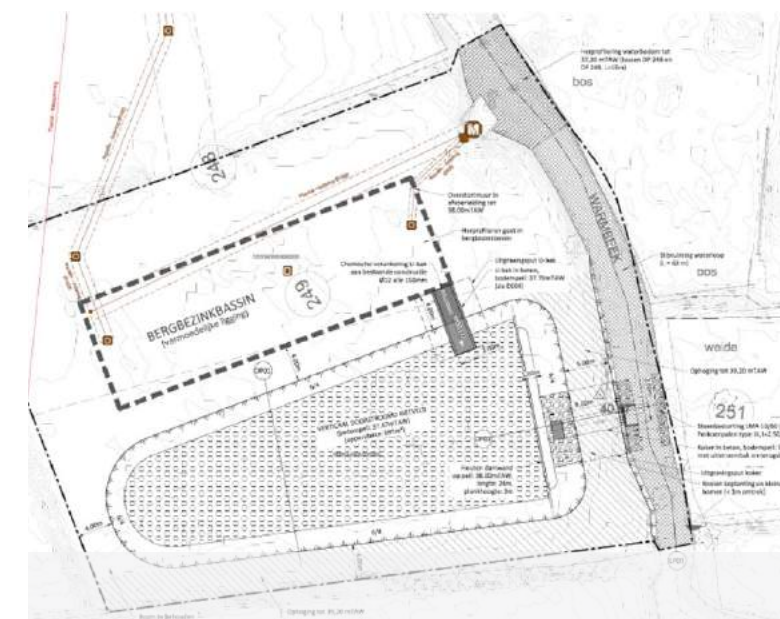
Dit project werd eind 2019 opgestart, en was in maart 2020 grotendeels gerealiseerd, maar kon als gevolg van praktische beperkingen door de Coronacrisis uiteindelijk pas in september 2020 in dienst worden genomen. Hierdoor was het ook niet meer mogelijk om zoals oorspronkelijk gepland binnen de duur van het project nog meetdata te verzamelen omtrent de efficiëntie van het rooster.

### 5.1.2 Fierkens in St-Huibrechts-Lille op de Warmbeek

Een achteruitgang in de biologische toestand van de Warmbeek doet zich voor in de omgeving van Sint-Huibrechts-Lille en de kruising met het kanaal. Meerdere verontreinigingsbronnen komen hier samen: overstorten Rooie Pier, Kaulillerweg en Fierkens op de Warmbeek en overstort Jos Verlindenstraat op de Prinsenloop, en er zijn wellicht ook negatieve effecten als gevolg van inspoeling van nutriënten vanuit de landbouw. Metingen met multiparametersondes opgesteld stroomop- en stroomafwaarts van het kanaal toonden een soms ernstige achteruitgang aan van de waterkwaliteit als gevolg van overstortwerking, zoals blijkt uit **figuur 25**, met zelfs tijdelijke quasi zuurstofloosheid in het water tot gevolg. Om de schadelijke effecten van deze overstortwerking terug te dringen werd er voor gekozen om in het kader van IMPAKT een zuiveringsrietveld aan te leggen op de lozing van overstort Fierkens. Tussen het rioolstelsel en het nieuwe rietveld bevond er zich reeds een bergbezinkbekken, doch bij hevige regenval is dit te klein waarbij rioolwater alsnog overstort. Het rietveld zorgt er nu voor dat dit niet langer ongezuiverd is.

### 5.1.3 Effecten maatregelen

Om de effecten van dit bekken te kennen voerden we continue ammonium metingen uit die we plaatsten in de Warmbeek op- en afwaarts van het rietveld. We gebruikten daarbij twee technieken die we op die manier konden vergelijken: een analyser toestel dat het ammoniumgehalte bemeet op basis van colorimetrie, en meten met twee multiparametersondes die ammonium bemeeten met ion-selectieve elektroden. Resultaten ervan worden besproken onder punten 2.3.7 en 2.4.9.



**Figuur 26** Realisatie zuiveringsrietveld Fierkens

**Figuur 27** Zicht op zuiveringsrietveld Fierkens





## 5.2 Beperken invloed zuiveringsinstallatie

### 5.2.1 Effluentbeluchting voor minimaal zuurstofgehalte in gezuiverd afvalwater

Bij piekbelastingen vanuit de aanvoerende rioolstelsels neemt de zuiveringsprestatie van de RWZI Eindhoven af. Een gevolg daarvan is dat de zuurstofconcentraties in het effluent dalen. In combinatie met de werking van de overstorten levert dit een zuurstofdip op in het ontvangende oppervlaktewater met negatieve gevolgen voor de ecologie. Een maatregel om de negatieve gevolgen voor het oppervlaktewater te beperken is het toevoegen van extra zuurstof. In de effluentleiding naar het oppervlaktewater wordt daarom via plaalementen extra zuurstof toegevoegd. Door deze effluentbeluchting wordt het gezuiverde afvalwater van de rioolwaterzuivering Eindhoven zodanig belucht, dat het zuurstofgehalte in het effluent onder alle voorkomende condities minimaal 5 mg O<sub>2</sub>/l bedraagt dan wel aan een eventueel gewenste hogere streefwaarde zijnde 6 mg O<sub>2</sub>/l voldoet. Genoemde zuurstofcondities in het effluent zorgen voor substantiële verbetering van de zuurstofhuishouding vanaf het lozingspunt van de RWZI Eindhoven gedurende het gehele beektraject van de Beneden Dommel (30 km lengte).

In de procesconfiguratie van de RWZI Eindhoven is een zogenaamde Regenweerbezinktank opgenomen. De grote aanvoer tijdens regensituaties kan niet volledig in de biologische zuivering worden verwerkt, een deel wordt daarom na de Regenweerbezinktank afgevoerd. Deze Regenweerbezinktank behandelt tijdens regenweeraanvoercondities circa 25% van het aangevoerde rioolwater. Metingen wijzen uit dat de invloed hiervan op het optreden van lagere zuurstofgehalten in het RWZI-effluent gering is. De zuurstofconcentratie wordt in sterke mate bepaald door het hoge zuurstofverbruik in de biologische zuivering op de RWZI tijdens regenweeraanvoersituaties.



Figuur 29 De effluentbeluchting in werking

### 5.2.2 Oppervlaktewaterbeluchting als alternatief voor bufferbekkens

Waterschap De Dommel en gemeente Eindhoven hebben in 2013-2014 ervaring opgedaan met een tweetal pilotinstallaties voor oppervlaktewaterbeluchting. Het idee hierachter is, om bij piekbuien direct in het oppervlaktewater extra zuurstof in te brengen om zuurstofdips, ten gevolge van overstorten en effluent te voorkomen. Zuurstofinbreng door mechanische beluchting in de waterloop kan worden gezien als een zeer kosteneffectieve maatregel en dient als alternatief voor de realisatie van bufferbekkens in de riolering op plaatsen waar deze niet kunnen worden gerealiseerd.

Er is nog geen kennis over oppervlaktewaterbeluchting in (smalle en ondiepe) beeklopen. Het is dus een (zeer) innovatieve oplossing. Er zijn wel voorbeelden van in het buitenland (o.a. Parijs en Berlijn), waar deze techniek succesvol wordt toegepast op (relatief) grote rivieren. Hierbij wordt een 'vluchtplaats' geboden voor hogere organismen als vissen, maar is er niet voorzien in bescherming van de macrofauna, die niet tot minder eenvoudig kunnen 'vluchten'. De installatie voor beluchting van oppervlaktewater in de Stadsdommel (deeltraject binnen Midden- en Beneden Dommel) gaat verder dan het creëren van vluchtplaatsen en beoogt het wegnemen van zuurstofdepressies in een langlandbeek met een hoge natuurdoelstelling.

Het sterke innovatieve karakter heeft helaas geleid tot de nodige aanpassingen van het ontwerp ten opzichte van de pilot geleid en ook voor de nodige vertraging gezorgd. Voor de reiniging van de beluchtingselementen lijkt nu een oplossing te zijn gevonden. De afgelopen maanden is voor het eerst monitoring van de effecten uitgevoerd.

Bij een succesvolle toepassing van deze innovatie zal op meerdere locaties in o.a. Midden- en Beneden-Dommel (waaronder Stadsdommel) deze techniek worden toegepast.

De Universiteit van Gent heeft onderzoek gedaan naar de stromingsprofielen en overdracht van zuurstof in de beekloop ter hoogte van oppervlaktewaterbeluchting. Hier-toe is het rekeninstrument CFD-modellering (Computational

Fluid Dynamics) toegepast, om meer inzicht te verkrijgen in de effectiviteit van de sturing van de beluchting.

### 5.2.3 Ophogen nabezinktanks voor reductie overstorten

Om de hydraulische capaciteit van de zuivering volledig te benutten worden de zogenaamde nabezinktanks opgehoogd. Door het volledig benutten van de hydraulische capaciteit kunnen bij regenval de overstorten via de bypass van de zuivering op de Dommel drastisch worden gereduceerd. Geconcludeerd is dat daarmee een belangrijke beperking voor de verdere ecologische ontwikkeling van de Dommel kan worden opgeheven wat in belangrijke mate bijdraagt aan het beschermen en herstellen van de biodiversiteit, bodembescherming en -herstel en aan het bevorderen van ecosysteemdiensten. De 12 nabezinktanks zijn na elkaar opgehoogd.

Figuur 30 Impressie van beluchtingselementen



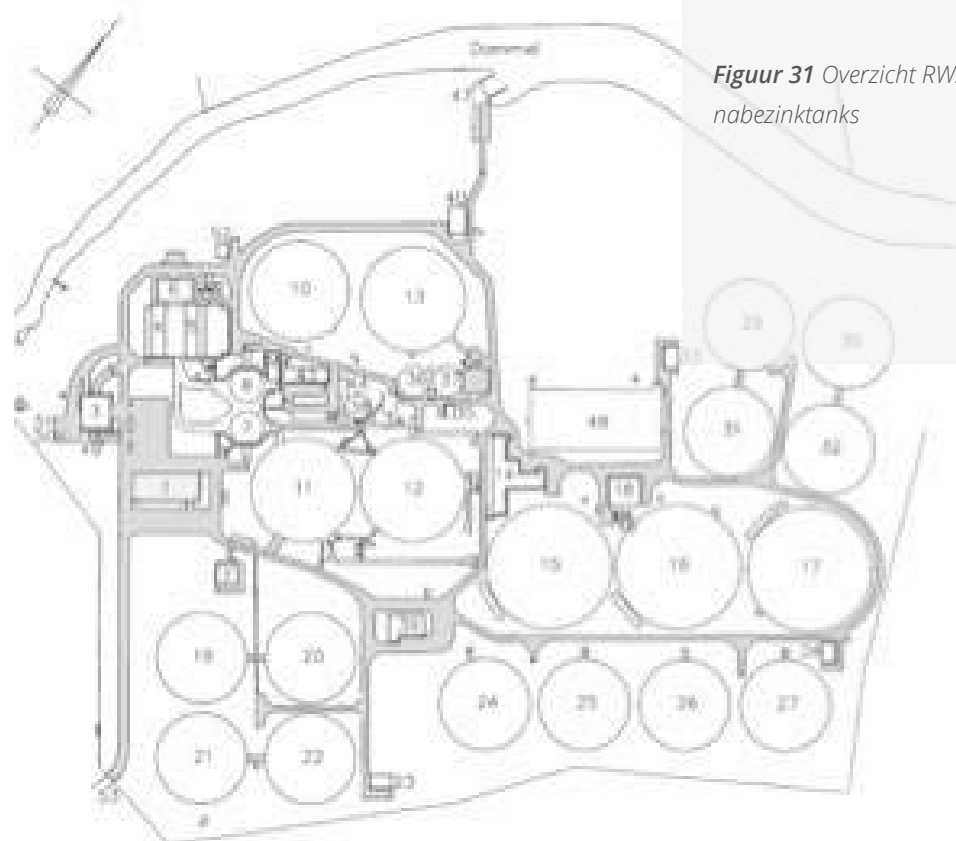




#### 5.2.4 Verdere reductie fosfaat

In de modelomgeving is beoordeeld wat het effect is van het toevoegen van extra hulpstoffen op de Riolwaterzuivering Eindhoven. Hieruit blijkt theoretisch dat met de inzet van extra hulpstoffen de seizoenvracht van het nutriënt fosfaat in het effluent met 30-40% kan worden teruggedrongen. Deze maatregel leidt in potentie tot een klasseverbetering van de Europese Kaderrichtlijn Water maatlat voor fosfaat. Om de werking in de praktijk te toetsen is een proef uitgevoerd op één van de nabezinktanks. De resultaten waren positief, de concentratie aan fosfaat kon worden gereduceerd tot 0,25 mg/l.

De Beneden Dommel wordt hierdoor minder eutroof hetgeen een positief effect heeft op het herstel van kwetsbare waterplanten als Vlottende en Grote Waterranonkel en Drijvende Waterweegbree.



**Figuur 31** Overzicht RWZI Eindhoven met nabezinktanks



## Bedrijventerreinen

6.1

Meetnet voor de aanpak van calamiteiten vanuit industrieterreinen



Fluvius wordt als rioolbeheerder geconfronteerd met calamiteiten (een niet-verwachte gebeurtenis) op bedrijventerreinen, die mogelijk een schadelijke impact hebben op het milieu. De aard van de afwateringsinfrastructuur (al dan niet volledige scheiding van hemelwater en afvalwater) creëert specifieke uitdagingen om risico's terug te dringen, waar tot nu toe niet of onvoldoende werd op ingespeeld.

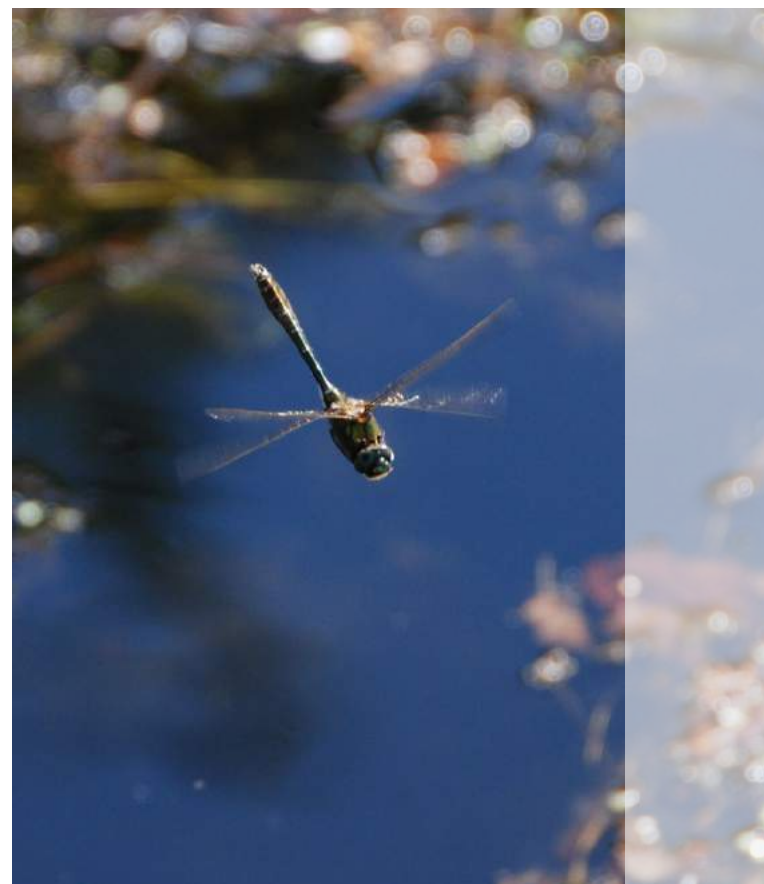
Op het privé – terrein van de bedrijven kan zowel een gescheiden (bestaande uit een aparte afvalwater – en hemelwaterleiding) afwateringsstelsel als een gemengd (zowel afvalwater als hemelwater in één leiding) stelsel aanwezig zijn. Dit privé – stelsel dient op een correcte manier aangesloten te zijn op het rioleringsstelsel op openbaar domein. Het beheer van de hemelwater – en afvalwaterleidingen op openbaar domein is een gemeentelijke bevoegdheid, waarvoor in Oudsbergen en Tongeren, Fluvius, in naam en voor rekening van Interaqua, optreedt als rioolbeheerder. De voorwaarden waaraan de afwatering op privé – terrein van de bedrijven moet voldoen, is geregeld in het Vlaamse Vlarem besluit, aangevuld met voorschriften in de individuele milieuvergunningen.

Om verontreiniging van de afwaartse waterloop te vermijden, wordt voorgesteld om hemelwaterbufferbekkens aan te leggen die automatisch kunnen afgesloten worden van de waterloop op het moment dat er in het toekomstige hemelwaterstelsel, waarin normaal gezien enkel niet-verontreinigd hemelwater wordt afgevoerd, vervuiling wordt vastgesteld. De meting van de waterkwaliteit gebeurt bij voorkeur aan de instroom van het bufferbekken terwijl de schuif bij voorkeur voorzien wordt aan de uitlaat van het hemelwaterbufferbekken. Het plaatsen van dergelijke meetapparatuur is echter pas zinvol als er ook ruimte aanwezig is voor de aanleg van een calamiteitenbuffer, of als een dergelijke buffervoorziening al aanwezig is.

Binnen dit project werd het industrieterrein Tongeren Oost in Tongeren en het industrieterrein in Oudsbergen (Opglabbeek) onder de loep genomen.

### 6.1.1 Industrieterrein Tongeren Oost

In **figuur 32** wordt het gescheiden rioleringsstelsel op het industrieterrein Tongeren Oost (gelegen langs de autosnelweg E313 en de Maastrichtersteenweg meer bepaald in de Limesweg, Heesterveldweg, Vrijheidsweg, Michielenweg en de uitbreiding in de Mammoetstraat) weergegeven. Het hemelwaterstelsel (blauwe kleur) watert af naar een groot hemelwaterbufferbekken waardoor de Afvoersloot loopt. Via de Afvoersloot komt het hemelwater van het industrieterrein Tongeren Oost in het natuureservaat De Kevie terecht. Recent werd het bestaande industrieterrein in zuidelijke richting uitgebreid. Ook het hemelwater van deze uitbreiding komt, via buffergrachten, in het bestaande bufferbekken terecht. Op het industrieterrein van Tongeren Oost zijn ongeveer 45 bedrijven aanwezig en werd op privé – terrein ongeveer 67 ha verhard (van 105 ha).



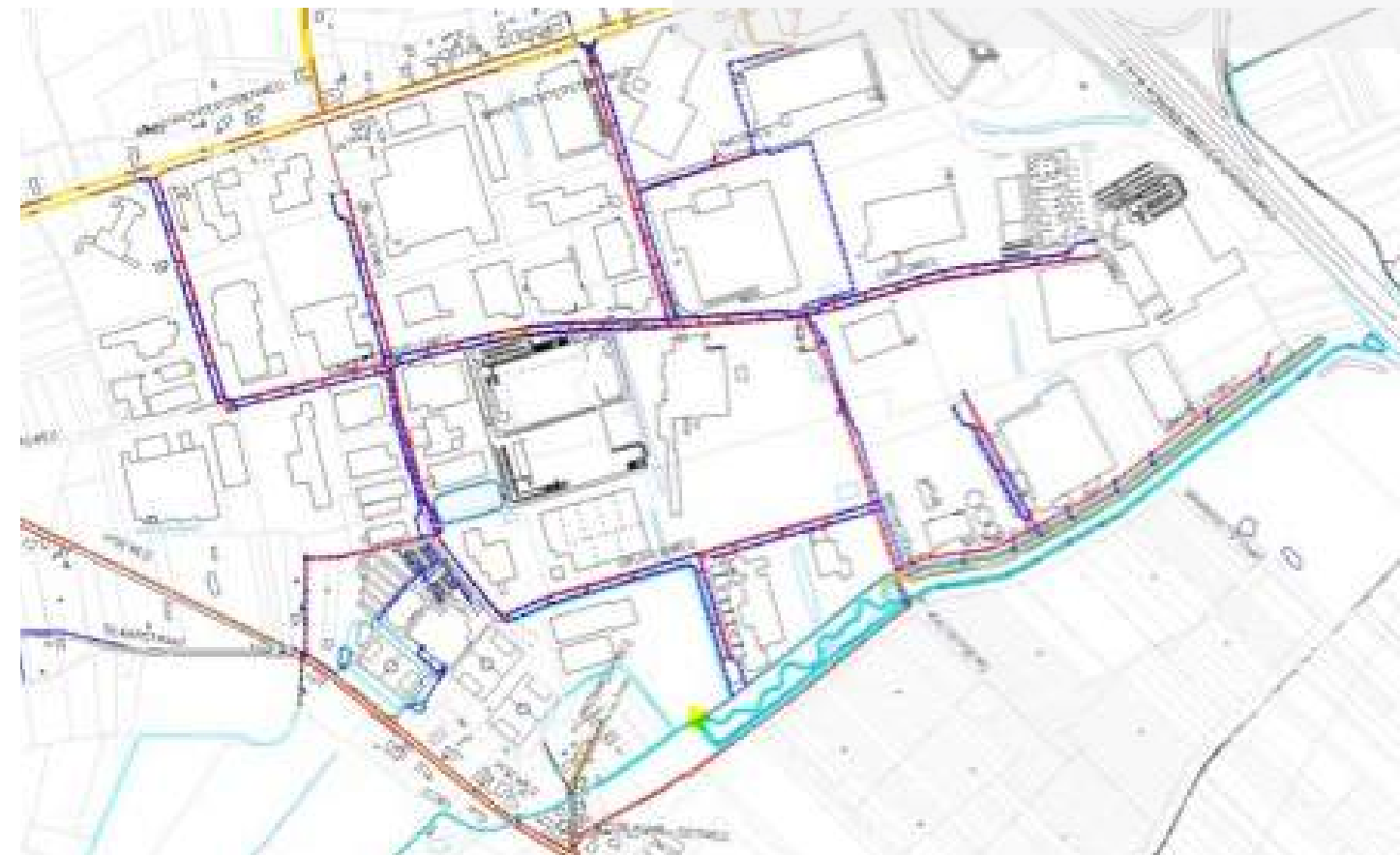
De multiparametersonde werd op deze locatie voorzien ter hoogte van de uitstroom van het bufferbekken (gele aanduiding). Ter hoogte van deze uitstroom is reeds een handbediende schuif aanwezig. De sturing van deze schuif kan op termijn geautomatiseerd worden op basis van de gemeten parameters via de multiparametersonde. Aangezien de multiparametersonde steeds onder water dient te staan, werd ter hoogte van deze uitstroom een dieper U – profiel aangelegd.

### 6.1.2 Industrieterrein Oudsbergen

Op het industrieterrein van Oudsbergen (gelegen in de Industrieweg Noord, Industrieweg Zuid en Nijverheidslaan in deelgemeente Opglabbeek) ligt ook een gescheiden stelsel m.u.v. een beperkt deel waarvoor een afkoppelingsproject lopende is (werken zijn begin 2021 gestart). Het hemelwaterstelsel van dit industrieterrein mondt via 1 hemelwaterstreng uit in het reeds aanwezige

open hemelwaterbufferbekken ter hoogte van de Zandstraat. Dit bufferbekken bevindt zich aan de oorsprong van de Lietenbeek en behoort tot het afstroomgebied van de Bosbeek dewelke in speerpuntgebied gelegen is. Op het industrieterrein van Oudsbergen (Opglabbeek) zijn ongeveer 65 bedrijven aanwezig en werd op privé – terrein ongeveer 69 ha verhard (van 101 ha). De multiparametersonde werd op deze locatie voorzien in een inspectieput, ter hoogte van de instroom van het hemelwaterbufferbekken (gele aanduiding). Momenteel bevindt er zich ter hoogte van de uitstroom van het bestaande bufferbekken geen schuifafsluiter. Op termijn zal het bestaande bufferbekken uitgebreid worden en zal bij deze werken een schuifafsluiter voorzien worden.

**Figuur 32** Rioolstelsel industrieterrein Tongeren Oost







**Figuur 33** Rioolstelsel industrieterrein van Oudsbergen

### 6.1.3 Multiparametersonde

De multiparametersonde wordt ingezet voor een continue monitoring van de waterkwaliteit aan de uitstroom van de hemelwaterleiding waarbij de waarden voor verschillende parameters periodiek gemeten worden. De waarden, gemeten door de multiparametersonde, worden naar de Fluviusserver gestuurd zodat een online opvolging van de parameters mogelijk is. Een lokale gegevensbuffer ter voorkoming van dataverlies bij communicatieproblemen is noodzakelijk. Indien één of meerdere parameters buiten de ingestelde 'range' vallen, dient een waarschuwing/alarm gegenereerd te worden zodat bij een calamiteit tijdig kan ingegrepen worden. In eerste instantie dient de schuifafsluiter, aan de uitstroom van het hemelwaterbufferbekken, automatisch gesloten te worden zodat de mogelijke vervuiling zich niet kan

verspreiden naar de waterloop en/of het natuurgebied. Dankzij de alarmering kan gelijktijdig een toezichter ter plaatse gestuurd worden die de nodige maatregelen kan treffen. De oorzaak van de vervuiling dient onderzocht te worden en indien nodig dient een procesverbaal opgesteld te worden. De vervuiling dient ook verwijderd te worden uit het hemelwaterstelsel (zowel de leidingen als het bufferbekken) vooraleer de schuif weer geopend kan worden.

Multiparametersondes meten continue een aantal parameters in het toekomstige hemelwater, nl. temperatuur, pH, turbiditeit (troebelheid), geleidbaarheid en opgeloste zuurstof.

## 6.2 Resultaten

De multiparametersonde in Oudsbergen werd als eerste geïnstalleerd aangezien een aansluiting op het elektriciteitsnet eenvoudig te realiseren was via een lange huisaansluiting. Om de multiparametersonde in Tongeren te kunnen plaatsen diende eerst een uitbreiding van het bestaande elektriciteitsnet op openbaar domein gerealiseerd te worden. Bovendien moest een toegangsweg in betonpuin aangelegd worden om de uitstroom van het bufferbekken bereikbaar te maken. Aangezien de multiparametersonde niet droog mag komen te staan en het bufferbekken in Tongeren regelmatig droog staat, diende er aan de uitstroom ook een U-profiel geplaatst te worden zodat de multiparametersonde steeds onder water staat.

Om de multiparametersonde te beschermen wordt deze in een geleidebuis geplaatst. Aangezien hemelwaterbufferbekkens niet onmiddellijk in bewoonde gebieden voorzien worden, is de signaalsterkte van het mobiele netwerk niet altijd optimaal.

Voor onderstaande locaties is eerst een monitoringsperiode nodig om een beter beeld te krijgen van de vervuiling. Op basis van deze gegevens kan de schuifafsluiter geautomatiseerd worden.

### 6.2.1 Industrieterrein Tongeren Oost

In **figuur 35** is het U-profiel en de reeds aanwezige schuif aan de uitstroom van het hemelwaterbufferbekken in Tongeren zichtbaar. De multiparametersonde aan deze uitstroom werd begin 2020 geïnstalleerd en hangt in de geleidebuis. De multiparametersonde op deze locatie werkt stabiel en de gegevens worden continu doorgestuurd naar de Fluviusserver.



**Figuur 34** Geleidebuis multiparametersonde Oudsbergen



**Figuur 35** Geleidebuis multiparametersonde Tongeren Oost





### 6.2.2 Industrieterrein Oudsbergen

De multiparametersonde in Oudsbergen werd begin 2018 geïnstalleerd. Al snel bleek dat de communicatie tussen de Fluiusserver en de multiparametersonde regelmatig wegviel waardoor gemeten gegevens niet konden doorgestuurd worden. Bovendien werd ook vastgesteld dat de pH meting heel erg onstabiel was met waarden buiten de normale range.

Tijdens een eerste controle op terrein bleek dat de multiparametersonde erg vervuild was ondanks dat deze multiparametersonde op een hemelwaterleiding geïnstalleerd was. Ondanks herhaaldelijk reinigen en kalibreren werkte de multiparametersonde niet naar behoren. Bij wijze van test werd de multiparametersonde naast de geleidebuis gehangen omdat er een vermoeden was dat de stroming vertraagd werd in de geleidebuis waardoor de multiparametersonde zo sterk vervuild werd. Dit leverde echter geen beterschap op.

Uiteindelijk werd na een zoveelste reiniging en kalibratie beslist om de multiparametersonde tijdelijk te verwijderen. De vervuiling sterkt het vermoeden dat het opwaartse hemelwaterstelsel niet alleen zuiver hemelwater transporteert, hetgeen ook visueel kan vastgesteld worden. Het werk van de afkoppelingsdeskundige is zeer belangrijk zodat de vervuilingbronnen kunnen geïdentificeerd worden.

Na uitvoering van het project 'herinrichting bedrijventerrein Opglabbeek' zal over het hele industrieterrein een gescheiden stelsel aangelegd zijn waarbij ook de bedrijven afgekoppeld worden. Pas dan zal de bestaande regenwaterleiding 'enkel zuiver' hemelwater transporteren zodat de multiparametersonde kan teruggeplaatst worden.



**Figuur 36** Vervuilde multiparametersonde Oudsbergen

## 6.3 Vaststellingen afkoppelingsdeskundigen

Voor beide bedrijventerreinen werd een afkoppelingsdeskundige (Coconsulting) aangesteld. De afkoppelingsdeskundige behartigt de vergaderingen en overlegmomenten met de bedrijven alsook de effectieve uitwerking van de technische plannen op perceelsniveau. Dit omvat zowel een inventarisatie van de afwatering van het privé – perceel in de huidige toestand alsook een voorstel voor optimalisatiewerken (afkoppeling en buffering van hemelwater en/of aansluiting van (bedrijfs)-afvalwater) om de afwatering in regel te brengen met de huidige wetgeving. De afkoppelingsdeskundige verzamelt ook de bouw -, milieu - en exploitatievergunningen van de verschillende bedrijven. Aanpassingen aan het afwateringsstelsel op privé – terrein van de bedrijven is ten laste van het bedrijf. De opgedane ervaring met deze bedrijfspanden zal worden neergeschreven in een draaiboek. Dit draaiboek omvat de meest praktische werkwijze voor afkoppeling en correcte aansluiting van bestaande bedrijfspanden. De bedoeling is om dit draaiboek ook toe te passen op andere bedrijventerreinen.

Zowel de bedrijfsleiders als andere belangengroepen (Provinciale Ontwikkelmaatschappij Limburg en lokale ondernemersclubs) van de bedrijven op het bedrijventerrein van Tongeren als Oudsbergen werden bij de start van het onderzoek uitgenodigd op een informatievergadering. De medewerking van de bedrijfsleiders is van belang om toegang te krijgen tot het privé – terrein. Ook de gemeente wordt nauw betrokken bij dit proces. De milieudienst van een gemeente heeft meer bevoegdheden, een goede samenwerking met de gemeente is bijgevolg nodig.

Het spreekt voor zich dat bij het opzetten van een dergelijk project van onderzoek en sensibilisering de organiserende (semi) overheidsinstanties zeer positief en ambitieus zijn. Idealiter zou deze positieve 'vibe' overgebracht moeten kunnen worden naar de verschillende bedrijfsleiders en technische 'decisionmakers' bij deze

overheidsinstanties door middel van kwalitatieve informatie momenten voorafgaand aan het veldwerk om op deze manier alle bedrijven en technici direct mee in het verhaal te hebben. Immers de afkoppeling van een bedrijventerrein neemt veel werk en tijd in beslag gaande van plannen opstellen, naar vergunningen, budgettering, offertes goedkeuren, aannemers aanstellen, .... om uiteindelijk over te gaan tot de uitvoering en oplevering; en dit zowel op privé als openbaar domein.

### 6.3.1 Industrieterrein Tongeren

Op het industrieterrein in Tongeren werd reeds een gescheiden stelsel aangelegd, doch op het privé – domein dient het merendeel van de bedrijven nog werken uit te voeren. Fluius zal op korte termijn meerdere aansluitputjes plaatsen ter hoogte van de rooilijn zodat voor de bedrijven duidelijk is welke waterstroom (afvalwater versus hemelwater) waar dient aan te sluiten.

Fluius heeft een camera - inspectie laten uitvoeren van het gescheiden stelsel dat reeds aanwezig is op het openbaar domein in het industrieterrein Tongeren Oost. De camera – inspectie is heel belangrijk om verkeerde aansluitingen op te sporen. Indien de afvalwateraansluiting van een bedrijf per ongeluk aangesloten is op de hemelwaterleiding dan treedt er een permanente vervuiling op van het hemelwaterstelsel en dus ook van het afwaarts gelegen natuurgebied De Kevie. Bijgevolg is het belangrijk om deze eventuele permanente vervuilingen op te sporen zodat deze zo snel mogelijk kunnen rechtgezet worden. Op deze manier wordt permanente vervuiling van het bufferbekken en het afwaarts gelegen natuurgebied vermeden. Door het samenleggen van de informatie uit de camera – inspectie en de opgemaakte plannen van de afwatering op het privé – terrein van de bedrijven kan een volledig gescheiden stelsel gerealiseerd worden.



Na uitvoering van de werken op privé – domein zal een keuring van het afwateringsstelsel van de bedrijven plaatsvinden zodat Fluvius, als rioolbeheerder, zekerheid heeft over de correcte afkoppeling en aansluiting van de waterstromen komende van het privé - domein.

### 6.3.2 Industrieterrein Oudsbergen

Op het industrieterrein in Oudsbergen (Opglabbeek) wordt er op korte termijn een gescheiden stelsel aangelegd op openbaar domein. Ter hoogte van de rooilijn krijgen alle bedrijven aansluitputjes voor hemelwater en afvalwater waarop zij hun gescheiden afvoeren, komende van het privé – domein, dienen aan te sluiten. Het grote voordeel is dat de bedrijven duidelijk verplicht zijn om een scheiding door te voeren op privé - domein door de aanleg van een gescheiden stelsel op het openbaar domein. De bedrijfsleiders werken makkelijker mee aan het onderzoek. In het verleden werd bij de ontwikkeling van het industrieterrein een gemengde riolering aangelegd. Ongeveer 25 jaren geleden werd een afvalwaterstreng bijgeplaatst en werd de gemengde riolering omgevormd tot hemelwaterafvoer. Bij veldonderzoek viel op dat nogal wat “oudere” bedrijven met hun hemel- en afvalwater nog steeds zijn aangesloten op de oude riolering voor hemelwaterafvoer. “Recentere” bedrijven zijn meestal aangesloten op de leiding dicht bij hun perceel gelegen, dus ook zij werden niet correct aangesloten. Deze vaststelling komt overeen met de vervuiling van de multiparametersonde ter hoogte van de instroom van het bufferbekken.

In het algemeen is gebleken dat bij de onderzochte bedrijven nog weinig percelen over een volledig gescheiden stelsel beschikken. Dit kan gaan over een verkeerde aansluiting aan het openbaar domein of verkeerde aansluiting in een bedrijfshal tot enkele serieuze verontreinigende lozingen, die via de hemelwaterriolering, al jaren uitmonden in het lageregelegen natuurgebied. Na uitvoering van de werken op openbaar en privé – domein zal een keuring van het afwateringsstelsel van de bedrijven plaatsvinden zodat Fluvius, als rioolbeheerder, zekerheid heeft over de correcte afkoppeling en aansluiting van de waterstromen komende van het privé - domein.

### 6.3.3 Algemene vaststellingen afkoppelingsdeskundige

De houding van de politiek bepaalt heel sterk de vooruitgang van het project. Indien bv. van een niet meedenkend bestuur een actie vereist is, zoals een eenvoudige herinneringsbrief op briefhoofd van de gemeente, kan dit serieuze vertraging betekenen voor het project. Tegelijkertijd kan een verantwoordelijke van een meedenkend bestuur, door een proactief optreden, veel bedrijven motiveren om mee te werken. Dit kan door simpelweg tijdens informele bezoeken of gesprekken met belanghebbenden de voordelen aan te halen om mee te werken aan geplande onderzoeken en aangeboden hulp.

De voorbeeldfunctie van de rioolbeheerder op openbaar domein weegt stevig door in de motivatie van de bedrijven om werken uit te voeren. Bedrijven nemen geen aanstellen tot planning en budgettering als er onduidelijkheid bestaat over timing van werken op openbaar domein. De bedrijven zijn dan niet meer gehaast om de toch dikwijls kostelijke werken te plannen en uit te voeren. Ze dragen immers niet bij tot de bedrijfsvoering.

Omwillen van de lange doorlooptermijn van een project is informatieherhaling onontbeerlijk. Afkoppeling en scheiding is niet de prioriteit van bedrijfsleiders. Herhaaldelijke informatievergaderingen, officiële schrijvens, gemeentelijk infoblad, misschien zelfs een webpagina met achtergrondinfo kunnen afkoppelingsprojecten op industrieterreinen erg bevorderen.

Een ander heikel punt is de wetgeving die je nodig hebt om de bedrijven te verplichten tot aanpassingen. Deze is niet altijd duidelijk, en in sommige gevallen niet afdwingbaar door uitzonderingen, of milieuvergunningen die onvoldoende toereikend of onduidelijk opgesteld zijn.

Er zijn natuurlijk nog talloze bedrijventerreinen waar er geen IMPAKT! project voorzien werd en er handen te kort schieten om de bedrijven te controleren op hun inconsequente lozingen, misschien onwetend, maar zeker niet minder vervuilend!

Bedrijven, die het initiatief nemen om hun afwateringsstelsel en bijgevolg hun bedrijfsterrin aan te pakken, ongeacht of hun milieuvergunning dit verplicht, worden best gemotiveerd en gesteund vanuit de overheid! Een gekwalificeerde (en gesubsidieerde) afkoppelingsadviseur lijkt hiertoe zeer adequaat. Advies op maat over regels, wie-wat-waar en technieken, over de aanpak van zulke werken op industrieterreinen en specifiek op hun bedrijfsterrin, zou gratis of betaalbaar ter beschikking gesteld kunnen worden mits daadwerkelijk een afkoppeling doorgevoerd wordt.

Vervolgens wordt opgeroepen om het kluwen aan wetten en verplichtingen voor bedrijven in meer begrijpbare taal te noteren zodat zowel bedrijven als rioolbeheerders, de milieuableider van de stad/gemeente en de andere belanghebbenden, dezelfde eenduidige taal kunnen spreken en de natuur niet slachtoffer wordt van ambiguïteit.





# 07



## Hoe verder?

### 7.1 Grensoverschrijdende samenwerking

#### 7.1.1 Uitwisselen van informatie

In Vlaanderen en in Nederland werd tot nu toe het beheer van informatie (kaarten, meetgegevens, modellen, beheersplannen) op een organisatie-specifieke manier georganiseerd en gecompartmenteerd, daardoor is informatie-uitwisseling moeilijk. In het kader van het project hebben de partners zich ingezet om deze trend om te keren. We streven grenzeloos opererende organisaties na en geven vorm aan modern waterbeheer. Kennis en ervaringen worden gedeeld en plannen worden op elkaar afgestemd met het oog op een spoedige wederkeer van kritische doelsoorten in de laaglandbeken van Vlaanderen en Zuid-Oost Brabant. Oorspronkelijk was voorzien dat de Provincie Limburg (Vlaanderen) ook zou investeren in het versterken van de samenwerking door een bijdrage te leveren aan de uniformering van cartografisch materiaal als grensoverschrijdend beheersinstrument. Door capaciteitsgebrek bij de Provincie Limburg is het initiatief na het opstellen van concept kaarten vertraagd en uiteindelijk helemaal gestopt.

Het grensoverschrijdend uitwisselen van informatie krijgt als gevolg van het project IMPAKT! een meer structureel karakter. Het incidentele karakter waarbij elke keer veel werk moet worden verzet om data te kunnen uitwisselen moet verdwijnen. Om tot een grenzeloze uitwisseling van informatie te komen vergt tijd, maar de eerste stappen zijn gezet.

#### 7.1.2 Versterken relatienetwerk

De contacten tussen de projectpartners waren intensief tijdens de opzet en uitvoering van het project. Dit biedt een goede basis om de samenwerking, in welke vorm dan ook, na beëindiging van IMPAKT voort te zetten.

Specifiek voor de aanpak van industrieterreinen heeft in samenspraak met POM Limburg intensief overleg plaatsgevonden met de gemeenten en de lokale ondernemersclubs. Via de ondernemersclubs is draagvlak gezocht voor de doorlichting door Fluvius en waar nodig

aanpassing van het bestaande waterafvoersysteem. Dit impliceert enerzijds zowel op privaat terrein bij de bedrijven om te voldoen aan hun wettelijke verplichtingen, als op openbaar terrein ter beveiliging van de (RWA) waterafvoer tegen calamiteiten.

Dit traject kan succesvol genoemd worden. Afkoppelingsdeskundigen bezochten de circa 80 bedrijven op het industrieterrein in Opglabbeek (Oudsbergen), maar één bedrijf weigert elke medewerking. De bedrijven in Tongeren Oost werden al eerder bezocht. Op dit bedrijventerrein zijn 47 bedrijven aanwezig en van 46 bedrijven werd de bestaande toestand in kaart gebracht, evenals de benodigde verbeteringen. Eén bedrijf was net verkocht op het moment van het bezoek en kon nog niet bezocht worden. Zowel bij Tongeren als bij Opglabbeek (Oudsbergen) was de milieudienst nauw betrokken bij de benadering van de bedrijven.

Los van de interne grensoverschrijdende samenwerking binnen IMPAKT! tussen de partners, wordt ook extern samengewerkt en gecommuniceerd, ook na beëindiging van het project:

- Twee maal per jaar vindt er grensoverschrijdend wateroverleg (GoW) plaats waarin de waterbeheerders aan beide zijden van de Belgisch-Nederlandse grens zetelen. Hierin wordt op het niveau van een deelgebied informatie uitgewisseld over grensoverschrijdende waterlopen en gemeenschappelijke knelpunten inzake waterbeheer, en dit op het niveau van de onbevaarbare waterlopen. Voor de oostkant van Vlaanderen zijn er drie dergelijke fora relevant: GoW Dommel-Thornerbeek (waarin de Dommel, de Warmbeek en de Lossing/Uffelse Beek vallen), GoW Jeker-Geul en GoW Molenbeek-Mark.
- In Vlaanderen wordt het zogeheten integraal projectoverleg opgestart voor speerpunt- en aandachtsgebieden. Voor de Warmbeek (speerpuntgebied) en de Dommel (aandachtsgebied) is dergelijk overleg met alle lokale partners ook opgestart.
- In Nederland zijn in het kader van het Bestuursakkoord Water werkeenheden opgericht. Dit zijn samenwerkingsverbanden van de gemeenten en het waterschap op het gebied van de afvalwaterketen en de relatie met waterkwaliteit. In deze 'werkeenheden Doelmatig Waterbeheer' wordt op zowel ambtelijk

als bestuurlijk niveau gesproken over de mogelijkheden om de aanpak in het project IMPAKT! ook in de overige zuiveringsclusters van de Noord-Brabantse waterschappen toe te passen. Het betreft hier in het bijzonder de werkeenheden Hart van Brabant (regio Tilburg) en Meierij (regio 's-Hertogenbosch). Specifiek voor het gebied rond de zuivering Eind-

hoven is er een georganiseerd overleg tussen alle gemeenten die zijn aangesloten op deze zuivering en het waterschap. De deelnemers zijn met regelmaat geïnformeerd over de voortgang, de nog resterende vragen en de behaalde resultaten.

## 7.2 Voortzetting en voorbeeldfunctie voor andere gebieden

### 7.2.1 Voortzetting partners

Binnen het project IMPAKT! is kennis en zijn nieuwe inzichten opgedaan en zijn een aantal voorbeeldprojecten uitgevoerd. Daarmee is een belangrijke stap gezet in de aanpak van een groot knelpunt, de werking en het beheer van de afvalwaterketen: tijdens regenperiodes.

Betrokken partijen gaan ook na beëindiging van IMPAKT door met de aanpak van dit knelpunt en maken daarbij dankbaar gebruik van de opgedane kennis en inzichten.

Enkele voorbeelden daarvan zijn:

- Fluvius gaat door met de aanpak van de bedrijventerreinen in Tongeren en Opglabbeek, de ontwikkelde aanpak kan doorvertaald worden naar andere bedrijventerreinen.
- Aquafin en de Vlaamse Milieumaatschappij hebben beide voorzieningen achter belangrijke overstorten gerealiseerd. De model- en scenarioberekeningen geven inzicht waar het het meest doelmatig is om verder maatregelen te treffen en welke overstorten prioriteit moeten krijgen.
- Voorzetten monitoring, inzet MPS ed.
- Waterschap De Dommel heeft samen met de betrokken gemeenten afspraken gemaakt om rondom de zuivering in Eindhoven nog verdere maatregelen te treffen op basis van monitoring van het effect van

nu genomen maatregelen (oppervlaktewater- en effluentbeluchting, ophogen nabezinktanks). De werkwijze binnen IMPAKT is/wordt ook in de 7 andere zuiveringsclusters van Waterschap De Dommel toegepast.

- In overleg tussen de Vlaamse Milieumaatschappij en waterschap de Dommel is afgesproken om structureel meetresultaten uit te wisselen (meetpunt Dommel WDD en meetpunten VMM Warmbeek/Tongelreep). Voorts is ook gesproken over inrichten en beheren van een gezamenlijk meetpunt. Dit vraagt nog om nadere uitwerking.

De samenwerking over de grens heen heeft een belangrijke toegevoegde waarde heeft IMPAKT duidelijk gemaakt. Naast het effect van piekbuien zijn er nog meer onderwerpen die ons binden, bijvoorbeeld microverontreinigingen, Kaderrichtlijn Water en droogteproblemen. Mogelijkheden tot samenwerking over de grens heen biedt dus nog genoeg uitdagingen, die het zeker verdienen om nader te onderzoeken.

### 7.2.2 IMPAKT inspirerend voorbeeld voor anderen

IMPAKT! resulteert in een compleet beeld van de wijze waarop de vuilwaterstromen zich binnen de afvalwaterketen bewegen, in de tijd veranderen, welke

stuuringsmogelijkheden aanwezig zijn, en wanneer, waar en hoe deze stromen te behandelen zijn. Het project maakt duidelijk dat met een gezamenlijke en gerichte aanpak dat inzicht kan worden verkregen. Op veel meer plaatsen speelt het problemen van grensoverschrijdende watergangen met daarop aan beide kanten van de grens invloed van de afvalwaterketen.

Het samen uitvoeren van IMPAKT! heeft een aantal belangrijke "lessons learned" opgeleverd waarmee andere groepen/samenwerkingsverbanden hun voordeel kunnen doen:

- Werkwijzen en benamingen verschillen, dit is op zich geen probleem maar vraagt wel aandacht en maakt het wel noodzakelijk goed uit te leggen naar elkaar wat je bedoelt en hoe je denkt een bepaalde vraag te gaan beantwoorden: beelden verschillen alleen door zaken duidelijk uit te spreken maak je het de ander mogelijk aan te sluiten en ook mee te denken over een mogelijke verklaring, gewenste aanpak of vervolgstap.
- Vertrouwen moet groeien, onzekerheden in monitoringsgegevens, modelresultaten ed worden gedeeld en besproken als er onderling vertrouwen is, dat betekent dat je de tijd moet nemen "aan elkaar te wennen" voor dat je in detail allerlei (lastige) zaken gaat bespreken.
- De onderlinge verhoudingen tussen partijen (overheden, bedrijven,..) aan beide zijden van de grens

is/kan anders zijn, dit vraagt aandacht omdat dit beperkingen kan geven in de aanpak, het verkrijgen van draagvlak of goedkeuring voor de uitvoering van maatregelen.

- Een integraal model is niet de oplossing voor alle problemen, een integraal model is een mooie ambitie maar heb oog voor de eigenheid van organisaties en zoek naar de onderliggende inzichten.
- Niet alles is over te dragen, sommige dingen moet je ervaren om eigen te kunnen maken.
- Leren van fouten, van je eigen fouten leer je het meest, maar ook opgedane ervaringen van anderen kunnen je helpen om sneller resultaat te halen.
- Pas je boodschap aan op je gehoor, je werkt binnen een project met specialisten, de omgeving (waaronder de subsidieverstrekker) mist vaak de inhoudelijke kennis om de redenatie of afweging te volgen. De impliciete logica van beslissingen ontgaat de toehoorder dan ook vaak. In andere woorden: je hebt niet door welke aannames en veronderstellingen liggen opgesloten in de gekozen werkwijze. Dat wordt pas duidelijk als je dit aan anderen moet uitleggen.

De resultaten van het project gelden als blauwdruk voor toekomstige realisatieprojecten in Vlaanderen en Nederland. IMPAKT! vervult hiermee een duidelijke voorbeeldfunctie naar de andere stroomgebieden in zowel Nederland als in Vlaanderen en, op termijn, naar andere dichtbevolkte Europese regio's.





# Bijlagen

## Bijlage 1 Toetsingskaders O2 VMM

Onderstaande toetsingskaders bestaan uit het aantal momenten dat de opgeloste zuurstof onder de waarde beschreven in de kolom is gedaald en dit voor de duur beschreven in de rij van de tabel.

Warmbeek 2018 Opw. Prinsenloop	frequentie per jaar			
tijdsduur / O <sub>2</sub>	<5mg/l	<4mg/l	<3mg/l	<2mg/l
< 1 uur	7	3	4	1
< 2 uren	4	2	3	
< 4 uren	1	2	1	
< 8 uren	1	2		
< 16 uren	1	2		
< 16 uren	1			

Warmbeek 2018 Opw. Prinsenloop	frequentie per jaar			
tijdsduur / O <sub>2</sub>	<5mg/l	<4mg/l	<3mg/l	<2mg/l
< 1 uur	22	7	6	6
< 2 uren	13	6	4	3
< 4 uren	8	4	2	2
< 8 uren	6	4	2	2
< 16 uren	4	2	2	1
< 16 uren	2	1	1	

Figuur 37 Toetsingskaders O2 VMM Warmbeek 2018

Warmbeek 2019 Opw. Prinsenloop	frequentie per jaar			
tijdsduur / O <sub>2</sub>	<5mg/l	<4mg/l	<3mg/l	<2mg/l
< 1 uur	2			
< 2 uren	2			
< 4 uren				
< 8 uren				
< 16 uren				
< 16 uren				

Warmbeek 2019 Afw. kanaal	frequentie per jaar			
tijdsduur / O <sub>2</sub>	<5mg/l	<4mg/l	<3mg/l	<2mg/l
< 1 uur	21	4	2	
< 2 uren	11	3		
< 4 uren	3	2		
< 8 uren	3	2		
< 16 uren	3			
< 16 uren				

Figuur 38 Toetsingskaders O2 VMM Warmbeek 2019

Dommel 2018 Goudbergstraat	frequentie per jaar			
tijdsduur / O <sub>2</sub>	<5mg/l	<4mg/l	<3mg/l	<2mg/l
< 1 uur	3			
< 2 uren	2			
< 4 uren	1			
< 8 uren	1			
< 16 uren				
< 16 uren				

Warmbeek 2019 Opw. Prinsenloop	frequentie per jaar			
tijdsduur / O <sub>2</sub>	<5mg/l	<4mg/l	<3mg/l	<2mg/l
< 1 uur	22	13	5	1
< 2 uren	15	9	3	
< 4 uren	10	5	1	
< 8 uren	9	3		
< 16 uren	8	2		
< 16 uren	3	1		

Warmbeek 2019 Opw. Prinsenloop	frequentie per jaar			
tijdsduur / O <sub>2</sub>	<5mg/l	<4mg/l	<3mg/l	<2mg/l
< 1 uur	11	12	6	3
< 2 uren	6	6	2	
< 4 uren	4	1		
< 8 uren	3	1		
< 16 uren	1			
< 16 uren				

Figuur 39 Toetsingskader O2 VMM Dommel 2018

Dommel 2019 Goudbergstraat	frequentie per jaar			
tijdsduur / O <sub>2</sub>	<5mg/l	<4mg/l	<3mg/l	<2mg/l
< 1 uur	1			
< 2 uren	1			
< 4 uren				
< 8 uren				
< 16 uren				
< 16 uren				

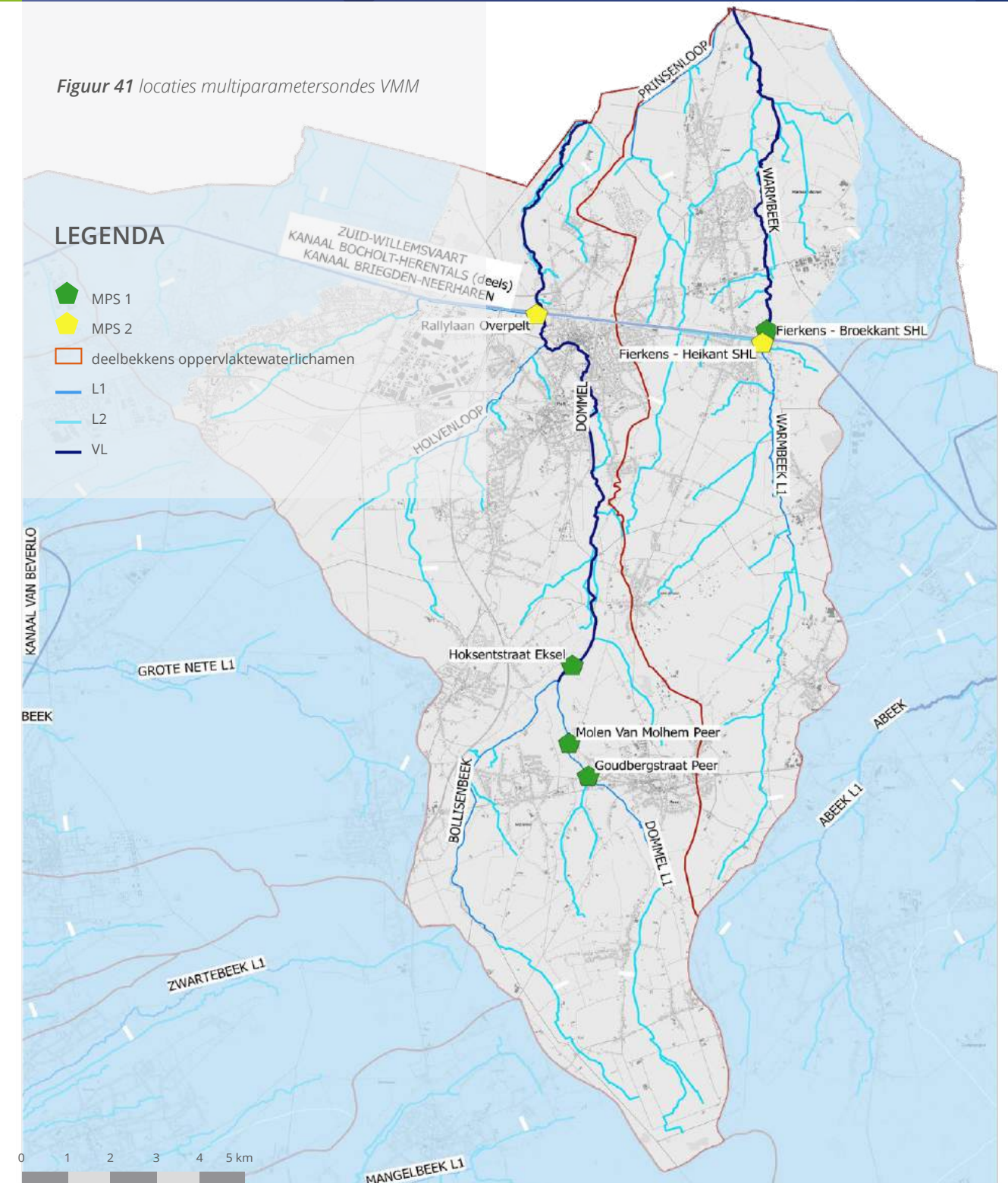
Dommel 2019 Molen V. Molhem	frequentie per jaar			
tijdsduur / O <sub>2</sub>	<5mg/l	<4mg/l	<3mg/l	<2mg/l
< 1 uur	2	3	1	
< 2 uren	2	3	1	
< 4 uren	1	1		
< 8 uren	1			
< 16 uren	1			
< 16 uren	1			

Dommel 2019 Hoksentstraat	frequentie per jaar			
tijdsduur / O <sub>2</sub>	<5mg/l	<4mg/l	<3mg/l	<2mg/l
< 1 uur	12	6	2	
< 2 uren	7			
< 4 uren	2			
< 8 uren	1			
< 16 uren				
< 16 uren				

Figuur 40 Toetsingskader O2 VMM Dommel 2019

## Bijlage 2 Locaties multiparametersonde VMM

Figuur 41 locaties multiparametersondes VMM





### Bijlage 3 Afbeelding multiparametersonde VMM



*Figuur 42* Voorbeeld multiparametersonde VMM

Waterschap  
De Dommel

fluvius.

VLAAMSE  
MILIEUMAATSCHAPPIJ

Aquafin

Interreg   
Vlaanderen-Nederland  
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling