



Professionele Bachelor Agro- en Biotechnologie

Biotechnologie - Milieutechnologie



HET EFFECT VAN “DOORSTROOMVIJVERS” OP DE ECOLOGIE EN WATERKWALITEIT VAN WATERLOPEN IN VLAAMS-BRABANT

Greet Arnalsteen
Promotoren:

Greet Arnalsteen
Filip Raymaekers
Tom De Bie
Cindy Lodewyckx

Hogeschool PXL
Vlaamse Milieumaatschappij
Vlaamse Milieumaatschappij
Hogeschool PXL

VLAAMSE
MILIEUMAATSCHAPPIJ



Vlaanderen
is milieu



**Professionele Bachelor Agro- en
Biotechnologie**

Biotechnologie - Milieutechnologie



**HET EFFECT VAN “DOORSTROOMVIJVERS” OP DE
ECOLOGIE EN WATERKWALITEIT VAN WATERLOPEN
IN VLAAMS-BRABANT**

Greet Arnalsteen
Promotoren:

Greet Arnalsteen
Filip Raymaekers
Tom De Bie
Cindy Lodewyckx

Hogeschool PXL
Vlaamse Milieumaatschappij
Vlaamse Milieumaatschappij
Hogeschool PXL

VLAAMSE
MILIEUMAATSCHAPPIJ



Vlaanderen
is milieu

Voorwoord

Het uitvoeren en uitschrijven van deze bachelorproef is een proces van lange adem geweest dat gepaard ging met de verwondering, blijdschap en af en toe frustratie. Daarom zou ik graag een woordje van dank neerschrijven voor de mensen die mij tijdens deze periode geholpen hebben.

Allereerst wil ik mijn externe promotor Filip Raymaekers bedanken voor de kans om mijn stage en bachelorproef bij de Vlaamse Milieumaatschappij in Leuven uit te voeren. Dankzij u kon ik een eindwerk schrijven over een onderwerp dat mij al lang aangesproken heeft.

Cindy Lodewyckx, mijn PXL-promotor, bedankt voor alle feedback en steun die u mij heeft geboden tijdens dit eindwerk. Hoewel we elkaar niet veel zagen, was ik mij ervan bewust dat uw deur steeds open stond om mij te helpen als dat nodig was.

Gunter Vandenbroeck wil ik graag bedanken voor alle tijd die hij samen met mij heeft besteed aan de terreinbezoeken en staalnames. Indien er problemen opdoken was u de persoon bij wie ik steeds terecht kon, waarvoor nogmaals dank.

Tom De Bie, hartelijk dank voor de begeleiding tijdens het uitschrijven van dit eindwerk. Desondanks je het vaak druk had, nam je toch de tijd om mijn ingediende stukken te lezen en te verbeteren. Dankzij uw hulp was het mogelijk om de resultaten duidelijk te interpreteren.

Saskia Scheers, Melchior Jacobs en Peggy Deroover, ik bedank jullie alvast voor de leuke tijd in en buiten het labo. Saskia en Melchior, jullie bedank ik voor de hulp tijdens het verzamelen en determineren van de biologische stalen. Zonder jullie was ik nooit tijdig klaar geraakt met het determineren van de biologische stalen. Peggy Deroover, dankje voor de hulp tijdens de verwerking van de biologische stalen.

Alle andere VMM-medewerkers wil ik ook bedanken voor de fijne samenwerking.

Tenslotte wil ik graag mama, papa en Tom bedanken voor hun onvoorwaardelijke steun en liefde.

Inhoudstafel

Voorwoord	2
Samenvatting	6
Lijst van gebruikte afkortingen en symbolen	7
1. Inleiding.....	8
2. Literatuurstudie.....	9
2.1. Meetcampagne vervuilingsbronnen op de IJse: aanzet tot verder onderzoek	9
2.1. Oppervlaktewateren in Vlaanderen	10
2.1.1. Doorstroomvijvers.....	10
2.1.2. Zandvangen	10
2.1.3. Vijvers, meren en poelen	11
2.2. Abiotische en biotische factoren in watersystemen.....	11
2.2.1. Sedimentatie	11
2.2.2. Hydraulische retentietijd.....	12
2.2.3. Eutrofiëring.....	12
2.2.4. Macrofyten en algen	13
2.2.5. Vissen	14
2.2.6. Macro-invertebraten.....	15
2.3. Waterkwaliteit parameters	15
2.3.1. Fysische parameters.....	15
2.3.2. Chemische parameters.....	16
2.4. Ecologische beoordeling van oppervlaktewateren: de Multimetrische Macro- invertebratenindex Vlaanderen	18
2.4.1. Principe en werking.....	18
2.4.2. Staalname en meetstrategie	19
2.5. Wettelijk kader	19
2.5.1. Kaderrichtlijn Water	19
2.5.2. Integraal Waterbeleid	21
2.5.3. VLAREM II - basismilieukwaliteitsnormen.....	21
3. Materialen en methodes.....	24
3.1. Terreinbezoeken	24
3.1.1. Case I: de IJse ter hoogte van de Kasteelvijver in Hoeilaart.....	25

3.1.2.	Case II: de Dijle ter hoogte van de zandvang in Heverlee	26
3.1.3.	Case III: de Vaalbeek ter hoogte van het Zoet Water in Oud-Heverlee	28
3.1.4.	Case IV: de Molenbeek ter hoogte van de Kasteel van Wilder in Kampenhout	29
3.1.5.	Case V: de Leibek ter hoogte van de vijver in de Mostaardstraat in Kampenhout	30
3.2.	Metingen chemische parameters	31
3.2.1.	Materialen staalname	32
3.2.2.	Werkwijze staalname	32
3.2.3.	Materialen analyses testkits.....	33
3.2.4.	Analyses testkits	33
3.3.	Metingen veldmetingen	34
3.3.1.	Materialen veldmetingen.....	34
3.3.2.	Werkwijze veldmetingen.....	34
3.4.	Metingen multiparametersondes	35
3.5.	Bepaling Multimetrische Macro-invertebratenindex Vlaanderen	35
3.5.1.	Werkwijze staalname macro-invertebraten.....	35
3.5.2.	Werkwijze spoelen en triëren	37
3.5.3.	Werkwijze determinatie	39
3.5.4.	Berekeningswijze MMIF	39
3.6.	Macrofyten	40
3.7.	Statistische analyse: gepaarde t-test	40
4.	Resultaten	41
4.1.	Case I: de IJse ter hoogte van de Kasteelvijver in Hoeilaart.....	42
4.1.1.	Meetwaarden chemische parameters	42
4.1.2.	Meetwaarden fysische parameters.....	44
4.1.3.	Meetwaarden anorganische stoffen	45
4.1.4.	Onderzoeksresultaten macro-invertebraten	45
4.2.	Case II: de Dijle ter hoogte van de zandvang in Heverlee	46
4.2.1.	Meetwaarden chemische parameters	46
4.2.2.	Meetresultaten multiparametersondes.....	48
4.2.3.	Meetwaarden fysische parameters.....	48
4.2.4.	Meetwaarden anorganische stoffen	49
4.2.5.	Onderzoeksresultaten macro-invertebraten	49
4.3.	Case III: de Vaalbeek ter hoogte van het Zoet Water in Oud-Heverlee	49
4.3.1.	Meetwaarden chemische parameters	49

4.3.2.	Meetwaarden fysische parameters	52
4.3.3.	Onderzoeksresultaten macro-invertebraten	52
4.4.	Case IV: de Molenbeek ter hoogte van de Kasteel van Wilder in Kampenhout	52
4.4.1.	Meetwaarde chemische parameters	52
4.4.2.	Meetwaarden fysische parameters	55
4.4.3.	Onderzoeksresultaten macro-invertebraten	55
4.5.	Case V: de Leibeek ter hoogte van de vijver in de Mostaardstraat in Kampenhout	56
4.5.1.	Meetwaarde chemische parameters	56
4.5.2.	Meetwaarden fysische parameters	58
4.5.3.	Onderzoeksresultaten macro-invertebraten	58
4.6.	Resultaten statistische analyse: gepaarde t-test	59
4.6.1.	Zwevende stof	60
4.6.2.	Totale fosfor	61
4.6.3.	Totale stikstof	62
5.	Discussie	63
5.1.	Case I: de IJse ter hoogte van de Kasteelvijver in Hoeilaart	63
5.2.	Case II: de Dijle ter hoogte van de zandvang in Heverlee	64
5.3.	Case III: de Vaalbeek ter hoogte van het Zoet Water in Oud-Heverlee	64
5.4.	Case IV: de Molenbeek ter hoogte van Kasteel van Wilder in Kampenhout	65
5.5.	Case V: de Leibeek ter hoogte van de vijver in de Mostaardstraat in Kampenhout	66
5.6.	Aanbevelingen voor verder onderzoek	66
6.	Conclusies	68
	Literatuurlijst	69
	Figurenlijst	72
	Tabellenlijst	74
	Bijlage(n)	76
	Bijlage 1: Basiskwaliteitsnormen anorganische stoffen Vlarem	76
	Bijlage 2: Meetwaarden anorganische stoffen IJse	77
	Bijlage 3: Meetwaarden anorganische stoffen Dijle	78
	Bijlage 4: Grafieken multiparametersondes	79
	Bijlage 5: Gedetermineerde macro-invertebraten	83

Samenvatting

Doorstroomvijvers zijn vijvers die rechtstreeks in verbinding staan met een waterloop en waar het hoofddebiet van een waterloop continu doorheen loopt. Uit eerdere resultaten van preliminaire analyses van een dergelijk systeem op de waterloop de IJse (Hoeilaart) is gebleken dat een doorstroomvijver een significant en positief effect kan hebben op de waterkwaliteit van de afwaartse waterloop. Via deze bachelorproef wordt nagegaan of we dit positief effect kunnen veralgemenen naar gelijkaardige systemen en in welke mate dit een invloed heeft op de ecologische toestand van de waterloop. De Europese Kaderrichtlijn beoogt immers een 'goede toestand' voor oppervlaktewater te behalen, om deze doelstelling te behalen moeten er blijvend inspanningen geleverd worden.

Er wordt geopteerd om een verkennende studie te doen van vijf doorstroomvijvers in de regio van Leuven. Tijdens een eerste bezoek zijn een aantal algemene habitatkenmerken opgemeten. Vervolgens zijn de doorstroomvijvers in het voorjaar 2017 vier keer gemonitord. Telkens zijn een aantal fysico-chemische variabelen opgemeten in de waterloop op- en afwaarts van de vijvers. Om ook het effect van doorstroomvijvers op de biologische kwaliteit te onderzoeken, zijn op dezelfde locaties de macro-invertebraten eenmalig bemonsterd. De fysico-chemische parameters zijn op het terrein zelf bemeaten met behulp van draagbare meettoestellen. Een aantal chemische kwaliteitsparameters zijn geanalyseerd door het laboratorium van de Vlaamse Milieumaatschappij in Gent. Op één systeem (zandvang Heverlee) is gebruik gemaakt van een parametersonde die gedurende 7 weken op een continue manier een aantal variabelen kan opmeten. De biologische kwaliteit is bepaald door het determineren van macro-invertebraten die nadien vertaald zijn tot een score die de ecologische toestand aangeeft. Naast het vergelijken van de fysische, chemische en biologische parameters stroomop- en stroomafwaarts, is ook gekeken of deze meetwaarden voldoen aan de wettelijk vastgelegde normen voor oppervlaktewateren.

Voor drie van de vijf onderzochte vijvers vinden we een indicatie dat de biologische, chemische en/of fysische toestand stroomafwaarts verbetert. Dit is vooral het geval voor de kleinere waterlopen die, relatief gezien, op grotere doorstroomvijvers zijn aangesloten (o.a. Vaalbeek – Zoet Water). De doorlooptijd is in deze systemen vermoedelijk zeer hoog. Dit laat toe dat voldoende sedimentpartikels, en de hieraan gebonden polluenten en nutriënten, zich kunnen settelen. Als daarenboven de bovenloop van de waterloop sterk vervuild is, dan is de kans op het vinden van een gunstig effect van doorstroomvijvers ook groter. Dit is duidelijk het geval voor de IJse tijdens de preliminaire studie, voor de Vaalbeek en voor de Leibeek. Door het relatief lage aantal onderzochte vijvers en de grote variatie die aanwezig was tussen de systemen was het moeilijk om de resultaten op een statistische manier te veralgemenen. Deze bachelorproef stelt ons in staat om de effecten van toekomstige projecten, waarbij een vijver- of moerassystemen aangesloten worden op de waterloop (bijvoorbeeld de IJsebroeken op de IJse), beter te kunnen inschatten. Op basis van de bevindingen van deze studie zijn er ook een aantal suggesties gegeven voor verder onderzoek. Zo geven we aan dat de effecten van doorstroomvijvers best het jaar rond worden gemonitord, en niet enkel in het voorjaar wanneer er nog weinig waterplanten in de vijvers staan. Daarnaast is het belangrijk om ook het gevoerde beheer van de vijvers (frequentie van ruiming, al dan niet uitzetten van vis, maaien van vegetatie, ...) te achterhalen en mee te nemen in de verklaring van de resultaten.

Lijst van gebruikte afkortingen en symbolen

Afkorting	Betekenis
VMM	Vlaamse Milieumaatschappij
MMIF	Multimetrische Macro-invertebratenindex Vlaanderen; Multimetric Macro-invertebrate Index Flanders
BZV	Biologisch zuurstofverbruik
CZV	Chemisch zuurstofverbruik
Cl ⁻	Chloride
KjN	Kjehldahl-stikstof
N _t	Totale stikstof
NH ₄ ⁺	Ammonium
NO ₂ ⁻	Nitriet
NO ₃ ⁻	Nitraat
SO ₄ ⁻	Sulfaat
ZS	Zwevende stof
oPO ₄	Orthofosfaat
P _t	Totale fosfor
pH	Zuurtegraad
T	Temperatuur
°C	graden Celsius
μS	micro Siemens
O ₂	Zuurstof
O ₂ verz.	Verzadigde zuurstof
EC20	Elektrische geleidbaarheid
N.v.t.	Niet van toepassing
EKC	Ecologische Kwaliteitscoëfficiënt
BBI	Belgische Biotische Index
KRW	Kaderrichtlijn Water
VITO	Vlaams Instituut voor Technologisch Onderzoek
Bk	Kleine beek
Rg	Grote rivier
VLAREM	Vlaams Reglement betreffende de Milieuvergunningen
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
o.a.	Onder andere
Cfr.	Confer

1. Inleiding

Uit eerder onderzoek blijkt dat de waterkwaliteit van de Vlaamse oppervlaktewateren de afgelopen drie jaar stagneert of slechts beperkt verbeterd. De concentraties aan stikstof en fosfor blijven nog steeds problematisch hoog en de parameters zoals opgeloste zuurstof, chemisch zuurstofverbruik, orthofosfaat en nitraat overschrijden nog vaak de waterkwaliteitsnormen. Om de goede ecologische toestand volgens de Kaderrichtlijn Water te behalen tegen de voorziene deadlines (voor speerpuntgebieden tegen 2021 en voor aandachtsgebieden tegen 2027) is het dus noodzakelijk om inspanningen te leveren om de nutriënten in onze watersystemen te verlagen

Uit een voorgaand monitoringsonderzoek over waterkwaliteit dat ik tijdens mijn stageperiode bij de Vlaamse Milieumaatschappij in 2016 mee heb uitgevoerd, is er een interessant patroon gevonden in de resultaten van de waterloop de IJse. Het doel van dit onderzoek was om de aanwezige puntvervuilingen op de IJse in kaart te brengen. Het opvallendste dat uit deze resultaten verscheen, was dat de IJse een merkbare daling in een aantal nutriëntconcentraties vertoonde nadat ze door de Kasteelvijver heen was gestroomd. De Kasteelvijver van Hoeilaart is in dit geval een typische doorstroomvijver waardoor een waterloop heen stroomt. Omdat dergelijke systemen ook op andere waterlopen in Vlaanderen aanwezig zijn en deze een positieve invloed kunnen uitoefenen op de waterkwaliteit van de waterloop, werd besloten om dit diepgaander te onderzoeken via deze bachelorproef.

Tijdens deze bachelorproef zijn verschillende types doorstroomvijvers in de regio rondom Leuven van naderbij onderzocht om na te gaan of de waterkwaliteit van de waterloop al dan niet verbetert, verslechtert of hetzelfde blijft. Om hier een uitspraak over te maken worden de chemische en fysische parameters geanalyseerd, zowel stroomop- als stroomafwaarts de vijver. Deze metingen worden meermaals uitgevoerd om toevalligheden uit te sluiten. Om een uitspraak te doen over de ecologische toestand die hiermee in verband staat, worden ook op- en afwaarts stalen van macro-invertebraten verzameld. Behalve deze drie parameters wordt op het terrein ook gekeken naar een aantal lokale karakteristieken van de doorstroomvijver. Op basis van al deze factoren samen kan uitspraak gedaan worden of deze doorstroomvijvers een rol spelen in het verbeteren van de waterkwaliteit of niet. Uit de eerste resultaten afkomstig van de Kasteelvijver wordt verwacht dat toch enkele parameters beter zullen scoren afwaarts in tegenstelling tot opwaarts. De bevindingen van dit onderzoek worden in beschouwing genomen bij toekomstige beheerplannen van de VMM.

2. Literatuurstudie

In de bestaande wetenschappelijke literatuur en onderzoeksrapporten is er over het algemeen zeer weinig informatie beschikbaar over het onderwerp ‘doorstroomvijvers’. In deze literatuurstudie proberen we dieper in te gaan op een aantal ecologische basisprocessen en beschrijven we de voornaamste abiotische en biotische factoren die een belangrijke rol kunnen spelen in dergelijke systemen.

2.1. Meetcampagne vervuilingsbronnen op de IJse: aanzet tot verder onderzoek

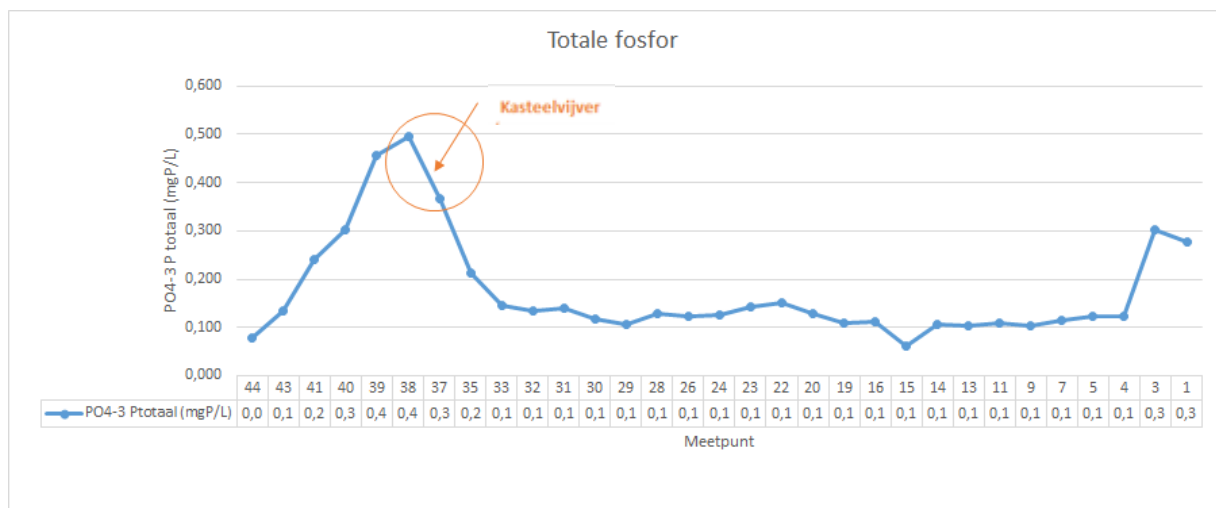
Het bekkensecretariaat te Leuven heeft recent een integraal project opgestart rond de waterloop de IJse. De IJse is in het stroomgebiedbeheerplan aangeduid als speerpuntgebied voor het behalen van de goede toestand. Dit wil zeggen dat men tegen 2021 een goede ecologische kwaliteit voor deze waterloop wil behalen. In het kader van het integraal project IJse worden bestaande knelpunten geïnventariseerd en samen met alle betrokkenen projecten opgedragen om deze op te lossen. In het najaar van 2016 heb ik tijdens mijn stage een monitoringsproject uitgevoerd op de IJse. Het doel van deze monitoring was om aanwezige verontreinigingsbronnen die toekomen op de IJse in kaart te brengen. Deze meetcampagne werd uitgevoerd van bron tot monding.

Tijdens het onderzoek werden een aantal nutriënten geanalyseerd met aangekochte testkits. Na de verwerking van de resultaten was het duidelijk dat de Kasteelvijver in Hoeilaart, waardoor de IJse heen stroomt, een positief effect had op de afname van enkele nutriënten.

Aangezien deze doorstroomvijver een opvallend positieve invloed had op het verlagen van de nutriëntconcentraties, leek het interessant om dit fenomeen verder te onderzoeken.

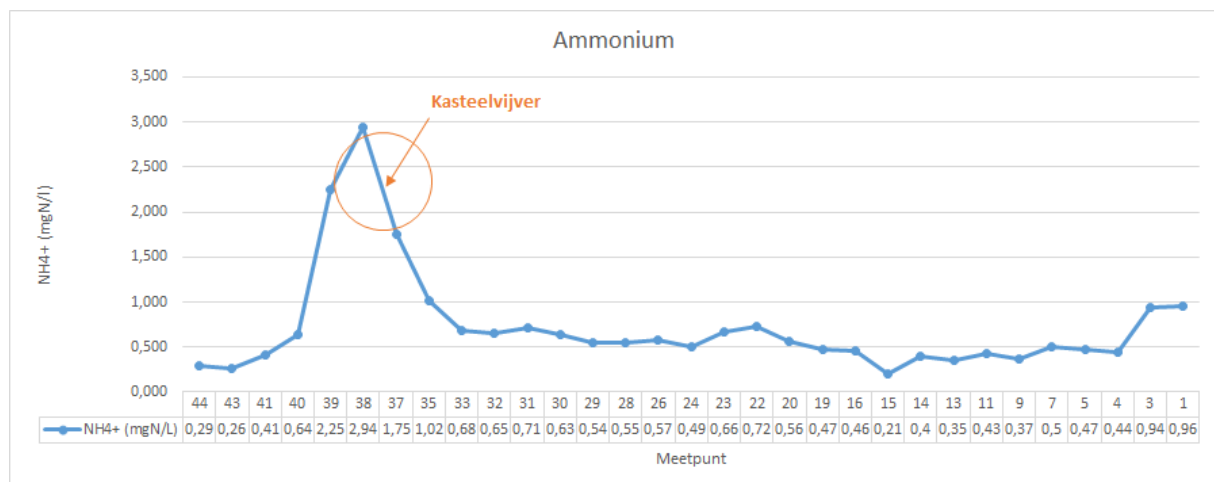
Ter verduidelijking van de grafieken: het onderzoek verliep van bron (meetpunt 44) tot monding (meetpunt 1) en de Kasteelvijver van Hoeilaart bevindt zich tussen meetpunten 37 en 38 in.

De Kasteelvijver had duidelijk een positief effect op de totale fosfor in het water.



FIGUUR 1: GRAFIEK TOTALE FOSFOR – MONITORING NADER ONDERZOEK IJSE 2016

Dezelfde trend was ook waar te nemen voor de ammoniumconcentratie.



FIGUUR 2: GRAFIEK AMMONIUM – MONITORING NADER ONDERZOEK IJSE 2016

2.1. Oppervlaktewateren in Vlaanderen

In de literatuur wordt er meestal een onderscheid gemaakt tussen stromende oppervlaktewateren (waterlopen) en stilstaande oppervlaktewateren (vijvers, meren, poelen, ...). Riviersystemen en vijversystemen verschillen sterk van elkaar in allerlei karakteristieken (retentietijd, turbulentie, thermisch klimaat, aanwezige fauna en flora, nutriëntenconcentraties, ...). In deze studie worden de stilstaande oppervlaktewateren van nader bekeken.

2.1.1. Doorstroomvijvers

Doorstroomvijvers zijn vijversystemen die rechtstreeks zijn aangesloten op een waterloop en waardoor het grootste gedeelte van het debiet van de waterloop heen stroomt. Een doorstroomvijver zit eigenlijk tussen een waterloop en een vijversysteem in qua kenmerken. Indien de retentietijd van het water zeer groot is, zullen ze eerder karakteristieken vertonen van stilstaande wateren. Dit is bijvoorbeeld zo wanneer er een grote vijver aangesloten is op een kleine waterloop. In het geval dat de retentietijd klein is, zullen ze eerder gelijken op stromende oppervlaktewateren. Dit komt voor bij kleine vijvers die aangesloten zijn op grotere waterlopen. Deze vijvers kunnen van nature ontstaan, maar meestal zijn deze kunstmatig aangelegd. Vroeger en nu werden/worden er kunstmatige doorstroomvijvers aangelegd met specifieke functies, een voorbeeld hiervan zijn kweek- en visvijvers. Deze vijvers werden vroeger talrijk aangelegd en aangesloten aan waterlopen zodat de vissen steeds voorzien werden van vers zuurstofrijk water. Een ander voorbeeld is een stuwmeer dat gebouwd wordt in een rivier om het waterpeil te kunnen regelen of om een groot verval te creëren. Het grote verval van het water biedt de mogelijkheid om duurzame energie op te wekken via waterturbines. Een zandvang oefent ook de rol uit van een doorstroomvijver, meer uitleg hierover is terug te vinden in de volgende paragraaf.

2.1.2. Zandvangen

Een zandvang wordt stroomafwaarts een waterloop gebouwd en heeft als doel zand en andere sediment deeltjes dat met het water mee spoelt, te verwijderen. Aan deze sedimentdeeltjes zijn vaak ook andere moleculen, zoals pollutanten en nutriënten, gebonden die zo mee getransporteerd worden. De stroomsnelheid van het water zal vertragen wanneer het water in de zandvang terecht komt. Dankzij de grote oppervlakte van de zandvang zal de stroomsnelheid van het water zodanig laag worden dat het sediment kan bezinken. Vervolgens kan het water de zandvang weer verlaten en verder stromen. Het bezonken sediment (slib), moet tijdig worden gebaggerd zodat de zandvang optimaal blijft werken. De belangrijkste functie van deze zandvangen is om ervoor te zorgen dat het sediment niet afgezet wordt in gebieden zoals steden. In steden hebben rivieren maar een

beperkte ruimte, waardoor aanslibbing makkelijk kan optreden in normale omstandigheden. Bovendien is het bijna onmogelijk om in verstedelijkt gebied baggerwerken uit te voeren door te beperkte toegankelijkheid van de waterloop, bijvoorbeeld door inbuizing. Deze aanslibbing kan in combinatie met hevige neerslag snel leiden tot overstromingen. Eén van de belangrijkste criteria voor het bouwen van een zandvang is een plaats die makkelijk bereikbaar is voor kranen en vrachtwagens voor het ruimen van het slib (Vlaamse Milieumaatschappij, 2009).

Voor de onbevaarbare waterlopen van de eerste en tweede categorie is er sinds 2009 een sedimentvangplan opgesteld. Op basis van dit plan zal gestart worden met de realisatie van sedimentvangen in Vlaanderen met het oog op een kostenbesparing van het onderhoud van de waterlopen. Het is de afdeling Operationeel Waterbeheer van de Vlaamse Milieumaatschappij die dit sedimentplan opstelt, onder de vorm van een lijst met plaatsen waar een sedimentvang aangewezen is. (Vlaamse Milieumaatschappij, 2009).

2.1.3. Vijvers, meren en poelen

Zoals reeds hierboven gezegd zijn bijna alle vijvers aangelegd door de mens en hierdoor dus kunstmatig. Het verschil tussen een doorstroomvijver en een "gewone" vijver is eigenlijk dat een "gewone" vijver niet aangesloten is aan een waterloop, of toch niet rechtstreeks. Denk maar aan de talrijke kasteelvijvers die vroeger werden aangelegd, alsook de vijvers die in vele parken terug te vinden zijn. Bovendien is het onderscheid tussen meren, vijvers en poelen ook niet steeds even duidelijk. Het is eerder een gradiënt van grootte en diepte die hier de kenmerkende factoren zijn. Meren zijn vaak restanten die ontstaan uit putten waaruit vroeger grondstoffen werden gewonnen, bijgevolg zijn deze gekenmerkt door een vrij grote oppervlakte en diepte. Net als vijvers kunnen ze ook aangesloten zijn op waterlopen. Poelen daarentegen zijn relatief klein en kunnen permanent of tijdelijk van aard zijn. Deze worden uitsluitend gevoed door hemelwater en/of grondwater (Regionaal Landschap Vlaamse Ardennen, sd).

2.2. Abiotische en biotische factoren in watersystemen

Tot op heden zijn nog niet alle huishoudens aangesloten op riolering en heerst de problematiek in verband met waterverontreiniging door te hoge nutriëntenconcentraties en erosie in Vlaanderen nog steeds. Voornamelijk deze factoren hebben een negatieve invloed op de waterkwaliteit in onze waterlopen. Echter hebben vijvers en waterlopen zelfzuiverende eigenschappen om de waterkwaliteit terug te verbeteren.

2.2.1. Sedimentatie

Elke waterloop, groot of klein, transporteert continu sedimentdeeltjes. Dit sediment is afkomstig van het land en komt door erosie in de Vlaamse wateren terecht. Uit meetgegevens van de VMM (Van Hoestenbergh, et al., 2007) tijdens de periode 2003 tot 2007 bedroeg het sedimentexport in de stroomgebieden van bijvoorbeeld de Bovenschelde zo'n 1,5 – 2,5 ton per hectare per jaar (2003-2007). Bovendien wordt ruim 90% van de jaarlijkse sedimentvracht in minder dan 5% van de tijd door de waterlopen geëxporteerd, dit is tijdens de hoogwaterperiodes. Dit sediment wordt vervolgens ergens in de waterloop of andere waterstructuur terug afgezet en neemt hierdoor de plaats van het water in.

Wanneer water geladen met sediment een stilstaande waterstructuur (bijvoorbeeld een vijver) binnenstroomt, zullen de zwaarste sedimentpartikels neerslaan op de waterbodem. De fijnere partikels zullen verder stromen, en eventueel afzetten afhankelijk van de stroomsnelheid in het water. Voldoende bezinking heeft vaak het gevolg dat het water stroomafwaarts de vijver helder is. Bovendien is een structuur zoals een vijver ideaal om de hoeveelheid afgezet sediment of 'sedimentopbrengst' te meten. Het bepalen van de hoeveelheid afgezet sediment is echter een onnauwkeurig, duur en moeilijk proces dat over een lange periode gemeten wordt (Trimble & Wilson, 2012).

2.2.2. Hydraulische retentietijd

Het begrip hydraulische retentietijd of verblijftijd is de gemiddelde tijd dat het water verblijft in een watersysteem, zoals een doorstroomvijver. Deze tijd hangt enerzijds af van het debiet van het instromend en uitstromend water, en anderzijds van de grootte van het watersysteem waarin het water zich bevindt. Vijvers met een groot watervolume waarop een waterloop met een klein debiet toekomt, worden gekenmerkt met een lange retentietijd. In het geval er een groot debiet toekomt op een relatief kleine vijver, zal de retentietijd kort zijn. Uit een gelijkaardig studie (Yan, et al., 1998) is gebleken dat de wateropslagcapaciteit van een vijversysteem de belangrijkste factor is voor de retentie van nutriënten in water. Hoe groter deze volumes zijn, hoe meer nutriënten er kunnen worden opgeslagen.

2.2.3. Eutrofiëring

Een probleem dat zich sinds de tweede helft van de twintigste eeuw voordoet, is eutrofiëring of algenbloei. Eutrofiëring wordt veroorzaakt door een aanvoer van nutriënten, voornamelijk nitraten en fosfaten, afkomstig van landbouwactiviteiten en lozingen van huishoudelijk afvalwater. Grote aantallen watervogels en bodem woelende benthivore vissen (zoals karper en brasem) kunnen ook bijdragen tot dit fenomeen.

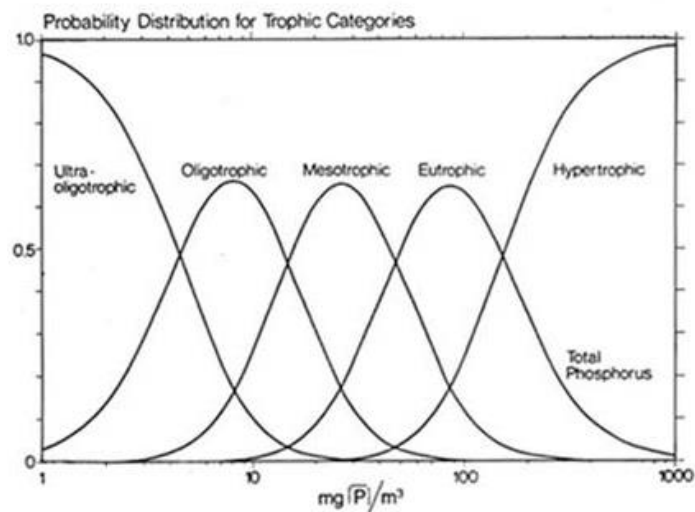


FIGUUR 3: ALGENBLOEI IN EUTROFE VIJVER

Eutrofiëring komt vooral tot uiting tijdens warme zomermaanden of periodes met grote temperatuurschommelingen wanneer algen massaal tot ontwikkeling kunnen komen (algenbloei) (Ecopedia, 2016). Een algenbloei zorgt voor een verhoogde troebelheid van het water en verhindert de ontwikkeling van een ondergedoken vegetatielaag. Eutrofe vijvers vertonen typische sterke schommelingen in de aanwezige zuurstofconcentraties. Overdag produceren de algen zuurstof, 's nachts verbruiken deze zuurstof. Een tekort aan zuurstof in het watersysteem is nadelig voor andere waterorganismen en kan in extreme gevallen vissterfte veroorzaken. Ook drijvende waterplanten, zoals eendenkroos (*Lemna sp.*), kunnen profiteren van eutrofe condities en kwetsbare macrofyten verdrijven. Indien dergelijke waterplanten de vijver volledig bedekken is er amper fotosynthese meer mogelijk in de waterkolom en worden doorgaans lage zuurstofconcentraties in het water opgemeten (Loeb & Verdonschot, 2009).

2.2.4. Macrofyten en algen

Waterplanten of macrofyten spelen een belangrijke rol in het verkrijgen van een goede watertoestand. In het algemeen wordt er een onderscheid gemaakt tussen 3 types: onderwaterplanten, drijvende waterplanten en emergente waterplanten. Emergente macrofyten zijn planten die met hun wortels in de waterbodem vastzitten, maar gedeeltelijk boven water staan. Omdat planten kunnen groeien, onttrekken ze nutriënten en sporenelementen uit het water of de waterbodem via hun wortelstelsel, bladeren of bacteriën. Deze nutriënten zijn in de Vlaamse wateren vaak in grote concentraties aanwezig en afkomstig van menselijke activiteiten. Bovendien is dit ook één van de belangrijkste oorzaken voor het niet behalen van de goede ecologische toestand zoals verwacht wordt volgens de Kaderrichtlijn water. Deze hoge concentraties hebben als gevolg dat sommige soorten waterplanten in staat zijn om veel biomassa te produceren, terwijl andere soorten hier niet in kunnen overleven of weggeconcentreerd worden. Voorbeelden van plantensoorten die in voedselrijke wateren voorkomen zijn: eendenkroos (*Lemna sp.*), haarfonteinkruid (*Potamogeton trichoides*), draadwier, riet (*Phragmites sp.*), etc. In voedselarm water daarentegen komen soorten voor zoals grote waterranonkel (*Ranunculus sp.*), drijvende waterweegbree (*Luronium natans*), rossig fonteinkruid (*Potamogeton alpinus*), etc.



FIGUUR 4: DE VERSCHILLENDE ECOSYSTEEMTYPES AFHANKELIJK VAN DE AANWEZIGE CONCENTRATIE FOSFOR IN HET WATER (HALIFAX, SOIL & WATER CONSERVATION SOCIETY OF METRO, 2015)

Nutriënten spelen een belangrijke rol in de waterkwaliteit. De stoffen met de grootste invloed zijn nitraten en fosfaten die zorgen voor overbemesting. Afhankelijk van de concentraties wordt er onderscheid gemaakt tussen enkele ecosysteemtipes. In wateren waar zeer weinig voedingsstoffen aanwezig zijn, wordt er gesproken van een ultra-oligotroof ecosysteem. In deze wateren groeien voornamelijk de zeldzamere waterplanten die niet tolerant zijn voor hoge nutriëntenconcentraties. Het ecosysteemtype met de hoogste concentraties is een hypereutroof ecosysteem. Hierin is extreem veel algengroei aanwezig en deze is verantwoordelijk voor een lage biodiversiteit aan organismen. De andere ecosysteemtypes die tussen deze twee uitersten vallen zijn oligotrofe, mesotrofe en eutrofe wateren. De grens tussen ultra-oligotroof, oligotroof, mesotroof, eutroof en hypereutroof is niet eenvoudig te bepalen met het blote oog. In Vlaanderen zijn de meeste ecosystemen eutroof, en sommige zelfs hypereutroof. Vennen en plassen met typische venvegetaties zijn de enige oligo- tot mesotrofe systemen in Vlaanderen nog aanwezig, maar deze zijn zeldzaam tot vrij zeldzaam (Ecopedia, 2016).

De manier waarop planten de nodige nutriënten kunnen opnemen, is afhankelijk het type waterplant. Emergente en onderwaterplanten zijn in staat om voedingsstoffen te onttrekken uit

het sediment, terwijl drijvende macrofyten afhankelijk zijn van nutriënten in de waterkolom. Hierbij speelt de vorm waarin een nutriënt zich bevindt een rol in de opnamemogelijkheden van de plant. Bijvoorbeeld stikstof kan zich in verschillende vormen bevinden: ammonium, nitriet, nitraat, stikstofgas, etc. De meeste planten zullen stikstof opnemen als nitraat of ammonium, kroosvaren (*Azolla sp.*) daarentegen gebruikt stikstofgas als stikstofbron. Alleen al door de aanwezigheid van planten in een vijversysteem kan de hoeveelheid nutriënten al afnemen.

Een bijkomende gunstige eigenschap van macrofyten is dat ze de omstandigheden voor nitrificatie kunnen bevorderen in nitraatrijke wateren. Planten leveren organische koolstof aan de denitrificerende bacteriën die op hun beurt zorgen dat nitraat omgezet wordt in stikstofgas. Belangrijk om te weten is dat dit proces enkel opgaat in zuurstofarme omstandigheden zoals in de bodem, sedimentophoppingen of moerasgebieden. Bijkomend kunnen macrofyten ook gebruikt worden als substraat voor de bacteriën waarop zij zich kunnen vestigen (Dhote & Dixit, 2008). Dankzij de denitrificatiereactie verdwijnt nitraat uit onze waterlopen en verkleint de kans op eutrofiëring.

Macrofyten zijn cruciaal als habitat voor allerlei macro-invertebraten en vissen. Ze doen dienst als schuilplaats en voedselbron, maar ook als “substraat” waarop vissen hun eieren kunnen afzetten. Macrofyten zijn onmisbaar in wateren met een goede ecologische kwaliteit.

Een andere bedreiging voor oppervlaktewateren naast eutrofiëring, zijn invasieve plantensoorten. Invasieve of uitheemse soorten zijn soorten die door menselijk toedoen -bewust of onbewust- buiten hun natuurlijk verspreidingsgebied zijn geïntroduceerd. Er wordt ook wel gesproken van ‘exoten’. Het zijn enkel de uitheemse soorten die zich blijvend vestigen in ons klimaat die problemen veroorzaken. Enkele voorbeelden van invasieve waterplanten die in Vlaanderen voorkomen zijn waterwaaier (*Cabomba caroliniana*) en grote waternavel (*Hydrocotyle ranunculoides*). Verspreiding van deze uitheemse macrofyten gebeurt net als bij inheemse macrofyten via zaden en knollen die door het water, lucht, dier of een ander transportmiddel makkelijk verspreiden en zich vervolgens vestigen op nieuwe plaatsen. Daar gaan de uitheemse soorten de niches innemen van inheemse soorten, veroorzaken ze infecties en kunnen ze genetisch vermengen met de inheemse planten. Behalve de ecologische schade, kunnen ze ook economische schade aanrichten. Deze soorten kunnen sluizen of waterafvoeren sterk overwoekeren waardoor er problemen ontstaan. Om deze problemen te vermijden is het belangrijk om in te zetten op een goed waterbeheer (Ecopedia, sd).

2.2.5. Vissen

De vissoorten die voorkomen in een vijversysteem oefenen een belangrijke druk uit op de andere aanwezige biotische factoren. Vijvers met voldoende waterplanten bieden schuil- en paaiplaatsen aan voor roofvissen, zoals bijvoorbeeld snoek. De roofvis reguleert vervolgens de stand aan planktivore prooivissen (bijvoorbeeld blankvoorn) met als gevolg dat er meer watervlooien in het water zijn die op algen grazen. Grotere bodem woelende vissen zoals grote brasem en karpers foerageren in het sediment van vijvers en verhinderen dat waterplanten zich kunnen ontwikkelen. Daarenboven brengen ze de nutriënten die in het sediment vervat zitten weer in suspensie en versterken zo de nadelige effecten van eutroficatie (De Vocht, 2016).

In een studie over invasieve vissoorten (Copp, et al., 2005) werd onderzocht hoe groot de menselijke impact is op de verspreiding van uitheemse vissoorten in vijversystemen in het Engelse Essex. Tijdens deze studie werden verschillende vijvers, met verschillende parameters zoals volume, tijdsperiode, vegetatie en afstand tot de dichtstbijzijnde huizen en wegen, bemeten en kwam men tot de conclusie dat het aantal uitheemse soorten toeneemt naarmate de afstand naar de openbare weg afneemt. Dus hoe toegankelijker een vijversysteem, hoe groter de kans op uitheemse soorten. Deze invasieve exoten zijn niet enkel nadelig voor de inheemse soorten, maar richten daarbij ook schade toe aan het hele ecosysteem in de vijver. Uitheemse vissen hebben

gelijkaardige gevolgen op de inheemse soorten zoals hierboven voor de macrofyten besproken werd. De inheemse soorten worden geïnfecteerd, opgegeten, weggeconcentreerd door de invasieve exoten en bovendien kan er ook genetische vermenging optreden waardoor de inheemse soorten verdwijnen (Ecopedia, sd).

2.2.6. Macro-invertebraten

Macro-invertebraten zijn met het blote oog waarneembare ongewervelde organismen die al dan niet in het water voorkomen. In het geval van de Multimetric Macro-invertebratenindex Vlaanderen (MMIF) wordt enkel gekeken naar de aquatische macro-invertebraten die in watersystemen aanwezig zijn. Voorbeelden van aquatische macro-invertebraten zijn bijvoorbeeld insecten (adulten en larven van kevers, muggen, vliegen, steenvliegen en libellen), slakken en bloedzuigers. Het voorkomen van deze organismen hangt onlosmakelijk vast met de biotische en abiotische omgevingsfactoren. Biotische factoren zijn de andere organismen in het ecosysteem die invloed kunnen uitoefenen op het leven en de populatie van een bepaalde soort. Abiotische factoren zijn bijvoorbeeld zuurstof, licht, stroming, temperatuur, organische belasting en substraat (Peeters, 2013).

Uit een studie van Kelly et al. blijkt dat het totaal aantal macro-invertebraten significant hoger is in habitats waar veel zonlicht invalt in tegenstelling tot schaduwrijke habitats. Mogelijks verkiezen zij deze gebieden als een strategie om predatoren te vermijden. In deze studie is het niet statistisch bewezen dat het aantal verschillende taxa hoger ligt in zonnige gebieden (Kelly, et al., 2012). Een andere studie (Hawkins, et al., 1982) toont echter wel aan dat het aantal taxa hoger is voor habitats die gelegen zijn in de zon. Het verschil tussen deze twee studies is echter dat de eerste studie uitgevoerd werd op slechts in één rivierecosysteem en de andere in meerdere rivieren.

2.3. Waterkwaliteit parameters

De fysische en chemische parameters zijn van groot belang voor zowel de waterkwaliteit als de ecologische kwaliteit van een waterloop. Hieronder volgt een omschrijving van de belangrijkste parameters met betrekking tot dit onderzoek.

2.3.1. Fysische parameters

Onder fysische parameters wordt verstaan: zuurtegraad, temperatuur, zuurstofgehalte en geleidbaarheid. Al deze parameters kunnen ter plaatse in het veld gemeten worden met bijhorende apparatuur en geven een globaal beeld over de toestand van het water op het moment dat de meting plaatsvindt. Omwille van deze redenen worden deze parameters ook veldparameters genoemd. Op basis van deze metingen kan achterhaald worden of doorstroomvijvers hierop invloed uitoefenen.

Zuurtegraad

De zuurtegraad of pH is één van de belangrijkste parameters die bepalend zijn voor het leven in water. Zowel een te hoge als een te lage zuurtegraad kan nadelige effecten hebben op de soortenrijkdom in een waterstructuur. Algenbloei, veroorzaakt door te hoge stikstof en fosfor concentraties, kan een lage pH veroorzaken in stilstaand of traag stromend water (Vlaamse Milieumaatschappij, sd). Dit kan op zijn beurt nadelige gevolgen hebben op de aanwezige flora en fauna in het aquatische systeem. In Vlaanderen zijn er ook natuurlijke zure waterlopen in de Kempen met een lage pH. De zuurtegraad wordt ter plekke gemeten met een pH-meter.

Temperatuur

De temperatuur is een parameter die afhankelijk is van het seizoen en het klimaat. De temperatuur beïnvloedt een aantal fysische en chemische processen in het water. Bijvoorbeeld hoe hoger de watertemperatuur, hoe lager het percentage verzadigde zuurstof in het water. Tijdens de zomermaanden zal het zuurstofgehalte in het water dus lager zijn. In sommige gevallen kan dit zelfs leiden tot vissterfte. Een gevolg van een hogere watertemperatuur is een versnelling van

(bio)chemische processen (Peeters, 2013). De temperatuur (°C) wordt ter plekke gemeten met een digitale thermometer.

Geleidbaarheid

De hoeveelheid gedissocieerde ionen (zouten) in water bepaalt de geleidbaarheid. De geleidbaarheid stijgt naarmate er meer vrije ionen in het water bevinden. Deze ionen of zouten zijn voornamelijk afkomstig van afvalwater met een hoog chloridegehalte en kunnen leiden tot verzilting. Hoge zoutconcentraties zijn nadelig voor de meeste zoetwaterorganismen (Peeters, 2013). Deze parameter wordt gemeten met een geleidbaarheidsmeter en uitgedrukt in $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Zuurstofgehalte

De zuurstofhuishouding is ook één van de belangrijkste factoren die het leven in het water en de zelfzuiverende processen in de waterloop bepalen. Een te hoge zuurstofconcentratie wordt veroorzaakt door wierbloei, een te lage concentratie is te wijten aan afbraak van veel organisch materiaal (Vlaamse Milieumaatschappij, sd). De afbraak van deze componenten vraagt immers veel zuurstof (Aquafin, sd). Een hoge turbulentie in het water (bijvoorbeeld door een hoge stroomsnelheid) kan ook een zuurstoftoename veroorzaken. Tijdens het terreinonderzoek wordt het zuurstofgehalte (mg/l) en de verzadigde zuurstof (%) gemeten met een zuurstofmeter.

2.3.2. Chemische parameters

Er zijn tientallen chemische parameters die onderzocht kunnen worden om meer te weten over de chemische kwaliteit van het water. In dit onderzoek wordt beperkt tot: biologisch zuurstofverbruik, chemisch zuurstofverbruik, chlorides, Kjeldahl-stikstof, totale stikstof, nitraten, ammonium, nitrieten, totale fosfaat, orthofosfaat, sulfaten, zwevende stoffen en anorganische stoffen.

Biologisch zuurstofverbruik

Het biologisch zuurstofverbruik (BZV) is een maat om aan te geven hoeveel zuurstof bacteriën nodig hebben om tijdens 5 dagen bij 20°C de organische vuilvracht in 1 liter water af te breken. Water dat sterk vervuild is, of met andere woorden een hoge concentratie aan biologisch afbreekbare stoffen heeft, heeft een hoge BZV-waarde. Dit oxidatieproces kan uiteindelijk leiden tot zuurstofarm water met als gevolg dat waterdieren en planten sterven (Milieufocus, 2008).

Chemisch zuurstofverbruik

Chemisch zuurstofverbruik (CZV) is de waarde die weergeeft hoeveel chemisch oxidatiemiddel er nodig is om organische vervuiling volledig te oxideren. In tegenstelling tot de BZV, bepaalt de CZV de oxidatie van de volledige hoeveelheid organisch materiaal tot koolstofdioxide en dat in slechts 3 uur. Eveneens staat een hoge CZV-waarde gelijk aan een hoge concentratie organische vuilvracht (Milieufocus, 2008).

Chlorides

Chloride-ionen (Cl^-) zijn oorspronkelijk afkomstig van zouten en komen van nature in het aquatisch milieu slechts in zeer kleine concentraties voor. In de realiteit zijn de concentraties echter hoger door zouten afkomstig van lozingen van huishoudelijk en industrieel afvalwater, onvoldoende gezuiverde lozingen, afspoeling van akkerlanden en tijdens de wintermaanden door strooizout (Loeb & Verdonschot, 2009).

Kjeldahl-stikstof

De Kjeldahl-stikstof (KjN) is de organisch gebonden stikstof, ammoniak en ammonium samen gemeten. De Kjeldahl-methode wordt ook toegepast om monsters van afvalwaterzuiveringsinstallaties te meten. Via deze analysemethode wordt de geoxideerde vorm van stikstof buiten beschouwing gelaten.

Totale stikstof

De totale stikstof (N) geeft de som weer van de organische (N gebonden met koolstof) en anorganische stikstofverbindingen. Net als de meeste verontreinigingen komt stikstof in het water terecht via agrarische processen en huishoudelijk afval. Stikstof is een essentieel element voor de plantengroei dat enkel onder de vorm van nitraat kan worden opgenomen. Bovendien is stikstof goed wateroplosbaar.

Nitrieten

Net zoals fosfaat en nitraat zijn ook nitrieten (NO_2^-) noodzakelijk voor aquatische ecosystemen, maar bij te hoge concentraties kunnen ze ernstige gevolgen hebben voor waterdieren en mensen. Ammonium kan geoxideerd worden tot nitriet met behulp van nitrificerende bacteriën. Op zijn beurt wordt nitriet geoxideerd tot nitraat, dit proces heet nitrificatie. Hoge concentraties nitriet in oppervlaktewateren duiden op verontreiniging door niet of onvoldoende gezuiverde lozingen.

Nitraten

Nitraten (NO_3^-) komen voornamelijk via afspoeling van landbouwgronden in het oppervlaktewater terecht. Twee belangrijke factoren die hierbij een rol spelen zijn de bemestingspraktijken op het land en de weersomstandigheden, voornamelijk neerslag. Nitraat kan ook ontstaan door de omzetting van ammonium door nitrificerende bacteriën. Een andere chemische reactie die kan optreden is denitrificatie, hierbij wordt nitraat omgezet in stikstofgas in zuurstofarme omstandigheden. Samen met fosfaat draagt nitraat bij tot eutrofiëring of overbemesting van oppervlaktewateren (Vlaamse Milieumaatschappij, sd).

Ammonium

Net als alle nutriënten komt ammonium (NH_4^+) ook van nature voor in lage concentraties. Ammonium komt vrij door afbraak van organisch materiaal door bacteriën. Te hoge concentraties aan ammonium wijzen op verontreiniging door niet of onvoldoende gezuiverde lozingen. De stof op zich is relatief onschadelijk maar bij verhoogde pH kan dit worden omgezet naar ammoniak en dit is zeer schadelijk voor allerlei organismen. (Watertool, sd).

Totale fosfor

Fosfor (P) komt in het water voor onder de vorm van organisch gebonden fosfor en onder de vorm van fosfaat. Planten zijn enkel in staat om fosfaat op te nemen, dit is een essentieel nutriënt dat zij nodig hebben om te groeien. Organisch fosfor kan door mineralisatie omgezet worden tot fosfaat. Beide componenten samen worden het 'totaal fosfor' genoemd. Zoals reeds hierboven vermeld zorgen hoge concentraties fosfaten en nitraten voor eutrofiëring van het water. Net als stikstof zijn te hoge concentraties te wijten aan lozingen, onvoldoende waterzuivering, afspoeling van hemelwater en erosie op akkers.

Orthofosfaat

Orthofosfaat (oPO_4) is een verzamelterm voor anorganische fosforvormen die afgeleid zijn van fosforzuur (H_3PO_4) en kan zowel in opgeloste als niet-opgeloste vorm voorkomen. Orthofosfaat komt in water enkel opgelost voor en planten kunnen ook enkel de opgeloste vorm opnemen (Vlaamse Milieumaatschappij, sd). De grootste oorzaken van te hoge concentraties aan fosfaten zijn afvalwaterlozingen, afspoelingen en erosie van landbouwgronden. Geweten is dat fosfaten kunnen accumuleren in sedimenten. Samen met nitraten spelen fosfaten een belangrijke rol in eutrofiëring van de waterlopen (Amery, Fien; Vandecasteele, Bart, 2015).

Sulfaten

Sulfaten (SO_4^-) zijn, net als chloriden, zouten die afkomstig zijn van huishoudelijke lozingen. Wanneer het zoutgehalte verhoogt, zal dit bepaalde organismen bevoordelen ten opzichte van anderen. De meeste soorten zijn namelijk strikt gebonden aan een bepaalde range van sulfaat. Deze verschuivingen waarbij enkele soorten bevoordeeld worden ten koste van verschillende andere zijn

nefast voor het ecologisch evenwicht binnen een aquatisch ecosysteem. Hoge concentraties sulfaat zijn voornamelijk te wijten aan het gebruik van zwavelhoudende meststoffen op de akkers die via afspoeling in de waterlopen terecht komen (Fraters & de Goffau, 2015).

Zwevende stoffen

Zwevende stoffen (ZS) bestaan uit organische en anorganische deeltjes, die grotendeels in de waterlopen terecht komen via lozingen of erosie. Deze deeltjes zorgen voor een verhoging van de turbiditeit dat zorgt dat het fotosyntheseproces in het water belemmerd wordt. Dit kan op terrein gemeten worden met een Secchi-schijf of na staalname via laboratoriumanalyse.

Anorganische stoffen

Anorganische stoffen zijn verbindingen die geen koolstofatomen bevatten, zoals zouten, mineralen, en metalen. Anorganische stoffen zijn niet afbreekbare, (bio)accumulerende deeltjes waarvan sommige in beperkte mate essentieel zijn voor biochemische processen in organismen. Te hoge concentraties zijn echter toxisch voor aquatische organismen. Voornamelijk in zuurstofarmere waterlopen zullen bijvoorbeeld metalen gaan binden met zwevende stoffen waardoor ze zullen afzetten op de waterbodem. Indien de zuurstofconcentratie toeneemt, kunnen deze via chemische processen terug oplossen in het water. Metalen en andere anorganische stoffen komen van nature in verschillende concentraties voor, afhankelijk van het bodemtype, of ze komen via lozingen in het oppervlaktewater terecht (Vlaamse Milieumaatschappij, sd).

2.4. Ecologische beoordeling van oppervlaktewateren: de Multimetriche Macro-invertebratenindex Vlaanderen

De Multimetriche Macro-invertebratenindex Vlaanderen (MMIF) is een index die ontwikkeld werd voor het kwantificeren van de biologische kwaliteit van “benthisch ongewervelde fauna” voor de Vlaamse rivieren en meren. Behalve macro-invertebraten worden er nog andere biologische kwaliteitselementen opgevolgd: vissen, fytoplankton, fyto-benthos en macrofyten (MIRA, 2016). Elk van deze biologische kwaliteitselementen wordt uitgedrukt in de vorm van een Ecologisch Kwaliteitscoëfficiënt (EKC). De kwaliteitselementen fytoplankton, macrofyten, fyto-benthos, macro-invertebraten en vissen en een aantal hydromorfologische, chemische en fysische parameters bepalen de ecologische toestand. Bij de eindbeoordeling van een waterlichaam bepaalt de minst goede score de eindscore (Peeters, 2013). Omwille van het beperkte tijds kader van dit onderzoek wordt enkel de focus gelegd op de macro-invertebraten, dit is sterk gecorreleerd met de andere biologische parameters.

2.4.1. Principe en werking

De Multimetriche Invertebratenindex Vlaanderen werd ontworpen voor Vlaanderen overeenkomstig met de Europese Kaderrichtlijn Water (2000/60/EG) en de Vlaamse implementatie hiervan, namelijk het Decreet Integraal Waterbeleid en de besluiten inzake milieukwaliteitsnormen (21/05/2010) en het stroomgebiedsbeheer (8/10/2010). Voor de toepassing van deze index, werd er gebruik gemaakt van de Belgische Biotische Index (BBI) bij meetcampagnes door de Vlaamse Milieumaatschappij. De BBI geeft een geïntegreerd beeld van de chemische, fysische en biotische kenmerken van zowel de waterkolom, oevers, waterbodem, enz. Bovendien evalueerde deze index over een ruimere tijdspanne. Sinds 2012 gebruikt de Vlaamse Milieumaatschappij de MMIF, deze gaat in het algemeen uit van dezelfde principes als de BBI, maar is conform enkele bijkomende vereisten van de Kaderrichtlijn Water (KRW). De index beoordeelt de macro-invertebratenfauna op basis van de volgende vijf criteria:

- Het totaal aantal gevonden taxa;
- Het aantal gevonden taxa bijhorend tot één van de meer gevoelige groepen Ephemeroptera (eendagsvliegen), Plecoptera (steenvliegen) of Trichoptera (kokerjuffers);
- De andere gevonden gevoelige taxa;
- De Shannon-Weaverindex, dit is een maat voor de diversiteit
- De gemiddelde tolerantiescore en het gemiddelde van de tolerantiescore van alle aangetroffen taxa (dit is een maat voor de gemiddelde gevoeligheid van alle voorkomende taxa).

Op basis van de score van elk van deze deelmaatlaten, krijgt een staal een eindbeoordeling in de vorm van een EKC, dit is een cijfer van 0 tot 1. Deze beoordelingsschaal wordt verder ingedeeld in 5 kwaliteitsklassen, nl. zeer goed, goed, matig, ontoereikend en slecht. De toekenning van de kwaliteitsklassen is afhankelijk van het type waterlichaam. Daarboven wordt voor meetplaatsen die tot een kunstmatig of sterk veranderd waterlichaam behoren, een aangepaste klassenindeling gebruikt naargelang het waterlichaam. In deze onderzoekopstelling is dit niet van toepassing en werd er overeengekomen om deze kwaliteitsklassenindeling te gebruiken:

Kwaliteitsklasse	EKC
Zeer goed	0,8 – 1
Goed	0,6 – 0,8
Matig	0,4 – 0,6
Ontoereikend	0,2 – 0,4
Slecht	0 – 0,2

TABEL 1: KWALITEITSKLASSEN EKC

2.4.2. Staalname en meetstrategie

Alvorens de MMIF van een waterlichaam berekend kan worden, moet er eerst een staalname uitgevoerd worden. Deze staalname gebeurt volgens een protocol dat opgesteld is door de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO). De staalname gebeurt met een handnet of – indien de waterloop te diep is of te veel slib bevat – met behulp van artificiële substraten (netten gevuld met bakstenen). Nadat de staalname werd uitgevoerd, worden de stalen bewaard en nadien gedetermineerd met behulp van een binoculair met vergroting 10x tot 50x. De macro-invertebraten worden vervolgens geïdentificeerd tot op geslacht of familie, naargelang de taxonomische groep. Op basis van deze gegevens wordt nadien de MMIF berekend. De uitgebreide uitleg over de staalname, de verwerking van de stalen en de determinatie is terug te vinden in het hoofdstuk materialen en methoden.

2.5. Wettelijk kader

Het doel van het waterbeleid in Europa en Vlaanderen is om een duidelijke wetgeving vast te leggen die daarbij horend de verantwoordelijkheden aan nationale en gewestelijke eenheden weergeeft met het uiteindelijk belang de kwaliteit en kwantiteit van de Europese en Vlaamse wateren te waarborgen. De tekst in dit hoofdstuk is grotendeels gebaseerd uit het boek *Milieurecht in kort bestek* (Vanheusen & Van Hoorick, 2016) waarin het milieurecht op een beknopte en gestructureerde wijze wordt beschreven.

2.5.1. Kaderrichtlijn Water

2.5.1.1. Algemeen

Om de kwaliteit, kwantiteit en ecologische toestand van de Europese wateren veilig te stellen, zijn er doorheen de jaren verschillende richtlijnen uitgevaardigd die hiertoe moesten bijdragen. Het Europees waterbeleid heeft lange tijd bestaan uit verschillende richtlijnen die een weinig samenhangend geheel vormen. Sinds de komst van de Kaderrichtlijn Water (KRW) is hier

verandering in gekomen en werd er een kader gecreëerd waarin alle bestaande richtlijnen met betrekking tot het waterbeleid kunnen worden opgenomen.

Deze Europese Kaderrichtlijn Water (Richtlijn 2000/60/EG) is sinds 22 oktober 2000 van kracht en moest voor 22 december 2003 in nationale wetgeving zijn omgezet door de Europese lidstaten. In de richtlijn worden zowel het oppervlaktewater, het grondwater, de estuaria en de kustwateren opgenomen (Europese Unie, 2000). De lidstaten worden ertoe verplicht om over de grenzen heen te denken, op stroomgebiedsniveau. Behalve de bescherming tegen verontreiniging, wordt ook de nadruk gelegd op duurzaam watergebruik, zodat ook het kwantitatief waterbeheer in de richtlijn gevat wordt.

De oorspronkelijke doelstelling van de richtlijn was om de verslechtering van de toestand van waterlichamen in de Europese Unie (EU) te stoppen en voor 2015 een “goede toestand” te bereiken voor de Europese rivieren, meren en grondwater. Deze einddatum bleek echter te ambitieus te zijn en werd niet behaald. In het geval de doelstellingen niet behaald zouden worden binnen het vooropgestelde termijn, heeft Europa toegestaan om de termijnen te verlengen mits de toestand niet verder verslechtert en er wordt voldaan aan één van de vastgelegde bijkomende voorwaarden. Momenteel zijn er afspraken gemaakt die ervoor moeten zorgen dat uiterlijk in 2027 het water in alle Europese lidstaten moet voldoen aan de vastgestelde doelstellingen.

Het belangrijkste aspect in de Kaderrichtlijn Water is dat het beleid gericht is op stroomgebieden en deelstroomgebieden. Een stroomgebied is het gebied dat zijn water via een rivier afvoert, tot een bepaald punt in een waterloop (gewoonlijk een meer of samenvloeiing van rivieren). Elke lidstaat moet zelf een passende opdeling maken van haar grondgebied en een effectieve regeling treffen in de aanwijzing van stroomgebiedsdistricten (eventueel grensoverschrijdend). Stroomgebiedsdistricten zijn in feite één of meer aan elkaar grenzende stroomgebieden binnen of buiten de grenzen van een lidstaat. Voor het beheer van deze stroomgebieden worden er maatregelenprogramma's (stroomgebiedsbeheerplannen) opgesteld die verantwoordelijk zijn voor het behalen van de vooropgestelde doelstellingen.

2.5.1.2. Kaderrichtlijn Water voor oppervlaktewateren

Om de oppervlaktewateren te beschermen, is het Europese waterbeleid actief op verschillende vlakken: het vaststellen van de kwaliteitsnormen, het behandelen van stedelijk afvalwater, het verminderen van verontreiniging door nitraten afkomstig van de landbouw, en het beperken van de verontreiniging van het aquatisch milieu door bepaalde gevaarlijke stoffen. De eerste richtlijnen met betrekking tot de kwaliteit van oppervlaktewateren is er gekomen halverwege de jaren 1970. Toen zijn er vier richtlijnen uitgevaardigd die de lidstaten verplichtingen oplegt in verband met de kwaliteit van oppervlaktewateren die een bepaalde bestemming gekregen hebben, meer bepaald voor drinkwater, zwemwater, viswater en schelpdierwater. Volgens Europa wordt er geacht dat de lidstaten binnen hun grondgebied de oppervlaktewateren die één van de bovenstaande functies hebben, aan te wijzen. Deze wateren moeten voldoen aan de normen die vastgelegd werden in de bijhorende richtlijnen. Bijhorend moesten deze wateren bemonsterd worden en de nodige maatregelen genomen worden om de normen te behalen, of in het geval van het drinkwater de waterkwaliteit continu te verbeteren.

Het tweede belangrijke aspect voor de bescherming van de oppervlaktewateren, is de behandeling van het stedelijk afvalwater. Hieromtrent werd de eerste richtlijn (Richtlijn 91/271/EEG) in 1991 inzake de zuivering van stedelijk afvalwater uitgevaardigd met als doel het aquatisch milieu te beschermen tegen de nadelige gevolgen van de lozingen van zowel huishoudelijk afvalwater of een mengsel van huishoudelijk en industrieel afvalwater als afvloeiend hemelwater. In deze richtlijn werd vastgelegd dat de lidstaten het stedelijk afvalwater dienen op te vangen in een riolering of collectoren, en nadat de opvang gewaarborgd is, moet het gezuiverd worden.

Een derde aspect waar de Europese wetgever belang aan hecht, is de beperking van de verontreiniging van het aquatisch milieu door bepaalde gevaarlijke stoffen. Hiervan dateert de eerste regelgeving van 1976, maar is sinds 2013 geïntegreerd in de Kaderrichtlijn Water. Onder de noemer gevaarlijke stoffen wordt verstaan: toxische, persistente en bioaccumuleerbare stoffen of groepen van stoffen, en andere stoffen of groepen van stoffen die aanleiding geven tot evenveel bezorgdheid. Voor deze stoffen werden er door Europa specifieke maatregelen opgelegd, met de nadruk op progressieve vermindering. Daarnaast bestaan ook de prioritairere stoffen, waarvoor er maatregelen van kracht zijn gericht op stopzetting of geleidelijke stopzetting van lozingen, emissies en verliezen.

Het vierde en laatste belangrijk thema zijn de nitraten. Het overgroot deel van de nitraten in de Europese wateren zijn afkomstig van de landbouw, als gevolg van overbemesting op de akkers. Deze nitraten kunnen aan de basis liggen voor ernstige gezondheidsproblemen door de omzetting in de kankerverwekkende nitrieten. De nitraatnormen werden vastgelegd in 1991 in de Nitraatrichtlijn (Richtlijn 91/676/EEG) inzake de bescherming van water tegen nitraten uit agrarische bronnen.

2.5.2. Integraal Waterbeleid

Het Decreet Integraal Waterbeleid (IWB) is sinds 18 juli 2003 van kracht (laatste wijziging dateert van 19 juli 2013) en vormt het regelgevend kader voor het integraal waterbeleid in Vlaanderen. Het decreet is het gevolg van de omzetting van de Kaderrichtlijn Water en de Overstromingsrichtlijn. Vroeger werd het kwalitatief- en kwantitatief waterbeheer opgedeeld in een afzonderlijke wetgeving, waarmee het Integraal Waterbeleid nu komaf mee maakt, alsook met de verschillende soorten wateren (oppervlaktewater, grondwater) en een meer integraal waterbeleid bevordert, dat uitgaat van de watersystemen zelf (Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, sd). Eén van de belangrijke problemen is dat er veel bebouwd wordt in gebieden die overstromingsgevoelig zijn, met alle problemen van dien. Via dit decreet wil men onder meer ook bereiken dat er in de ruimtelijke ordening meer rekening wordt gehouden met de watersystemen.

Het Decreet Integraal Waterbeleid geeft de organisatie van het integraal waterbeleid voor de watersystemen in Vlaanderen weer. Het decreet beoogt een multifunctionele aanpak en gebruik van watersystemen en formuleert ook de beginselen van het milieubeleid specifiek voor het integraal waterbeleid. De watersystemen worden geografisch ingedeeld in stroomgebieden, stroomgebiedsdistricten, bekkens en deelbekkens. Bovendien reikt het decreet een aantal instrumenten aan om het integraal waterbeleid in de praktijk te kunnen omzetten: de watertoets, de oeverzones, de verwerving van onroerende goederen, aankoopplicht en vergoedingsplicht en de informatieplicht voor vastgoed in overstromingsgebied. Op deze instrumenten wordt niet dieper ingegaan in deze bachelorproef, aangezien dit buiten het onderzoeksdomein valt.

Het Decreet Integraal Waterbeleid is een kaderdecreet en bevat enkel de grote lijnen voor het beleid. Bijhorend zijn er de uitvoeringsbesluiten die het beleid concreet maken, deze worden even toegelicht ter vervollediging. Het eerste uitvoeringsbesluit (Organisatiebesluit, 9 september 2005) staat in voor de geografische indeling van de watersystemen. Daarnaast bevat het ook bijkomende bepalingen voor de werking van de overlegstructuren op de verschillende niveaus. Het tweede is het uitvoeringsbesluit watertoets (20 juli 2006) die de richtlijnen aangeeft voor de toepassing van de watertoets aan de lokale, provinciale en gewestelijke overheden die vergunningen afleveren. Tot slot is er het uitvoeringsbesluit financiële instrumenten (24 juli 2009) die uitvoering geeft aan de financiële instrumenten van het decreet Integraal Waterbeleid: de onteigening, het recht van voorkoop, de aankoopplicht en de vergoedingsplicht.

2.5.3. VLAREM II - basismilieukwaliteitsnormen

De bestrijding van de verontreiniging van het oppervlaktewater zijn voor de ingedeelde inrichtingen vastgelegd in het kader van het Omgevingsvergunningsdecreet en VLAREM II sinds 23 februari 2017

(voorheen Milieuvergunningsdecreet, VLAREM I en VLAREM II). Daarnaast zijn ook de wet van 26 maart 1971 op de bescherming van de oppervlaktewateren tegen verontreiniging en de wet van 24 mei 1983 betreffende de algemene normen die de kwaliteitsobjectieven bepalen van oppervlaktewater bestemd voor welbepaalde doeleinden, twee belangrijke kaderwetten. De milieukwaliteitsnormen die vastgelegd zijn voor de verschillende watertypes en overeenkomstig zijn met het decreet Integraal Waterbeleid zijn vastgelegd in VLAREM II.

Aangezien deze bachelorproef enkel de kwaliteits- en ecologische parameters behandelt, worden ook enkel deze hieronder verder besproken.

De basiskwaliteitsnormen voor oppervlaktewater zijn terug te vinden in VLAREM II, bijlage 2.3.1. De vastgelegde normen zijn bepalend voor de goede chemische en goede ecologische toestand die uiterlijk behaald worden op de data, vermeld in het decreet betreffende integraal waterbeleid. Afhankelijk naargelang het type en categorie, moeten de oppervlaktewateren voldoen aan de volgende richtwaarden. In dit onderzoek worden enkel oppervlaktewateren met categorie rivier en types *kleine beek* (Bk) en *grote rivier* (Rg) onderzocht (Vlaamse Regering, 2017).

Categorie rivieren, type *kleine beek* (Bk):

Parameter	Eenheid	Toetswijze	Milieukwaliteitsnorm
Thermische omstandigheden			
Temperatuur	°C	maximum	25°
Impact thermische lozing	°C	maximum	3°
Zuurstofhuishouding			
Opgeloste zuurstof (concentratie)	mg O ₂ /L	10-percentiel	6
Opgeloste zuurstof (verzadiging)	%	maximum	120
Biochemisch zuurstofverbruik (BZV)	mg O ₂ /L	90-percentiel	6
Chemisch zuurstofverbruik (CZV)	mg O ₂ /L	90-percentiel	30
Zoutgehalte			
Elektrische geleidbaarheid	µS/cm	90-percentiel	600
Chloride	mg/L	90-percentiel	120
Sulfaat	mg/L	gemiddelde	90
Verzuringstoestand			
Zuurtegraad (pH)	pH-eenheid	minimum - maximum	6,5 - 8,5
Nutriënten			
Kjeldahl-stikstof	mg N/L	90-percentiel	6
Nitraat	mg N/L	90-percentiel	10
Totaal stikstof	mg N/L	zomerhalfjaargemiddelde	4
Totaal fosfor	mg P/L	zomerhalfjaargemiddelde	0,14
Orthofosfaat	mg P/L	gemiddelde	0,10
Diversen			
Zwevende stoffen	mg/L	90-percentiel	50
Biologische parameter			
EKC-macrofyten		minimum	0,6
EKC-fytobenthos		minimum	0,6
EKC-macro-invertebraten		minimum	0,7
EKC-visfauna		minimum	0,65

TABEL 2: BASISKWALITEITSNORMEN OPPERVLAKTewater VLAREM II VOOR TYPE KLEINE BEEK

Categorie rivieren, type *grote rivier* (Rg):

Parameter	Eenheid	Toetswijze	Milieukwaliteitsnorm
Thermische omstandigheden			
Temperatuur	°C	maximum	25°
Impact thermische lozing	°C	maximum	+ 3°
Zuurstofhuishouding			
Opgeloste zuurstof (concentratie)	mg O ₂ /L %	10-percentiel maximum	6 120
Opgeloste zuurstof (verzadiging)	mg O ₂ /L	90-percentiel	6
Biochemisch zuurstofverbruik (BZV)	mg O ₂ /L	90-percentiel	30
Chemisch zuurstofverbruik (CZV)			
Zoutgehalte			
Elektrische geleidbaarheid	µS/cm	90-percentiel	1000
Chloride	mg/L	90-percentiel	200
Sulfaat	mg/L	gemiddelde	150
Verzuringstoestand			
Zuurtegraad (pH)	pH-eenheid	minimum - maximum	6,5 – 8,5
Nutriënten			
Kjeldahl-stikstof	mg N/L	90-percentiel	6
Nitraat	mg N/L	90-percentiel	5,65
Totaal stikstof	mg N/L	zomerhalfjaargemiddelde	2,5
Totaal fosfor	mg P/L	zomerhalfjaargemiddelde	0,14
Orthofosfaat	mg P/L	gemiddelde	0,14
Diversen			
Zwevende stoffen	mg/L	90-percentiel	50
Biologische parameter			
EKC-fytoplankton		minimum	0,75*
EKC-macrofyten		minimum	0,6
EKC-fytobenthos		minimum	0,6
EKC-macro-invertebraten		minimum	0,7
EKC-visfauna			0,65

*Bij stroomsnelheid < 0,1 m/s

TABEL 3: BASISKWALITEITSNORMEN OPPERVLAKTEWATER VLAREM II VOOR TYPE GROTE RIVIER

Voor anorganische stoffen is ook een lijst opgenomen in VLAREM II, bijlage 2.3.1. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen normen voor rivieren en meren, en overgangswateren. In dit onderzoek wordt enkel gekeken naar de normen voor rivieren en meren. Hierin wordt ook nog eens onderscheid gemaakt tussen het gemiddelde en maximum. Voor de volledigheid worden beiden vermeld, aangezien niet elke parameter een gemiddelde en maximum basiskwaliteitsnorm heeft.

De normering is terug te vinden in bijlage 1: Basismilieukwaliteitsnormen VLAREM. In deze opsomming is enkel rekening gehouden met de anorganische parameters die gemeten worden tijdens dit onderzoek. Sommige van de onderzochte parameters zijn niet opgenomen in het VLAREM en worden daarom aangeduid met “/”.

3. Materialen en methodes

Een van de allereerste stappen die zijn uitgevoerd, was het onderzoeken van een aantal algemene habitatkenmerken van alle doorstroomsystemen. Op latere tijdstippen volgden er vier staalnames voor het bepalen van de chemische en fysische parameters en werden de parametersondes uitgehangen. Het VMM-laboratorium in Gent analyseerde de eerste drie staalnames. De vierde staalname werd geanalyseerd door middel van testkits in het laboratorium in Leuven. Bij goed weer werd een eenmalig staal genomen van de macro-invertebraten die later gedetermineerd werd in het laboratorium te Leuven. Vooraf de determinatie werden deze stalen gespoeld en getrieerd. Na de determinatie kon ten slotte de Multimetrische-invertebratenindex Vlaanderen berekend worden.

3.1. Terreinbezoeken

De eerste stap was een bezoek brengen aan de verschillende doorstroomvijvers die tijdens deze bachelorproef werden onderzocht. Tijdens deze terreinbezoeken werd er stroomop- en stroomafwaarts deze systemen gekeken naar geschikte plaatsen om de chemische en fysische eigenschappen te meten, alsook om de staalnames van de macro-invertebraten uit te voeren. Deze handeling werd voor elk doorstroomstelsel afzonderlijk uitgevoerd. Het kiezen van een geschikte plaats hing af van verschillende factoren: het water mocht niet te diep zijn voor de staalname van de macro-invertebraten, het moet toegankelijk zijn, er mogen liefst geen lozingen tussen de meetplaatsen en de vijversystemen bevinden (tenzij niet anders mogelijk), ... Van de gekozen meetplaatsen werden daarna foto's en nota's genomen, zodat deze tijdens volgende bezoeken nog makkelijk terug te vinden waren. Via een geografisch informatiesysteem (ArcGis) werd de oppervlakte van de vijversystemen bepaald. Andere bijkomende opmerkingen zoals kenmerken van huishoudelijke lozingen werden ter plekke genoteerd.

Hieronder volgt een algemene omschrijving van de meetplaatsen met bijhorende informatie omtrent de doorstroomvijvers en waterlopen. De meetplaatsen opwaarts zijn aangeduid met rode bolletjes en afwaarts met gele bolletjes. Op de kaart van de IJse is er ook een groen bolletje te zien, dit is de plaats waar de macro-invertebraten bemonsterd werden.

3.1.1. Case I: de IJse ter hoogte van de Kasteelvijver in Hoeilaart



FIGUUR 5: LUCHTFOTO VAN DE IJSE DOORHEEN DE KASTEELVIJVER (GEOPUNT, 2017)

De Kasteelvijver lag in het centrum van Hoeilaart, vlak naast de J.B. Charlierlaan, waardoor de IJse (waterloop type: kleine beek) stroomde. De vijver werd tijdens het onderzoek gebruikt als visvijver door een lokale visclub. Welke vis hierin aanwezig was en of deze werden bijgevoerd is niet bekend. Qua vegetatie was hier ook bijna niets aanwezig als hier en daar wat riet aan de oeverkant. De geschatte oppervlakte van deze vijver was zo'n 0,75 ha en het inkomende debiet was eerder traag, dus was de retentietijd in deze vijver tamelijk hoog.



FIGUUR 6: KASTEELVIJVER HOEILAART

De bemonsteringspunten voor de fysicochemische parameters lagen vlak voor en na de in- en uitlaat van de vijver. De uitlaat van de vijver bevond zich langs dezelfde kant van de straat als de vijver, net onder de brug. De staalname voor de macro-invertebraten vond plaats in diezelfde inlaat van de vijver, maar voor de afwaartse bemonstering is een ander meetpunt gekozen aangezien de IJse doorheen de dorpskern van Hoeilaart volledig ingekokerd was. Omwille hiervan verschoof de meetplaats voor de macro-invertebraten een vierhonderdtal meter afwaarts, vlak tegenover de

parking van Carrefour market aan de overkant van de straat. Op deze plek lag de IJse zeer diep ingesneden tussen versterkte muren met daarbovenop een berm. Tijdens zonnig weer kwam er weinig zonlicht op het water terecht juist omwille van de diepe ligging. Bovenop de berm waren langs beiden kanten bomen en struiken geplant. De bemonsteringsplaats vlak nabij de inlaat daarentegen was enkel versterkt met houten palen maar niet ingediept. Rondom deze plaats stonden enkele bomen, maar er was nog voldoende ruimte voor het invallend zonlicht. Bijkomend moest er rekening gehouden worden met het feit dat er tussen de vijver en deze meetplaats nog twee andere waterlopen toekwamen op de IJse namelijk de Wijndaalbeek en de Terdellebeek. Deze beken waren, net als de IJse, ingebuisd onder de straten waardoor ze visueel niet waargenomen werden. De waterkwaliteit van deze beken werd niet gemeten tijdens dit onderzoek. Tevens waren er ook een beperkt aantal lozingen aanwezig onder het kruispunt net afwaarts de vijver.

3.1.2. Case II: de Dijle ter hoogte van de zandvang in Heverlee



FIGUUR 7: LUCHTFOTO VAN DE DIJLE DOORHEEN DE ZANDVANG LEUVEN (GEOPUNT, 2017)



FIGUUR 8: ZANDVANG HEVERLEE KAART

De zandvang op de Dijle bevond zich samen met het wachtbekken aan de rand van het Egenhovenbos sinds 2005. De sluizen van het wachtbekken zorgden ervoor dat de stad Leuven gevrijwaard blijft van overstromingen, de zandvang zorgde ervoor dat de Dijle (waterloop type: grote rivier) verder stroomafwaarts in de stad niet dichtslibt. Naast de zandvang bevond zich een uitlekzone, waar in het opgevangen zand gestockeerd werd. Het water dat hieruit sijpelde, stroomde vervolgens via een nabezinkbekken terug de Dijle in (Landschapskrant Dijleland, 2005). De retentietijd in deze zandvang was matig lang aangezien het inkomend debiet van de Dijle hoog was en de totale oppervlakte van de zandvang 2,39 ha bedroeg. Tijdens dit onderzoek werd enkel stroomopwaarts en stroomafwaarts de Dijle gemeten ter hoogte van de zandvang.



FIGUUR 9: ZANDVANG HEVERLEE

Opwaarts bevond de meetplaats zich vlak voor de sluizen van de zandvang. Van op de brug van de sluizen werd hier telkens een staal genomen voor de fysicochemische analyses. Afwaarts bevond het meetpunt zich ter hoogte van de uitlaat van het bufferbekken recht tegenover de KULeuven. Dit was een honderdtal meter verder dan de uitlaat van de zandvang. Rondom de inlaat van de zandvang waren er geen bomen te bespeuren en was de oever natuurlijk verstevigd. Voor afwaarts gold dit ook behalve dat er aan de rechteroever bomen stonden ingeplant die gedeeltelijk boven het water hangen. Tussen de meetplaats en de uitlaat waren geen extra lozingspunten aanwezig die de meetwaarden konden beïnvloeden. Op dezelfde plaatsen op- en afwaarts werden ook de artificiële substraten uitgehangen voor de biologische analyse.

Op het moment van dit onderzoek werd vastgesteld dat deze zandvang vol met slib zat en eigenlijk dringend geruimd diende te worden. Dit werd gemeld aan de beheerder van de zandvang.

3.1.3. Case III: de Vaalbeek ter hoogte van het Zoet Water in Oud-Heverlee



FIGUUR 10: LUCHTFOTO VAN DE VAALBEEK DOORHEEN HET VIJVERCOMPLEX ZOET WATER (GEOPUNT, 2017)

De vijf vijvers aan het Zoet Water werden in het begin van de 17e eeuw uitgegraven in opdracht van de hertog van Arenberg. Doorheen deze vijvers stroomde de Vaalbeek (waterloop type: kleine beek), die via overloopsystemen doorheen elke vijver stroomde. De verschillende vijvers kregen elk een eigen naam. De eerste vijver, vlak naast de Waversebaan, heette de Molenvijver. De vijver vlak erlangs, heette de Huisvijver. De derde vijver kreeg de naam de Hertsvijver en werd tijdens het onderzoek nog gebruikt als visvijver. De vierde vijver heette de Geertsvijver en de vijfde en laatste vijver, die langs de andere kant van de Maurits Noëstraat lag, kreeg geen naam toegekend (Vanautgaerden, 2005). Sinds 2017 waren deze vijvers eigendom van de gemeente Oud-Heverlee en het Agentschap van Natuur en Bos.



FIGUUR 11: TWEDE VIJVER VAN HET VIJVERCOMPLEX ZOET WATER

De oppervlaktes van alle vijvers (van op- naar afwaarts) afzonderlijk waren: 0,68 ha; 1,74 ha; 3,07 ha; 1,04 ha en 2,73 ha. Het inkomend debiet van de Vaalbeek was op deze plek laag met als gevolg

dat de retentietijd doorheen deze vijvers zeer lang zal was. De staalname stroomopwaarts in de Vaalbeek werd genomen ter hoogte van een wandelpad in het Meerdaalwoud, vlak voor de vijfde of 'naamloze' vijver. De staalname stroomafwaarts werd genomen aan de overkant van de Waversebaan, alsook was dit de plaats voor de macro-invertebraten staalname.

3.1.4. Case IV: de Molenbeek ter hoogte van de Kasteel van Wilder in Kampenhout



FIGUUR 12: LUCHTFOTO VAN DE MOLENBEEK DOORHEEN DE VIJVER VAN HET WILDERKASTEEL (GEOPUNT, 2017)

De Molenbeek (waterloop type: kleine beek) stroomde doorheen een vijver nabij het Wilderkasteel in Kampenhout. Deze vijver was eigendom van de bewoners van het kasteel. De vijver was een typische kasteelvijver die eigenlijk weinig werd onderhouden. Volgens de kasteelheer werd de vijver om de x aantal jaren geruimd en gelijktijdig werd dan ook al het riet eruit verwijderd. Op het moment van de staalname waren er kleine bosjes riet te bespeuren langs de oevers. De totale oppervlakte van deze vijver bedroeg 1,17 ha. Rekening houdend dat het ingaand debiet matig hoog was in deze vijver, leidde men af dat de verblijftijd van het water hier ook matig lang was.



FIGUUR 13: DOORSTROOMVIJVER AAN HET WILDERKASTEEL

De bemonsteringen voor de fysico-chemie en macro-invertebraten werden beiden genomen op dezelfde locaties. Opwaarts werden de stalnames uitgevoerd ter hoogte van de (vroegere) molen in de Molenwegelstraat. Tussen deze locatie en de vijver zatten geen extra lozingspunten in, behalve een regenwaterbuis die het regenwater van een vakantiehuisje afvoerde. Dit deel van de Molenbeek was rechtgetrokken en zijn de oevers waren versterkt met houten palen. Op de oevers zelf stonden ook amper bomen of struiken, het merendeel was gras. Op deze locatie viel het zonlicht dus onmiddellijk in de Molenbeek. Meer afwaarts ging de Molenbeek door bosgebied waar het invallend zonlicht werd geminimaliseerd, maar omwille van de moeilijke bereikbaarheid hadden we gekozen om de stalen nabij de oude molen te nemen. Afwaarts werd gekozen om vlak na de uitlaat van de vijver stalen te verzamelen. Op deze plaats stroomde het water zeer traag en bevond de beek zich tussen de bomen, waar weinig zonlicht tussenin viel. Een twintigtal meter verderop kwam er bovendien een gracht op toe die afkomstig was van een woongebied. Volgens de kasteelheer kwamen er via deze gracht nog veel huishoudelijke lozingen toe op de Molenbeek.

3.1.5. Case V: de Leibeek ter hoogte van de vijver in de Mostaardstraat in Kampenhout



FIGUUR 14: LUCHTFOTO VAN DE LEIBEK DOORHEEN DE VIJVER IN DE MOSTAARDSTRAAT (GEOPUNT, 2017)

De Leibeek (waterloop type: kleine beek) stroomde doorheen Kampenhout en ter hoogte van de Nieuwe Kassei passeerde deze beek een privé-vijver in een achterliggende tuin. Deze vijver lag volledig afgesloten van de straat door middel van een afspanning. De vijver was moeilijk zichtbaar omwille van de dichte begroeiing van bomen en struiken errond. Omwille van de talrijke bomen en struiken die errond stonden, kwam er weinig zonlicht in deze vijver terecht. Op het eerste zicht leek het alsof er geen extra lozingspunten op toe kwamen, maar omwille van de moeilijke bereikbaarheid en zichtbaarheid was dit niet honderd procent uit te sluiten. Tijdens de bezoeken werd ook waargenomen dat er karpers in de vijver zaten. Waterplanten waren er nergens te bespeuren. De totale omvang van de vijver bedroeg zo'n 0,29 ha, dit in combinatie met een zeer laag ingaand debiet van de Leibeek maakte dat de verblijftijd van het water zeer lang was.



FIGUUR 15: DOORSTROOMVIJVER LEIBEEK

Opwaarts ter hoogte van de Nieuwe Kassei nr. 39A werden de fysicochemische en biologische staalnames uitgevoerd. Op deze plaats stroomde de Leibeek met een zeer laag debiet terug in de openlucht, net daarvoor lag ze enkele honderden meters ingebuisd onder de woonwijk. De oevers van deze beek waren, vlak na de uitmonding van de buis, enkele meters verstevigd met stenen en verder afwaarts was dit natuurlijk. Aan de oeverkanten was ook duidelijk te zien dat hier verschillende lozingsbuizen toekwamen van omliggende huizen, waarvan sommige toch in gebruik leken. De Leibeek lag op deze plek ook diep ingesneden ten opzichte van de omringende huizen en tuinen. Er stonden enkele bomen op de oeverkant die zorgden voor schaduw op het water. Het wateroppervlak was op deze plaats sterk vervuild met algenschuim en de waterkolom met algenbloei. Het waterniveau van deze beek stond ook zeer laag: ± 10 centimeter. Afwaarts de vijver werd de fysicochemische staalname genomen vlak aan de uitlaat van de vijver langs de straatkant. Op deze plaats kwam ook een lozingsbuis toe, maar die leek niet in gebruik te zijn. De staalname van de macro-invertebraten gebeurde aan de overkant van de straat en de vijveruitlaat. De Leibeek stroomde eerst via een buizensysteem onder de straat door, nadien stroomde zij verder tussen de weilanden in. Op dit stuk leek deze beek ook weer rechtgetrokken, maar de oevers waren natuurlijk. Ook hier lag de beek vrij diep ingesneden in het landschap. Op de oevers stonden geen bomen of struiken waardoor het zonlicht hier direct inviel. Stroomafwaarts de vijver was er geen algenschuim of algenbloei zichtbaar in de beek.

3.2. Metingen chemische parameters

Om meer te weten over de chemische kwaliteit van het water werden er verschillende chemische parameters gemeten die hierover een uitspraak kunnen doen. De gemeten chemische parameters waren vooraf vastgelegd door de bedrijfspromotor. De gekozen parameters hadden de grootste invloed op de chemische kwaliteit en de normen hiervan waren opgenomen in de Vlaamse wetgeving. Stroomop- en stroomafwaarts elke doorstroomvijver werd een waterstaal genomen via een zekere werkwijze. Dit waterstaal werd vervolgens overgebracht in recipiënten en opgestuurd naar het laboratorium van de Vlaamse Milieumaatschappij in Gent voor analyse.

3.2.1. Materialen staalname

- Monsternemingsformulieren
- Foto's van de meetplaatsen
- Emmers
- Touwen
- Telescopische steel met maatbeker
- Maatbekers
- Reinigingspapier
- Gedemineraliseerd water
- GPS
- GSM
- Zachte spons
- Koelbox met koelelementen
- Wegwerphandschoenen
- Leidingwater
- Fosfaatvrije zeep
- Fototoestel
- Recipiënten in functie van de te analyseren parameters

3.2.2. Werkwijze staalname

Alvorens het staal werd genomen, diende er voor de eigen veiligheid en het vermijden van contaminatie wegwerphandschoenen aangetrokken te worden. Vervolgens werden een emmer en maatbekers grondig gespoeld met het te bemonsteren water. Belangrijk was ervoor te zorgen dat er geen visuele verontreinigingen aanwezig waren in deze recipiënten vooraleer de staalname werd uitgevoerd.

Na het spoelen werd er met behulp van de emmer (en eventueel touw) een waterstaal genomen in het midden van de waterloop. Dit kon best gedaan worden vanop een brug, of indien deze niet aanwezig was, langs de oeverkant. Belangrijk was ervoor te zorgen dat er geen bodemmateriaal werd meegenomen. Indien dit toch het geval was, werd het staal best genomen met een telescopische steel met maatbeker om dit probleem te verhinderen. Met dit recipiënt kon een kleiner watervolume staal worden genomen. Het uitgieten van de maatbeker in de emmer gebeurde zodanig dat zuurstofinbreng vermeden werd, dit gebeurde door het water zeer langzaam uit te gieten langs de binnenzijde van de emmer. Steeds belangrijk was om ervoor te zorgen dat de emmer ofwel de maatbeker waarmee het staal werd genomen, niet in contact kwam met de brug of oever. Dit om eventuele contaminaties te vermijden die de resultaten konden beïnvloeden.



FIGUUR 16: STAALNAME MET TELESCOPISCHE STEEL EN MAATBEKER STROOMOPWAARTS IJSE

Nadat het waterstaal was genomen, konden de recipiënten gevuld worden. Bij het openen van de recipiënten was het belangrijk om ervoor te zorgen dat de doppen niet met de binnenzijde op een vuile ondergrond werden geplaatst. De recipiënten die een conserveringsmiddel bevatten, werden als laatste gevuld om contaminatie te vermijden. Het vullen van de recipiënt gebeurde zonder dat het gietmondje van de maatbeker de rand van het recipiënt raakte. De maatbeker mocht enkel in contact komen met het bemonsterde water en werd dus telkens terug in de emmer geplaatst. De vereiste vulhoogte van de recipiënten stond vermeld op het etiket op van het recipiënt.

Om de opgeloste metalen te bepalen, werd er gebruik gemaakt van een 0,45 µm wegwerpfiler gecombineerd met een spuit die het water filterde. Voor de monsterneming werd de spuit voorgespoeld met het te bemonsteren water. De spuit werd 3 keer volledig gevuld met het water en telkens opnieuw verwijderd. Vervolgens werd het watermonster opgenomen met de spuit, de filter erop geplaatst en het water door de filter in de recipiënt geduwd. Elke spuit en filter werd eenmalig gebruikt per bemonstering.

Nadat de recipiënten gevuld waren, werden deze gekoeld getransporteerd in een koelbox met koelelementen. Bij de aankomst werden deze recipiënten overgebracht naar een koelkast, waar ze later werden meegenomen worden door de koerierdienst naar het VMM-laboratorium in Gent voor analyse.

3.2.3. Materialen analyses testkits

- Spectrofotometer
- Micropipet 1000 µl met bijhorende tips
- Verwarmingstoestel
- Recipiënten met bemonsterde water
- Testkit totale stikstof – LCK 238 Hach
- Testkit fosfaat – LCK 349 Hach
- Testkit nitraat – LCK 340 Hach
- Testkit ammonium – LCK 303 Hach

3.2.4. Analyses testkits

Voor de uitvoering van deze analyses wordt verwezen naar de protocollen die bij aankoop van deze testkits geleverd werden. Met behulp van deze testkits werden de concentraties van totale stikstof, totale fosfor, orthofosfaat, nitraat en ammonium gemeten.

3.3. Metingen veldmetingen

Om samen met de chemische parameters een globaal beeld te krijgen over de kwalitatieve toestand van een waterlichaam, dienden ook de fysische parameters in rekening gebracht te worden. Onder fysische- of veldparameters van een waterloop werd verstaan: de zuurtegraad, de geleidbaarheid, de temperatuur en de opgeloste en verzadigde zuurstof. Al deze parameters werden ter plekke gemeten met behulp van draagbare apparatuur.

3.3.1. Materialen veldmetingen

- pH-meter
- Zuurstofelektrode (met temperatuursensor)
- Geleidbaarheidselektrode
- Meettoestellen
- Gedemineraliseerd water
- Maatbekers
- Reinigingspapier
- Monsternemingsformulieren

3.3.2. Werkwijze veldmetingen

Nadat het staal was genomen, werden twee gespoelde maatbekers halfgevuld met het water dat al reeds in de emmer was. Vooraleer de elektrodes in de maatbekers geplaatst werden, moesten deze grondig worden gespoeld met demiwater. Na het spoelen mochten ze niet in contact komen met het oppervlak om verontreiniging te voorkomen. Vervolgens werd de pH-meter in één maatbeker geplaatst en de geleidbaarheidselektrode samen met de zuurstofelektrode in een andere maatbeker. Belangrijk was dat de elektrodes voldoende onder water stonden. De pH-meter was aangesloten aan een meettoestel en de zuurstof- en geleidbaarheidselektrode samen aan een ander toestel die beiden kon meten. Vervolgens werd de meting gestart op het toestel en begonnen de elektrodes te meten. Nadat de meting voltooid was, verscheen er een meetwaarde op het scherm dat genoteerd werd op het monsternameformulier.



FIGUUR 17: MEETTOESTELLEN EN RECIPIËNTEN

Na de metingen werden de elektrodes en de pH-meter terug uit het water gehaald. De pH-meter werd na elke staalname grondig gespoeld met demiwater en nadien teruggeplaatst in de buffer waarin hij getransporteerd werd. Beide elektrodes werden ook gespoeld met demiwater en afgedroogd na elke meting. Voor en na de route werd er ook een kwaliteitscontrole uitgevoerd op de meettoestellen om juistheid van de metingen te garanderen.

3.4. Metingen multiparametersondes



FIGUUR 18: MULTIPARAMETERSONDE EXO2 (YSI, 2017)

Op de meetpunten aan de Dijle werden er twee multiparametersondes uitgehangen in het water die enkele fysische parameters continu zullen meten. De belangrijkste parameters in dit onderzoek opgemeten door de multiparametersondes zijn de conductiviteit of geleidbaarheid, zuurtegraad, concentratie opgeloste zuurstof, concentratie verzadigde zuurstof en turbiditeit. De multiparametersonde voerde telkens om het kwartier alle metingen uit en dit gedurende een zekere tijdsperiode (7 maart 2017 tot 24 april 2017). De metingen werden opgeslagen in het intern geheugen van de sonde en werden achteraf gedownload. De gebruikte multiparametersonde was EXO2 (YSI, 2017).

3.5. Bepaling Multimetric Macro-invertebratenindex Vlaanderen

Zoals in de literatuur besproken bepaalt de Vlaamse Milieumaatschappij de Multimetric Macro-invertebratenindex van verschillende types waterlichamen. Een verdere omschrijving over de staalname, verdere verwerking en determinatie wordt hieronder besproken.

3.5.1. Werkwijze staalname macro-invertebraten

In deze werkwijze wordt omschreven welke handelingen er uitgevoerd werden tijdens de staalnames, afhankelijk van de omstandigheden. Bijhorend wordt ook kort melding gemaakt van de gebruikte materialen.

3.5.1.1. *Materialen staalname macro-invertebraten*

- Artificiële substraten (polyetheen netten gevuld met stukken baksteen) en/of een vangnet
- Waterdichte handschoenen
- Emmers
- Waadpak
- Plastiek emmers met deksel
- Touw
- Kaarten met aanduidingen van de te bemonsteren meetplaatsen
- Monsternemingsformulier

3.5.1.2. *Staalname met vangnet*

De omgeving van de monsternameplaats werd vergeleken met de gegeven informatie op het monsternameformulier en/of bijhorende foto's. Ook hier was het van belang dat er geen sediment omgewoeld werd tijdens het nemen van het watermonster.

Nog voor de monsterneming werd uitgevoerd, was het noodzakelijk dat het vangnet gespoeld werd in het te bemonsteren water. Hierbij werd het vangnet van binnen naar buiten getrokken en gespoeld. In waterlopen gebeurde dit stroomafwaarts van het punt waar de monsternaming begon.

De staalname gebeurde over een traject van ongeveer 10-20 meter in de waterloop. Men begon stroomafwaarts met de staalname en ging zo verder stroomopwaarts. Belangrijk was dat het net niet gebruikt werd als schop, er mocht geen waterbodem opgescheept worden. Met het net werd op verschillende hoogtes in de waterkolom bemonsterd. Ook was het belangrijk om waterplanten, stenen, hout en andere voorwerpen te onderzoeken en de hierop aanwezige macro-invertebraten

mee te nemen. Behalve de oeverranden werd ook de waterbodem bemonsterd. Dit gebeurde door het handnet schoksgewijs over het substraat te verplaatsen, waardoor de organismen in het net gevangen werden. Tijdens de monsterneming werd het slib regelmatig uit het net gespoeld met water, en werd zoveel mogelijk plantenmateriaal verwijderd zonder macro-invertebraten te verliezen.

Er werd gepoogd om zoveel mogelijk beschermde, zeldzame of andere waardevolle gevangen soorten terug te plaatsen in de waterloop. Hiervan werd het aantal en taxa genoteerd op het monsternemingsformulier.



FIGUUR 19: STAALNAME MACRO-INVERTEBRATEN MET BEHULP VAN VANGNET IN DE IJSE

Nadat de bemonstering was afgelopen, werd er een emmer met het oppervlaktewater gevuld zodat dit gebruikt kon worden om het net schoon te maken. Het net moest eerst leeggemaakt worden in een schone emmer, nadien werd het gespoeld met het opgevangen oppervlaktewater. Op deze manier konden alle macro-invertebraten uit het handnet verwijderd worden. Resterende organismen in het net moesten er met behulp van een pincet worden afgehaald. Na het vullen sloot men de emmer af met een deksel.

3.5.1.3. Staalname met behulp van artificiële substraten

Per monsternameplaats werden er minstens drie substraten uitgehangen op verschillende dieptes in de waterloop (net onder het wateroppervlak, halverwege de waterkolom en op de bodem). Vooraf werden zakjes met polyetheen (bijvoorbeeld aardappelzakken) gevuld met stukken baksteen. De baksteen bevat allerlei kleine holtes waarin de macro-invertebraten zich kunnen vestigen. De zakken werden toegebonden en aan elke zak bond men een touw dat vervolgens bevestigd werd aan bomen, haringen of andere voorwerpen. Belangrijk was dat de substraten op een onopvallende manier bevestigd werden zodat ze niet door derden verwijderd konden worden.



FIGUUR 20: ARTIFICIEEL SUBSTRAAT

Na zes weken werden de substraten uit het water gehaald en onmiddellijk in afzonderlijke emmers geplaatst. Het was belangrijk dat deze handeling snel werd uitgevoerd om verlies van organismen te beperken.

Na het plaatsen van de substraten nam men foto's zodat deze zakken achteraf makkelijk teruggevonden konden worden.

3.5.2. Werkwijze spoelen en triëren

Na de staalname werden de stalen gespoeld en getrieerd. Dit werd gedaan zodat de macro-invertebraten achteraf gedetermineerd konden worden. Het spoelen en triëren zijn twee handelingen die vlak na elkaar werden uitgevoerd en dus niet los van mekaar staan.

3.5.2.1. Materialen spoelen

- F-solv
- Glycerine
- Handschoenen
- Labojas
- Veiligheidsbril
- Zeven: een serie van 3 of 4 op elkaar gestapelde zeven met een waaswijdte tussen de 10 mm en de 0,5 mm waarvan de maaswijdte van de kleinste zeef verplicht 0,5 mm is
- Koude lichtbron
- Pillenflesjes met bijhorende deksels
- Pincet
- Petrischaaltjes
- Spuitflessen met bewaarvloeistof gedenatureerd ethanol
- Witte fotobakken
- Binoculair met 10 tot minstens 50 x vergroting

3.5.2.2. Spoelen

De stalen werden 12 uur na staalnamen behandeld, dus was het niet nodig om hier een bewaarvloeistof, zoals F-solv, aan toe te voegen.

De eerste stap tijdens het spoelen was het plaatsen van de zeven op elkaar, met de grootste maaswijdte bovenaan en de kleinste onderaan. Vervolgens goot men het recipiënt met de staal leeg over de zeven en spoelde men het recipiënt grondig uit met een zachte waterstraal, zodat er geen organismen achterbleven in het recipiënt. De buitenkant van het recipiënt diende ook nagespoeld en gecontroleerd te worden. Vervolgens werd de zevenset besproeid met een zachte waterstraal tot de fractionering duidelijk zichtbaar was.

Het spoelen van substraten gebeurde volgens hetzelfde principe zoals hierboven reeds uitgelegd. Alvorens het recipiënt met het artificieel substraat leeg werd gegoten, werd het net van het substraat opengesneden en indien mogelijk verwijderd. Dit net, of een deel ervan, werd bovenop de zeven gelegd en zoveel mogelijk gespoeld zodat de organismen loskwamen. Vervolgens werd het recipiënt met het artificieel substraat leeggemaakt over de zeven en werd elke steen zorgvuldig gespoeld met een zachte waterstraal. Organismen die niet losraakten, werden verwijderd met een pincet of borsteltje. Hier was het ook belangrijk om de binnen- en buitenkant van het recipiënt voldoende te spoelen en visueel na te kijken om te zien of er geen organismen waren achtergebleven.

De volgende stap was de inhoud van iedere zeef leeg maken in één of meerdere fotobakken, afhankelijk van de hoeveelheid fractie. Om overzichtelijk te kunnen werken tijdens het triëren, was het handig om niet te veel materiaal over te brengen in de fotobakken. Belangrijk was om elke zeef achteraf te controleren om de achtergebleven organismen te verwijderen met een zachte waterstraal of pincet. Bovendien mochten er geen verschillende fracties in eenzelfde fotobak gebracht worden. Deze stap werd herhaald voor alle zeven, behalve voor de zeef met maaswijdte 0,5 mm. De inhoud van deze zeef werd overgebracht in een potje met bewaarvloeistof, en nadien afgesloten met een dekseltje. Dit potje werd ten slotte duidelijk geïdentificeerd met het VMM-nummer en de data van monsternamen en spoelen.

Na het spoelen van het staal werden de zeven grondig schoongemaakt.

3.5.2.3. Triëren

Het triëren werd uitgevoerd zodra de fotobakken gevuld waren met gefractioneerd materiaal dat tijdens het spoelen verkregen was. Tijdens het triëren werden de fotobakken systematisch overlopen en nam men met een pincet alle macro-invertebraten, alsook vertebraten zoals visjes, eruit. De macro-invertebraten werden visueel per diergroep gescheiden en overgebracht in kleine pillenflesjes gevuld met gedenatureerd ethanol. Deze bewaarvloeistof zorgde ervoor dat de organismen niet vergingen en hun kenmerken behouden bleven, zodat de determinatie vlot kon verlopen. Alle pillenflesjes afkomstig van één staal dienden eenduidig geïdentificeerd te worden door de vermelding van de datum, diergroep en VMM-nummer.



FIGUUR 21: FOTOBAK MET GESPOELDE FRACTIE

In het geval er zeer veel organismen (meer dan 50) van een en hetzelfde taxon in het staal bevonden, was het niet nodig om alle individuen eruit te halen. Het volstond om door middel van extrapolatie een schatting te maken van het aantal aanwezige individuen. Dit aantal werd genoteerd op het pillenflesje.



FIGUUR 22: MACRO-INVERTEBRATEN GESCHIEDEN PER DIERGROEP IN PILLENFLESJES

Nadat de fotobak volledig doorzocht was, werd de overgebleven materie in een aparte zeef gegoten, om de afvoer van de spoeltafel niet te verstopen. Na het leegmaken werden de fotobakken gereinigd.

Al deze stappen werden herhaald tot alle fotobakken doorzocht zijn.

3.5.3. Werkwijze determinatie

Het determineren van de gevonden macro-invertebraten gebeurde met behulp van een binoculair met vergroting 10x tot minstens 50x. Afhankelijk van de waarneming van de kenmerken van een taxa was een grotere vergroting nodig en indien gewenst kon er ook gebruik gemaakt worden van een microscoop. Voor de determinatie werd er gebruik gemaakt van het boek: Macro-invertebraten en waterkwaliteit (De Pauw, et al., 1991). Behalve dit boek werd er nog gebruik gemaakt van ander determineerwerk dat beschikbaar was bij de Vlaamse Milieumaatschappij.

Tijdens de determinatie werd eerst begonnen met de verzamelde organismen die zich in de pillenflesjes bevonden. Achteraf werd de kleinste fractie gecontroleerd op nog ontbrekende taxa of individuen indien er weinig aanwezig waren in de pillenflesjes. De determinatie diende te gebeuren tot op het minimaal vereiste niveau (meestal familie-niveau), dit niveau stond vermeld in het determinatieformulier dat de VMM hiervoor speciaal had ontwikkeld. Hierop werd dus het vereiste niveau van het organisme genoteerd, alsook het aantal individuen van eenzelfde niveau. Dit document deed bovendien ook dienst voor de bepaling van het MMIF en ook van de verouderde BBI. Het niveau van MMIF-determinatie was gelijk aan dat van de BBI-determinatie. Aangezien de BBI niet meer gebruikt werd in rapportering en enkel intern bij de VMM, werd dit niet behandeld in deze bachelorproef. Na de determinatie werden ook de veldwaarnemingen van het veldprotocol genoteerd op het determinatieformulier. Bovendien werd ook rekening gehouden met eventueel bijkomende getallen door extrapolatie die tijdens het triëren genoteerd werden op het etiket van het pillenflesje.

De gedetermineerde organismen werden vervolgens bewaard in de pillenflesjes met gedenatureerd ethanol met een druppel glycerine.

3.5.4. Berekeningswijze MMIF

Op basis van de gedetermineerde organismen kon uiteindelijk de Multimetriche Macro-invertebratenindex Vlaanderen berekend worden. De gevonden taxa en abundanties van de macro-invertebraten werden ingegeven in een Excel-file die speciaal ontworpen is om de Ecologische Kwaliteitscoëfficiënt te berekenen. Na het invullen van deze gegevens verscheen vervolgens de

berekende EKC. Aan de hand van deze score werd bepaald welke kwaliteitsklasse toebehoort aan deze meetplaats.

3.6. Macrofyten

Tijdens de terreinbezoeken werd elke vijver van nabij bekeken en werd er een inventaris gemaakt van de gevonden plantensoorten met de overeenkomstige bedekkingsgraad van deze soort over de hele vijver. Er werd onderscheid gemaakt tussen oever-, drijf – en onderwaterplanten per vijversysteem. Aangezien er geen mogelijkheid was om elke doorstroomvijver volledig te screenen, werd er alleen een globale schatting gemaakt. De gevonden plantensoorten werden neergeschreven op een formulier met de overeenkomstige bedekkingsgraad uitgedrukt in een percentage.

3.7. Statistische analyse: gepaarde t-test

Om aan te tonen dat de concentraties van de chemische parameters stroomafwaarts al dan niet significant lager zijn dan de concentraties stroomopwaarts werd er gebruik gemaakt van de gepaarde t-test. Bij een gepaarde t-test worden twee waarnemingen, afkomstig van twee steekproeven die onderling afhankelijk zijn, met elkaar vergeleken. In dit geval zijn het de concentraties stroomop- en stroomafwaarts van één parameter. Deze concentraties van éénzelfde vijversysteem kunnen niet als onafhankelijk worden beschouwd, daarom spreekt men van een “gepaarde” t-test. De voorwaarden om deze test uit te voeren zijn dat er twee variabelen zijn en dat de steekproeven even groot zijn. In dit geval werd ook gebruik gemaakt van een tweezijdige test, dit wil zeggen dat de nulhypothese en alternatieve hypothese elkaar altijd uitsluiten.

4. Resultaten

De resultaten die tijdens dit onderzoek bekomen zijn, worden hieronder toegelicht. Het betreft hier resultaten van de veld- en chemische parameters, multiparametersondes en de Multimetrische Macro-invertebratenindex Vlaanderen. De chemische en fysische parameters van alle waterlopen zijn op vier verschillende data gemeten: 13 maart, 22 maart, 27 maart en 2 mei 2017. Dit zijn telkens herhalingen om een globaal beeld te krijgen over de algemene toestand. De anorganische stoffen voor de IJse en Dijle zijn enkel gemeten op 22 maart. De multiparametersondes zijn uitgehangen op 7 maart tot 24 april 2017 op de Dijle. En tot slot zijn de staalnames van de macro-invertebraten uitgevoerd op: 28 maart, 3 april en 24 april 2017.

De chemische parameters van de eerste drie staalnames zijn geanalyseerd door het VMM-laboratorium te Gent. Van de vierde en laatste staalname zijn enkele chemische parameters (de totale stikstof, totale fosfor, nitraat, ammonium en orthofosfaat) zelf geanalyseerd in het laboratorium te Leuven met behulp van testkits. De analyseresultaten van het laboratorium Gent en de testkits worden op afzonderlijke wijze besproken en verder behandeld. Betreft de veldparameters: deze zijn tijdens alle staalnames op dezelfde manier gemeten en worden dus tezamen behandeld. De bekomen resultaten zijn vergeleken met de voorgeschreven normen om een uitspraak te kunnen doen over de waterkwaliteit. Opgelet: de norm voor opgeloste zuurstof is een minimum en geen maximum of bereik zoals de andere normen.

De anorganische stoffen zijn enkel éénmalig gemeten op de IJse en de Dijle, omwille van de kostprijs van deze analyses. Op de Dijle zijn ook twee multiparametersondes uitgehangen: één opwaarts en één afwaarts. Er konden slechts twee sondes uitgehangen worden, omwille van het beperkt aantal sondes beschikbaar bij VMM.

Door technische problemen met de meettoestellen op het veld zijn niet overal alle waardes gemeten. Indien een parameter niet werd gemeten, is dit aangeduid met '-'.

Vanwege de vroege timing van dit onderzoek was het niet mogelijk om een inventaris op te maken van de macrofyten zoals oorspronkelijk de bedoeling was. De reden hiervoor was dat de waterplanten op het tijdstip van de metingen nog niet ontwikkeld waren.

4.1. Case I: de IJse ter hoogte van de Kasteelvijver in Hoeilaart

4.1.1. Meetwaarden chemische parameters

Uit de resultaten blijkt dat de normen voor de chemische parameters stroomopwaarts niet overschreden worden, behalve voor orthofosfaat en totale fosfor. Op deze meetplaats werd er een rioolgeur waargenomen en had het water een grijze kleur. Verspreid in het water lag ook drijvend afval zoals blikjes, plastic, ... Er zijn ook verschillen waarneembaar tussen de metingen op de verschillende data.

Stroomopwaarts IJse	Parameter	Eenheid	Norm (Bk)	Meting 1 13/3/2017	Meting 2 22/3/2017	Meting 3 27/3/2017
	BZV	mg O ₂ /L	6	2	1,41	5,9
	CZV	mg O ₂ /L	30	6,7	14,1	20,4
	Cl ⁻	mg/L	120	39,1	31,4	34,5
	KjN	mg N/L	6	0,74	0,88	0,75
	N _t	mg N/L	4	1,93	2,21	2,32
	NH ₄ ⁺	mg N/L	-	0,305	0,56	0,54
	NO ₂ ⁻	mg N/L	0,2 - 0,6	0,022	0,026	0,027
	NO ₃ ⁻	mg N/L	10	1,17	1,31	1,55
	SO ₄ ⁻	mg/L	90	32,1	38,2	41,8
	ZS	mg/L	50	4,5	8,9	9,2
	oPO ₄	mg P/L	0,10	0,107	0,111	0,119
	P _t	mg P/L	0,14	0,25	0,265	0,3

TABEL 4: RESULTATEN MEETWAARDEN VAN DE CHEMISCHE PARAMETERS STROOMOPWAARTS DE IJSE, GEANALYSEERD DOOR HET VMM-LABORATORIUM GENT.

Stroomafwaarts de IJse liggen de meetresultaten van de meeste chemische parameters hoger of ongeveer gelijk aan metingen stroomopwaarts, behalve voor ammonium en orthofosfaat zijn er duidelijk lagere concentraties zichtbaar. Op deze plek is er ook rioolschimmel en drijvend afval aanwezig.

Stroomafwaarts IJse	Parameter	Eenheid	Norm (Bk)	Meting 1 13/3/2017	Meting 2 22/3/2017	Meting 3 27/3/2017
	BZV	mg O ₂ /L	6	3,4	4,4	9,9
	CZV	mg O ₂ /L	30	12,8	16,6	30
	Cl ⁻	mg/L	120	40,1	31,3	21,8
	KjN	mg N/L	6	0,77	0,68	1
	N _t	mg N/L	4	2,97	2,91	3,29
	NH ₄ ⁺	mg N/L	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	NO ₂ ⁻	mg N/L	0,2 - 0,6	0,021	0,02	0,018
	NO ₃ ⁻	mg N/L	10	2,18	2,21	2,3
	SO ₄ ⁻	mg/L	90	40,2	45,3	49,3
	ZS	mg/L	50	14	16,8	34
	oPO ₄	mg P/L	0,10	0,04	0,023	0,049
	P _t	mg P/L	0,14	0,22	0,192	0,231

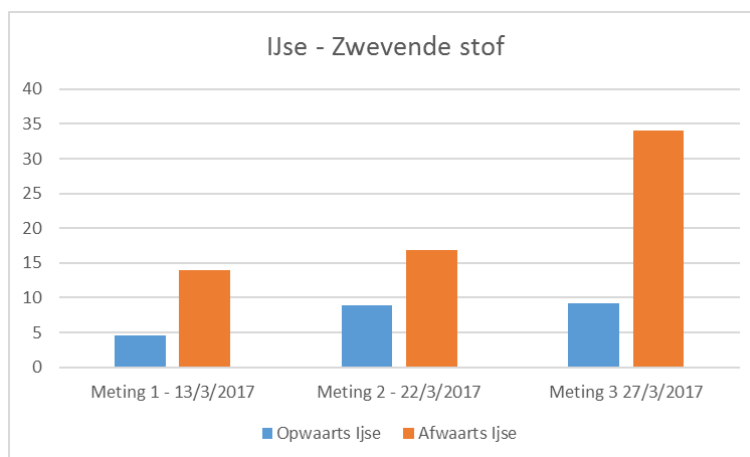
TABEL 5: RESULTATEN MEETWAARDEN VAN DE CHEMISCHE PARAMETERS STROOMAFWAARTS DE IJSE, GEANALYSEERD DOOR HET VMM-LABORATORIUM GENT.

Uit de resultaten van de laatste metingen met behulp van de testkits is hetzelfde patroon waarneembaar: een afname in concentraties voor ammonium en orthofosfaat. Voor de andere parameters geldt ook weer een toename of geen verandering in concentraties. De afwijking tussen deze meetwaarden en de meetwaarden van de vorige analyses is grotendeels toe te schrijven aan de verschillende analysemethoden die toegepast zijn.

Meting 4 – 2/5/2017	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	N _t (mg/l)	P _t (mg/l)	oPO ₄ (mg/l)
Stroomopwaarts IJse	2,11	0,449	2,69	0,13	0,116
Stroomafwaarts IJse	2,38	0,107	4,03	0,117	0,032

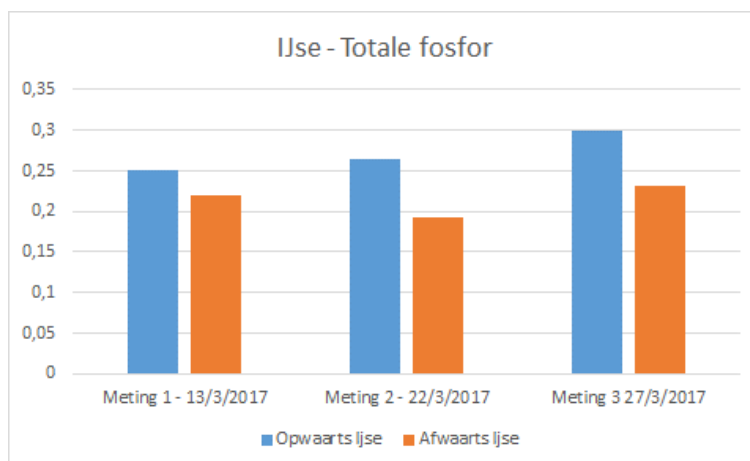
TABEL 6: RESULTATEN MEETWAARDEN VAN NITRAAT, AMMONIUM, TOTALE STIKSTOF, TOTALE FOSFOR EN ORTHOFOSFAAT. DEZE PARAMETERS WERDEN GEMETEN MET BEHULP VAN EEN TESTKIT.

De concentratie aan zwevende stof is afwaarts de IJse duidelijk hoger dan stroomopwaarts. In de laatste meting wordt de hoogste concentratie gemeten, maar deze overschrijdt de norm nog niet.



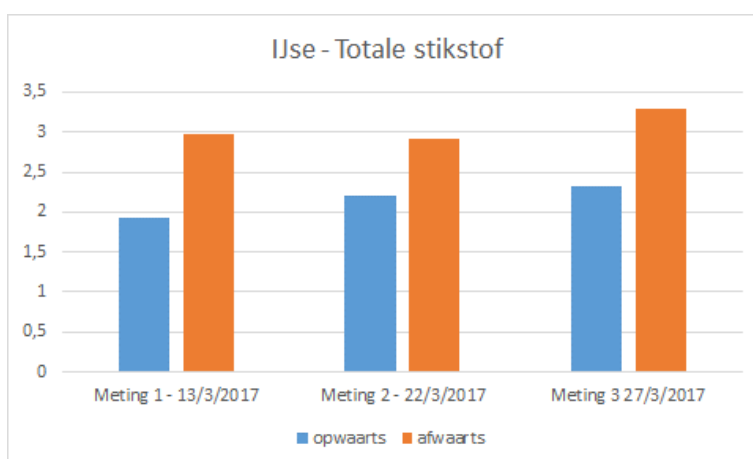
FIGUUR 23: STAAFGRAFIEK ZWEVENDE STOF STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS IJSE

Voor totale fosfor is een duidelijke afname zichtbaar nadat het water doorheen de Kasteelvijver is gestroomd.



FIGUUR 24: STAAFGRAFIEK TOTALE FOSFOR STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS IJSE

Het gehalte aan totale stikstof stijgt nadat het water de Kasteelvijver is doorgestroomd.



FIGUUR 25: STAAFGRAFIEK TOTALE STIKSTOF STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS IJSE

4.1.2. Meetwaarden fysische parameters

Bijna alle parameters liggen binnen de vastgestelde normen, behalve de meetwaarden van de geleidbaarheid. De meetwaarden van elke parameter verschillen onderling weinig van elkaar.

	Parameter	Eenheid	Norm (Bk)	Meting 1 13/3/2017	Meting 2 22/3/2017	Meting 3 27/3/2017	Meting 4 02/5/2017
Stroomopwaarts IJse	pH	-	6,5 – 8,5	7,64	7,64	7,65	-
	T	°C	25	9,5	10,1	11,7	13,5
	O ₂	mg/l	6	8,99	8,29	7,93	7,5
	O ₂ verz	%	120	78,1	74	73,4	72,3
	EC20	µS/cm	600	-	-	634	621

TABEL 7: RESULTATEN VELDMETINGEN STROOMOPWAARTS IJSE

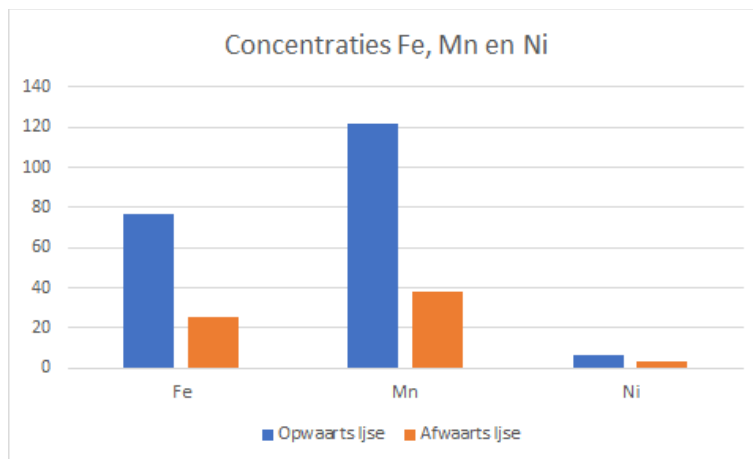
Afwaarts blijven de temperatuur, opgeloste zuurstof en zuurtegraad binnen de voorgeschreven normen. De verzadigde zuurstof overschrijdt meermaals de norm. In het algemeen stijgen de concentraties van alle parameters nadat ze door de Kasteelvijver zijn gestroomd.

	Parameter	Eenheid	Norm (Bk)	Meting 1 13/3/2017	Meting 2 22/3/2017	Meting 3 27/3/2017	Meting 4 02/5/2017
Stroomafwaarts IJse	pH	-	6,5 – 8,5	7,74	8,04	8,49	-
	T	°C	25	10,4	10,2	12	12,6
	O ₂	mg/l	6	13,12	14,65	18,92	13,2
	O ₂ verz	%	120	116,2	131,3	170,9	124,2
	EC20	µS/cm	600	-	-	656	652

TABEL 8: RESULTATEN VELDMETINGEN STROOMAFWAARTS IJSE

4.1.3. Meetwaarden anorganische stoffen

Uit de analyseresultaten van de anorganische stoffen zijn weinig veranderingen waar te nemen tussen het water stroomop- en stroomafwaarts, behalve een duidelijke afname voor ijzer, mangaan en nikkel. Alle resultaten vallen binnen de normen. De meetresultaten zijn terug te vinden in Bijlage 2: meetwaarden anorganische stoffen IJse.



FIGUUR 26: STAAFGRAFIEK IJZER, MANGAAN EN NIKKEL OP- EN AFWAARTS IJSE

4.1.4. Onderzoeksresultaten macro-invertebraten

Tijdens de macro-invertebraten staalname in het opwaartse deel van de IJse zijn er veel zichtbare organismen aanwezig. Ook het drijvend afval werd gebruikt als schuilplaats voor de macro-invertebraten. Tijdens de bemonstering werd er een driedoornige stekelbaars gevangen die na determinatie werd teruggezet. In het afwaartse deel daarentegen waren er veel minder organismen met het blote oog zichtbaar, en was ook de stroomsnelheid van het water hier duidelijk hoger dan opwaarts. De Ecologische Kwaliteitscoëfficiënt is stroomafwaarts duidelijk lager en haalt de voorgeschreven norm niet.

	EKC	Norm	Kwaliteitsklasse
Stroomopwaarts IJse	0,7	0,6	Goed
Stroomafwaarts IJse	0,45	0,6	Matig

TABEL 9: RESULTATEN EKC IJSE

4.2. Case II: de Dijle ter hoogte van de zandvang in Heverlee

4.2.1. Meetwaarden chemische parameters

De normen voor nitraat, totale stikstof en totale fosfor worden tijdens al deze meetcampagnes stroomopwaarts de Dijle sterk overschreden. De overige parameters zitten voldoende onder de norm, behalve de concentratie BZV tijdens meting 3. Tussen de metingen onderling van eenzelfde parameter zijn geen sterke schommelingen waar te nemen, behalve voor het BZV en CZV. Op deze meetplaats was er geen sprake van zichtbare verontreiniging.

Stroomopwaarts Dijle	Parameter	Eenheid	Norm (Rg)	Meting 1 13/3/2017	Meting 2 22/3/2017	Meting 3 27/3/2017
	BZV	mg O ₂ /L	6	2,2	1,55	7,3
	CZV	mg O ₂ /L	30	14,2	19,8	11,5
	Cl ⁻	mg/L	200	56	55	63
	KjN	mg N/L	6	0,5	1	0,8
	N _t	mg N/L	2,5	8,9	8,8	9,8
	NH ₄ ⁺	mg N/L	-	0,269	0,308	0,268
	NO ₂ ⁻	mg N/L	0,2 - 0,6	0,122	0,137	0,164
	NO ₃ ⁻	mg N/L	5,65	8,3	7,6	8,8
	SO ₄ ⁻	mg/L	150	65	63,7	66,3
	ZS	mg/L	50	33	34	37
	oPO ₄	mg P/L	0,14	0,083	0,097	0,098
P _t	mg P/L	0,14	0,26	0,27	0,3	

TABEL 10: RESULTATEN MEETWAARDEN CHEMISCHE PARAMETERS STROOMOPWAARTS DIJLE GEANALYSEERD DOOR HET VMM-LABORARIUM GENT

Enkel voor de parameters BZV en zwevende stof zien we een afname in concentratie nadat het water de zandvang doorheen is gestroomd. De overige parameters tonen geen toename, hierbij blijft de concentratie ongeveer gelijk aan deze stroomopwaarts. Ook op deze meetplaats was er geen visuele verontreiniging aanwezig.

Stroomafwaarts Dijle	Parameter	Eenheid	Norm	Meting 1 13/3/2017	Meting 2 22/3/2017	Meting 3 27/3/2017
	BZV	mg O ₂ /L	6	1,88	2,3	6,8
	CZV	mg O ₂ /L	30	12,1	17,7	16,5
	Cl ⁻	mg/L	200	54	58	61
	KjN	mg N/L	6	0,8	0,8	0,9
	N _t	mg N/L	2,5	8,9	8,6	9,9
	NH ₄ ⁺	mg N/L	-	0,282	0,305	0,263
	NO ₂ ⁻	mg N/L	0,2 - 0,6	0,123	0,139	0,172
	NO ₃ ⁻	mg N/L	5,65	8	7,6	8,8
	SO ₄ ⁻	mg/L	150	64,6	64	67,2
	ZS	mg/L	50	25,6	27,2	27,2
	oPO ₄	mg P/L	0,10	0,085	0,096	0,109
P _t	mg P/L	0,14	0,27	0,253	0,28	

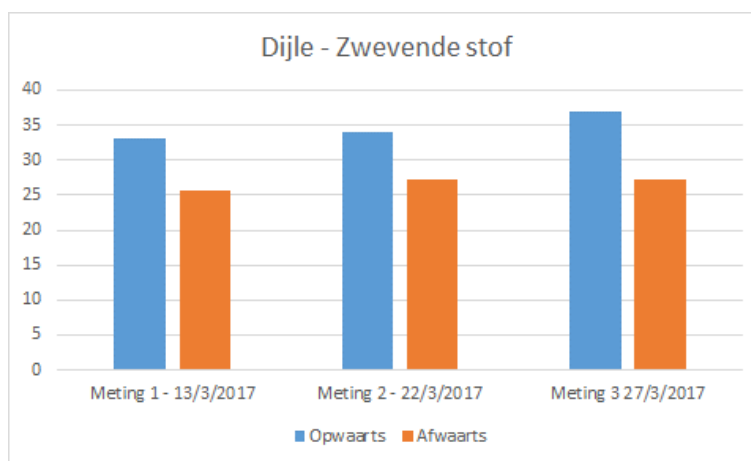
TABEL 11: RESULTATEN MEETWAARDEN CHEMISCHE PARAMETERS STROOMAFWAARTS DIJLE, GEANALYSEERD DOOR HET VMM-LABORATORIUM GENT

Bij de resultaten afkomstig van de analyse met de testkits zijn de resultaten gelijkaardig aan de resultaten van het labo, behalve voor nitraat. De analyseresultaten van het nitraat wijken sterk af van de eerdere meetresultaten van het laboratorium. Mogelijks kan dit te wijten zijn aan een hoge concentratie op dat moment of er was er een fout gebeurd tijdens de analyse.

Meting 4 – 2/5/2017	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	N _t (mg/l)	P _t (mg/l)	oPO ₄ (mg/l)
Stroomopwaarts Dijle	0,654	0,383	8,47	0,167	0,156
Stroomafwaarts Dijle	4,22	0,406	9,71	0,168	0,159

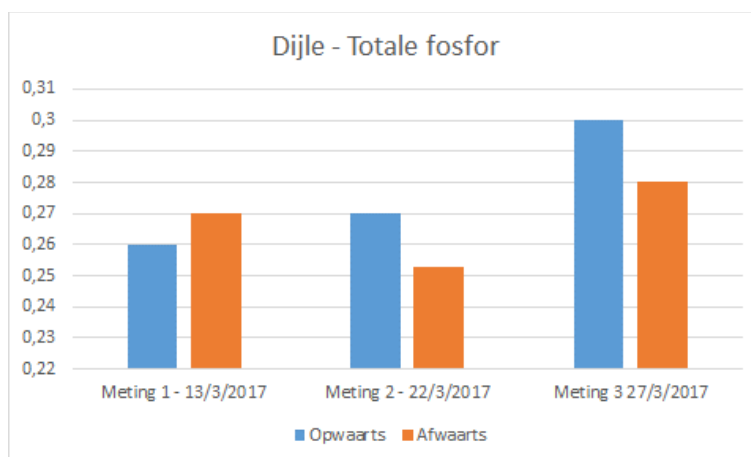
TABEL 12: RESULTATEN MEETWAARDEN NITRAAT, AMMONIUM, TOTALE STIKSTOF, TOTALE FOSFOR EN ORTHOFOSFAAT. DEZE PARAMETERS WERDEN GEANALYSEERD MET BEHULP VAN EEN TESTKIT.

Het gehalte aan zwevende stof is stroomafwaarts lager dan stroomopwaarts de Dijle.



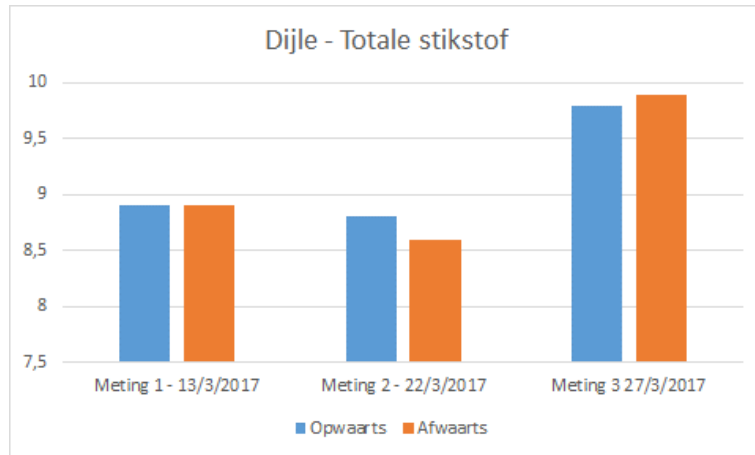
FIGUUR 27: STAAGGRAFIEK ZWEVENDE STOF STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS DIJLE

Betreft de totale fosfor is er een toename in concentratie zichtbaar in de eerste analyse. In de twee analyses nadien is er een afname waarneembaar. Dit kleine verschil op de resultaten kan te wijten zijn aan de meetfouten van de analyses.



FIGUUR 28: STAAGGRAFIEK TOTALE FOSFOR STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS DIJLE

Ook hier is weinig verschil aantoonbaar tussen de concentraties stroomop- en stroomafwaarts de zandvang. Idem zoals bij de totale fosfor is dit te wijten aan de meetfouten verbonden aan de analysemethoden. Wel zien we dat de vastgelegde norm hier wordt overschreden.



FIGUUR 29: STAAFGRAFIEK TOTALE STIKSTOF STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS DIJLE

4.2.2. Meetresultaten multiparametersondes

Uit de resultaten van de multiparametersondes blijkt dat er zeer weinig verschillen op- en afwaarts de zandvang gemeten zijn betreft turbiditeit, zuurtegraad, geleidbaarheid, opgeloste en verzadigde zuurstof. Enkele resultaten zoals de geleidbaarheid en opgeloste zuurstof kunnen gelinkt worden aan neerslag die ervoor viel. De grafieken van deze meetwaarden zijn terug te vinden in Bijlage 4: Grafieken multiparametersondes.

4.2.3. Meetwaarden fysische parameters

Alle parameters vallen binnen de vooropgestelde normen, er zijn ook weinig verschillen in de meetwaardes onderling van de verschillende staalnames.

	Parameter	Eenheid	Norm (Rg)	Meting 1 13/3/2017	Meting 2 22/3/2017	Meting 3 27/3/2017	Meting 4 2/5/2017
	Stroomopwaarts Dijle	pH	-	6,5 – 8,5	7,94	8,06	8,01
T		°C	25	10,3	9,9	11,1	12,3
O ₂		mg/l	6	9,82	10,01	9,53	9,68
O ₂ verz		%	120	87,1	88,6	86,4	91
EC20		µS/cm	1000	713	-	741	750

TABEL 13: RESULTATEN VELDMETINGEN STROOMOPWAARTS DIJLE

Afwaarts de zandvang is weinig verschil te merken in de concentraties van de parameters gemeten opwaarts de zandvang.

	Parameter	Eenheid	Norm (Rg)	Meting 1 13/3/2017	Meting 2 22/3/2017	Meting 3 27/3/2017	Meting 4 2/5/2017
	Stroomafwaarts Dijle	pH	-	6,5 – 8,5	7,92	8,03	8,01
T		°C	25	9,8	10,2	11,4	12,1
O ₂		mg/l	6	10,04	9,9	9,47	9,76
O ₂ verz		%	120	87,8	88,2	86,7	90,3
EC20		µS/cm	1000	720	-	748	751

TABEL 14: RESULTATEN VELDMETINGEN STROOMAFWAARTS DIJLE

4.2.4. Meetwaarden anorganische stoffen

Uit de meetresultaten van de concentraties anorganische stoffen stroomopwaarts en stroomafwaarts de zandvang zijn geen grote verschillen in concentratie waarneembaar. Bovendien vallen alle waarden binnen de voorgeschreven normen. Deze resultaten zijn terug te vinden in Bijlage 3: Meetwaarden anorganische stoffen Dijle.

4.2.5. Onderzoeksresultaten macro-invertebraten

Door de moeilijke ligging van de meetplaatsen was het niet mogelijk om op een handmatige manier de macro-invertebraten te verzamelen. Daarom werden er substraten uitgehangen waarop de macro-invertebraten zich konden vestigen. Na het verzamelen van deze substraten werd er met een net nog eens macro-invertebraten gevangen op deze meetplaats. Uit de analyseresultaten blijkt dat de EKC voor en na de zandvang hetzelfde is en de voorgeschreven norm niet behaald.

	EKC	Norm	Kwaliteitsklasse
Stroomopwaarts Dijle	0,55	0,6	Matig
Stroomafwaarts Dijle	0,55	0,6	Matig

TABEL 15: RESULTATEN EKC DIJLE

4.3. Case III: de Vaalbeek ter hoogte van het Zoet Water in Oud-Heverlee

4.3.1. Meetwaarden chemische parameters

Uit de analyseresultaten kan direct opgemaakt worden dat er voor de meeste parameters een groot verschil is tussen de waarden in meting 1 en twee daaropvolgende metingen. Tijdens de eerste meting was er duidelijk een hoger debiet waarneembaar dan gewoonlijk. Mede hierdoor was het water ook meer troebel dan anders. Enkel tijdens de eerste meting was er sprake van troebel water dat gepaard ging met een rioolgeur. De normen voor totale stikstof, orthofosfaat en totale fosfor worden in alle metingen overschreden. De norm voor zwevende stof wordt enkel tijdens de eerste meting overschreden.

Stroomopwaarts Vaalbeek	Parameter	Eenheid	Norm (Kb)	Meting 1 13/3/2017	Meting 2 22/3/2017	Meting 3 27/3/2017
	BZV	mg O ₂ /L	6	< 3	3,5	6,4
	CZV	mg O ₂ /L	30	25,1	11,5	18,4
	Cl ⁻	mg/L	120	47	49	55
	KjN	mg N/L	6	2,4	1,7	1,5
	N _t	mg N/L	4	11,5	11,1	11,3
	NH ₄ ⁺	mg N/L	-	1,39	0,399	1,2
	NO ₂ ⁻	mg N/L	0,2 - 0,6	0,162	0,111	0,192
	NO ₃ ⁻	mg N/L	10	9	9,3	9,6
	SO ₄ ⁻	mg/L	90	63,6	64,1	65,9
	ZS	mg/L	50	157	18,5	23,2
	oPO ₄	mg P/L	0,10	0,142	0,127	0,167
P _t	mg P/L	0,14	0,74	0,31	0,36	

TABEL 16: RESULTATEN MEETWAARDEN CHEMISCHE PARAMETERS STROOMOPWAARTS VAALBEEK, GEANALYSEERD DOOR HET VMM-LABORATORIUM GENT

Afwaarts de vijvers liggen de concentraties BZV, CZV en totale fosfor boven de norm. Het gehalte aan zwevende stof ligt ook vaak hoger afwaarts de vijvers dan opwaarts. De overige chemische parameters vertonen echter een duidelijke afname nadat het water doorheen de vijversystemen is gestroomd. Net als stroomopwaarts is ook hier geen zichtbare verontreiniging ter plekke genoteerd.

Stroomafwaarts Vaalbeek	Parameter	Eenheid	Norm (Kb)	Meting 1 13/3/2017	Meting 2 22/3/2017	Meting 3 27/3/2017
	BZV	mg O ₂ /L	6	11,6	11,2	7,6
	CZV	mg O ₂ /L	30	42	34	26,4
	Cl ⁻	mg/L	120	43	38,7	38,8
	KjN	mg N/L	6	2,1	1,7	1
	N _t	mg N/L	4	4,5	4,3	4
	NH ₄ ⁺	mg N/L	-	< 0,05	< 0,05	0,411
	NO ₂ ⁻	mg N/L	0,2 - 0,6	0,054	0,055	0,067
	NO ₃ ⁻	mg N/L	10	2,3	2,54	2,89
	SO ₄ ⁻	mg/L	90	49,9	50,7	53,5
	ZS	mg/L	50	55	40	15,8
	oPO ₄	mg P/L	0,10	0,032	< 0,01	0,025
	P _t	mg P/L	0,14	0,21	0,185	0,174

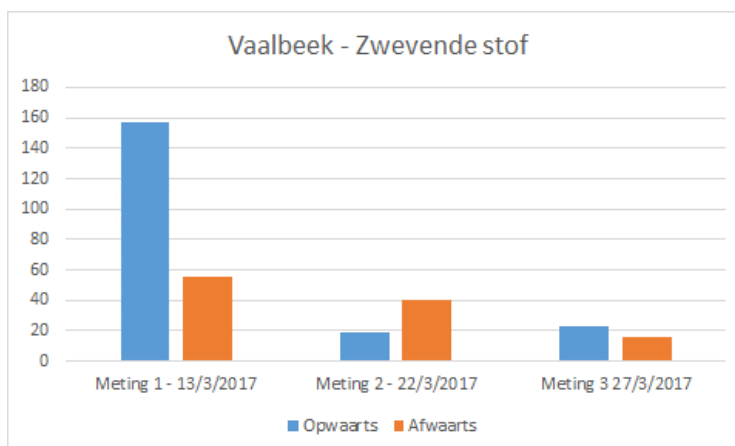
TABEL 17: RESULTATEN MEETWAARDEN CHEMISCHE PARAMETERS STROOMAFWAARTS VAALBEEK, GEANALYSEERD DOOR HET VMM-LABORATORIUM GENT

Net als de laboratoriumanalyses komt hier ook een duidelijke concentratie afname tot uiting. Het valt wel op dat de grootte van de getallen afkomstig van de analyseresultaten van de testkit niet overeenkomen met de meetwaarden gemeten door het VMM-laboratorium, behalve voor totale fosfor.

Meting 4 – 2/5/2017	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	N _t (mg/l)	P _t (mg/l)	oPO ₄ (mg/l)
Stroomopwaarts Vaalbeek	2,66	0,488	9,07	0,205	0,197
Stroomafwaarts Vaalbeek	2	0,249	2,92	0,094	0,109

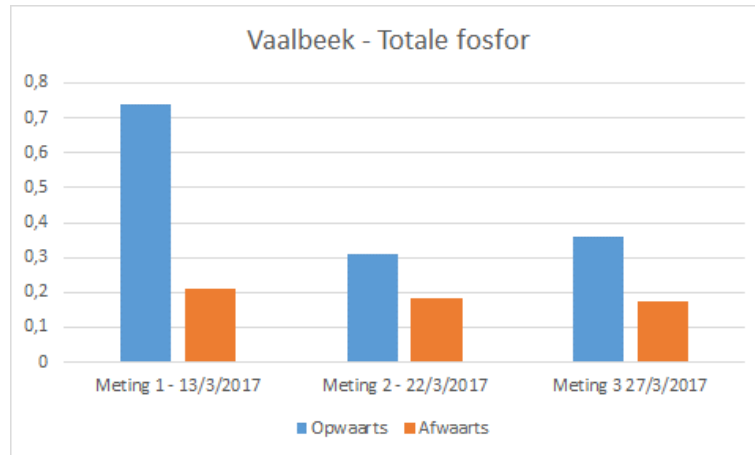
TABEL 18: RESULTATEN MEETWAARDEN NITRAAT, AMMONIUM, TOTALE STIKSTOF, TOTALE FOSFOR EN ORTHOFOSFAAT. DEZE PARAMETERS WERDEN GEMETEN MET BEHULP VAN EEN TESTKIT.

De gemeten concentraties aan zwevende stof variëren sterk tussen de verschillende metingen. Tijdens de eerste meting opwaarts was deze concentratie abnormaal hoog, gevolgd door een lagere concentratie afwaarts de vijvers. Toch blijft de concentratie afwaarts hoog in vergelijking met de metingen van de 2^e en 3^e stalname. Tijdens de tweede meting is er een verhoging van de concentratie afwaarts, terwijl tijdens de derde meting er weer een afname is van de concentratie.



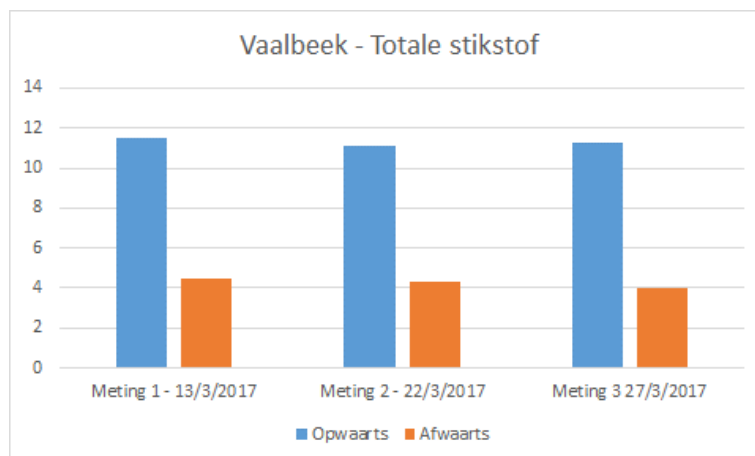
FIGUUR 30: STAAGRAFIEK ZWEVENDE STOF STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS VAALBEEK

De concentratie totale fosfor daalt stroomafwaarts ten opzichte van stroomopwaarts tijdens alle uitgevoerde metingen. Ook hier is tijdens de eerste meting een hoge input aan totale fosfor gemeten stroomopwaarts.



FIGUUR 31: STAAGRAFIEK TOTALE FOSFOR STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS VAALBEEK

De totale stikstof neemt hier ook af na het doorstromen van de vijvers. Hier is weinig verschil tussen de inkomende en uitgaande hoeveelheid van deze parameter onderling.



FIGUUR 32: STAAGRAFIEK TOTALE STIKSTOF STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS VAALBEEK

4.3.2. Meetwaarden fysische parameters

Enkel de norm voor de geleidbaarheid wordt telkens overschreden, behalve bij de vierde meting. Alle andere metingen blijven binnen de norm. Tussen de metingen onderling zijn er weinig verschillen zichtbaar.

	Parameter	Eenheid	Norm (Bk)	Meting 1 13/3/2017	Meting 2 22/3/2017	Meting 3 27/3/2017	Meting 4 2/5/2017
Stroomopwaarts Vaalbeek	pH	-	6,5 – 8,5	7,69	7,83	7,76	-
	T	°C	25	11,9	11,9	12,3	13,2
	O ₂	mg/l	6	8,69	9,47	9,22	9,25
	O ₂ verz	%	120	80,8	87,8	86	89,4
	EC20	µS/cm	600	616	-	656	590

TABEL 19: RESULTATEN VELDMETINGEN STROOMOPWAARTS VAALBEEK

Voor de verzadigde zuurstof is er één meting met overschrijding van de norm stroomafwaarts. Deze overschrijding is ook hier tijdens de eerste stalname. Ook de zuurtegraad blijft niet binnen de normen tijdens de eerste meting. Enkel voor de geleidbaarheid is een algemene dalende trend waarneembaar. De opgeloste zuurstof neemt afwaarts toe en temperatuur blijft min of meer constant.

	Parameter	Eenheid	Norm (Bk)	Meting 1 13/3/2017	Meting 2 22/3/2017	Meting 3 27/3/2017	Meting 4 2/5/2017
Stroomafwaarts Vaalbeek	pH	-	6,5 – 8,5	9,2	8,04	7,78	-
	T	°C	25	10,1	11	12,3	13,9
	O ₂	mg/l	6	17,6	12,86	8,59	9,38
	O ₂ verz	%	120	154,7	116,6	80,1	90,4
	EC20	µS/cm	600	377	-	434	425

TABEL 20: RESULTATEN VELDMETINGEN STROOMOPWAARTS VAALBEEK

4.3.3. Onderzoeksresultaten macro-invertebraten

Uit de resultaten blijkt dat de EKC stroomopwaarts in bosgebied lager ligt dan tussen de verstevigde muren stroomafwaarts. Enkel stroomopwaarts wordt de norm niet gerespecteerd.

	EKC	Norm	Kwaliteitsklasse
Stroomopwaarts Vaalbeek	0,45	0,6	Matig
Stroomafwaarts Vaalbeek	0,75	0,6	Goed

TABEL 21: RESULTATEN EKC VAALBEEK

4.4. Case IV: de Molenbeek ter hoogte van de Kasteel van Wilder in Kampenhout

Er werd geen vierde meting uitgevoerd op deze doorstroomvijver aangezien de Molenbeek op dat moment niet door de vijver heen stroomde maar afgeleid werd op een andere beek. De reden hiervoor is niet bekend.

4.4.1. Meetwaarde chemische parameters

Uit de gegevens kan afgeleid worden dat de totale fosfor en orthofosfaat normen overschreden wordt. De overige parameters liggen onder de norm en alle metingen van eenzelfde parameter verschillen niet sterk onderling. Ter plekke was ook geen verontreiniging met het blote oog zichtbaar.

Omwille van een omleiding van de waterloop werden er geen metingen uitgevoerd op deze locatie tijdens de vierde en laatste bemonstering. De omlegging gebeurde zodanig dat het water niet meer doorheen de vijver stroomde, maar rechtstreeks in een andere waterloop.

Stroomopwaarts Molenbeek	Parameter	Eenheid	Norm	Meting 1 13/3/2017	Meting 2 22/3/2017	Meting 3 27/3/2017
	BZV	mg O ₂ /L	6	1,9	1,64	2
	CZV	mg O ₂ /L	30	10	19,9	17,7
	Cl ⁻	mg/L	120	58	63	69
	KjN	mg N/L	6	1	0,91	1,4
	N _t	mg N/L	4	3,44	2,73	3,5
	NH ₄ ⁺	mg N/L	-	0,79	0,55	1,33
	NO ₂ ⁻	mg N/L	0,2 - 0,6	0,147	0,107	0,122
	NO ₃ ⁻	mg N/L	10	2,26	1,71	2
	SO ₄ ⁻	mg/L	90	66,4	62	66,4
	ZS	mg/L	50	4,1	7,3	5,3
	oPO ₄	mg P/L	0,10	0,236	0,184	0,175
P _t	-	0,14	0,3	0,3	0,25	

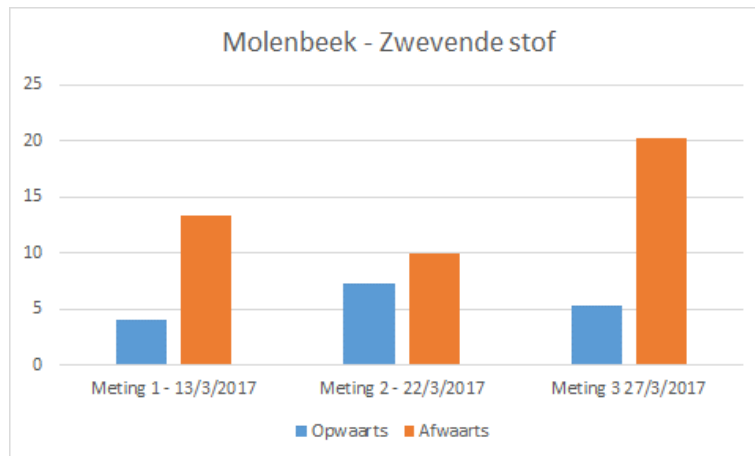
TABEL 22: RESULTATEN MEETWAARDEN CHEMISCHE PARAMETERS STROOMOPWAARTS MOLENBEEK, GEANALYSEERD DOOR HET VMM-LABORATORIUM GENT

Afwaarts blijven de orthofosfaat en totale fosfor concentraties boven de norm liggen. De concentraties van de meeste parameters neemt amper af afwaarts ten opzichte van opwaarts. Voor sommigen zoals BZV, CZV en zwevende stof nemen de concentraties sterk toe afwaarts. Afwaarts was ook geen verontreiniging van huishoudelijk afval te bespeuren, maar er was wel veel organisch afval (voornamelijk bladeren) in het water aanwezig.

Stroomafwaarts Molenbeek	Parameter	Eenheid	Norm	Meting 1 13/3/2017	Meting 2 22/3/2017	Meting 3 27/3/2017
	BZV	mg O ₂ /L	6	2,1	2	2,1
	CZV	mg O ₂ /L	30	12,3	14,7	21,6
	Cl ⁻	mg/L	120	50	59	72
	KjN	mg N/L	6	0,74	0,94	0,49
	N _t	mg N/L	4	2,35	2,53	2,38
	NH ₄ ⁺	mg N/L	-	0,314	0,468	0,225
	NO ₂ ⁻	mg N/L	0,2 - 0,6	0,048	0,107	0,074
	NO ₃ ⁻	mg N/L	10	1,57	1,58	1,82
	SO ₄ ⁻	mg/L	90	56	59,3	65,2
	ZS	mg/L	50	13,4	10	20,3
	oPO ₄	mg P/L	0,10	0,145	0,27	0,138
P _t	-	0,14	0,27	0,37	0,251	

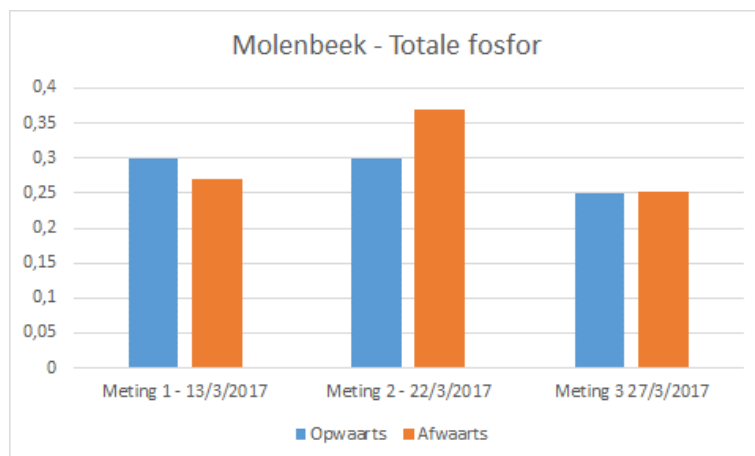
TABEL 23: RESULTATEN MEETWAARDEN CHEMISCHE PARAMETERS STROOMAFWAARTS MOLENBEEK, GEANALYSEERD DOOR HET VMM-LABORATORIUM GENT

De concentraties aan zwevende stof neemt toe nadat het water doorheen de vijver stroomde. In de derde meting komt dit sterk tot uiting.



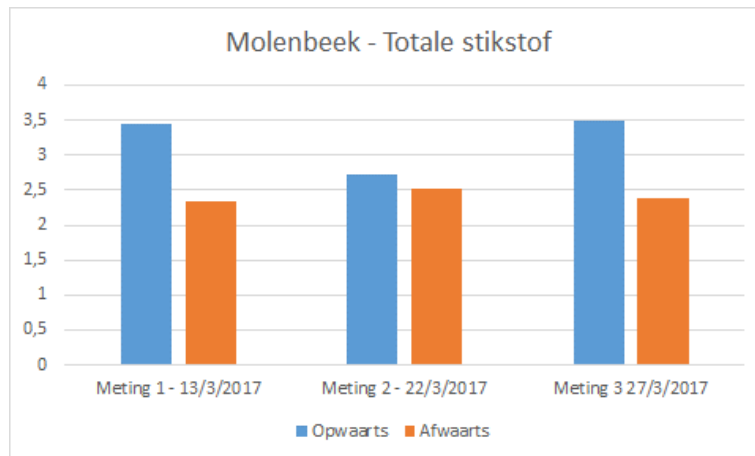
FIGUUR 33: STAAFGRAFIEK ZWEVENDE STOF STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS MOLENBEEK

Er is geen duidelijke trend waargenomen in de totale fosforconcentraties. In de eerste meting is er een lichte afname gemeten, tijdens de tweede meting een toename en tenslotte een gelijkaardige concentratie afwaarts ten opzichte van opwaarts.



FIGUUR 34: STAAFGRAFIEK TOTALE FOSFOR STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS MOLENBEEK

Een daling in de concentratie van de totale stikstof is tijdens elke meting zichtbaar. Enkel tijdens de eerste en tweede meting is er sprake van een duidelijke concentratievermindering.



FIGUUR 35: STAAFGRAFIEK TOTALE STIKSTOF STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS MOLENBEEK

4.4.2. Meetwaarden fysische parameters

Geleidbaarheid is hier hoger dan de toegestane norm. Onderling tussen de resultaten van elke parameter zijn er weinig verschillen waarneembaar.

Stroomopwaarts Molenbeek	Parameter	Eenheid	Norm (Bk)	Meting 1 13/3/2017	Meting 2 22/3/2017	Meting 3 27/3/2017
	pH	-	6,5 – 8,5	8,16	8,06	8,02
	T	°C	25	9,1	9,2	9,3
	O ₂	mg/l	6	11,62	11,3	10,6
	O ₂ verz	%	120	98	98,8	94,6
	EC20	µS/cm	600	737	-	764

TABEL 24: RESULTATEN VELDMETINGEN STROOMOPWAARTS MOLENBEEK

De norm voor geleidbaarheid wordt nog steeds niet gerespecteerd. Er is nergens een afname nadat het water doorheen de vijver heeft gestroomd.

Stroomafwaarts Molenbeek	Parameter	Eenheid	Norm (Bk)	Meting 1 13/3/2017	Meting 2 22/3/2017	Meting 3 27/3/2017
	pH	-	6,5 – 8,5	8,07	7,82	8,25
	T	°C	25	-	9,3	10,5
	O ₂	mg/l	6	11,23	11,05	11,3
	O ₂ verz	%	120	98,7	96,1	100,6
	EC20	µS/cm	600	-	-	748

TABEL 25: RESULTATEN VELDMETINGEN STROOMAFWAARTS MOLENBEEK

4.4.3. Onderzoeksresultaten macro-invertebraten

De kwaliteitsklasse is goed voor opwaarts en afwaarts de vijver, de norm wordt behaald. De Ecologische Kwaliteitscoëfficiënt verschilt wel lichtjes en is het hoogst stroomopwaarts.

	EKC	Norm	Kwaliteitsklasse
Stroomopwaarts Molenbeek	0,75	0,6	Goed
Stroomafwaarts Molenbeek	0,65	0,6	Goed

TABEL 26: RESULTATEN EKC MOLENBEEK

4.5. Case V: de Leibeek ter hoogte van de vijver in de Mostaardstraat in Kampenhout

4.5.1. Meetwaarde chemische parameters

De concentratie aan BZV ligt hier opvallend laag. De concentraties aan totale stikstof en totale fosfor daarentegen liggen zeer hoog. Bijna alle andere normen worden ook een of meermaals overschreden, uitgezonderd BZV, CZV, Cl⁻ en zwevende stof. Op het terrein was er duidelijk verontreiniging zichtbaar afkomstig van huishoudelijke lozingen in deze beek. Er waren ook verschillende buizen afkomstig van woningen verspreid over deze waterloop. Op de momenten van de metingen waren er wel geen lozingen aan de gang. In de waterloop zelf was op deze plaats veel algenschuim aanwezig.

Stroomopwaarts Leibeek	Parameter	Eenheid	Norm (Bk)	Meting 1 13/3/2017	Meting 2 22/3/2017	Meting 3 27/3/2017
	BZV	mg O ₂ /L	6	1,21	<1	< 1,5
	CZV	mg O ₂ /L	30	6,4	9,8	13,6
	Cl ⁻	mg/L	120	41,1	40,3	38,4
	KjN	mg N/L	6	1	2,5	1,5
	N _t	mg N/L	4	10,2	15,8	18,5
	NH ₄ ⁺	mg N/L	-	1,08	0,99	0,501
	NO ₂ ⁻	mg N/L	0,2 - 0,6	0,103	0,069	0,043
	NO ₃ ⁻	mg N/L	10	9,1	13,3	17
	SO ₄ ⁻	mg/L	90	83	90,7	97,3
	ZS	mg/L	50	< 1,6	4,5	6,6
	oPO ₄	mg P/L	0,10	0,34	0,3	0,189
	P _t	mg P/L	0,14	0,45	0,34	0,215

TABEL 27: RESULTATEN MEETWAARDEN CHEMISCHE PARAMETERS STROOMOPWAARTS LEIBEK, GEANALYSEERD DOOR HET VMM-LABORATORIUM GENT

Afwaarts liggen eigenlijk alle parameters hoger dan opwaarts met uitzondering van: de totale fosfor, orthofosfaat, ammonium en grotendeels de totale stikstof. Echter blijven de normen voor Kjehldal-stikstof en totale fosfor overschreden.

Stroomafwaarts Leibeek	Parameter	Eenheid	Norm (Bk)	Meting 1 13/3/2017	Meting 2 22/3/2017	Meting 3 27/3/2017
	BZV	mg O ₂ /L	6	6	4,6	7,1
	CZV	mg O ₂ /L	30	21,5	19,7	28,1
	Cl ⁻	mg/L	120	36,4	34,3	32,8
	KjN	mg N/L	6	15,6	1,1	0,7
	N _t	mg N/L	4	21,2	6,7	6,6
	NH ₄ ⁺	mg N/L	-	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	NO ₂ ⁻	mg N/L	0,2 - 0,6	0,014	0,058	0,055
	NO ₃ ⁻	mg N/L	10	5,57	5,55	5,81
	SO ₄ ⁻	mg/L	90	87	86,9	87,6
	ZS	mg/L	50	26,5	20,2	40
	oPO ₄	mg P/L	0,10	0,058	0,079	0,054
	P _t	mg P/L	0,14	0,26	0,239	0,28

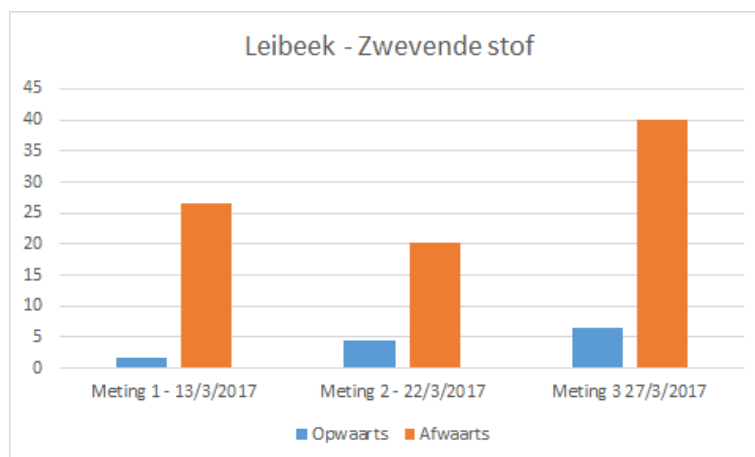
TABEL 28: RESULTATEN MEETWAARDEN CHEMISCHE PARAMETERS STROOMAFWAARTS LEIBEK, GEANALYSEERD DOOR HET VMM-LABORATORIUM GENT

De analyseresultaten van totale stikstof en orthofosfaat met de testkit liggen kort bij de analyseresultaten van het laboratorium. Voor de overige zien we ook een afname van de concentraties, maar de waarden wijken af van de laboratoriumresultaten.

Meting 4 – 2/5/2017	NO ₃ ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	N _t (mg/l)	P _t (mg/l)	oPO ₄ (mg/l)
Stroomopwaarts Leibeek	16,4	0,048	16,1	0,09	0,081
Stroomafwaarts Leibeek	4,09	0,251	5,14	0,086	0,054

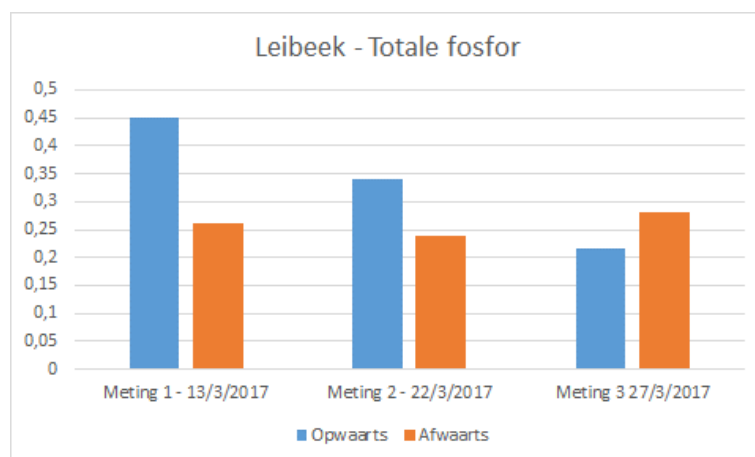
TABEL 29: RESULTATEN MEETWAARDEN VAN NITRAAT, AMMONIUM, TOTALE STIKSTOF, TOTALE FOSFOR EN ORTHOFOSFAAT. DEZE PARAMTERS WERDEN GEMETEN MET BEHULP VAN EEN TESTKIT.

Afwaarts is telkens een sterke toename van de concentratie zwevende stoffen waar te nemen.



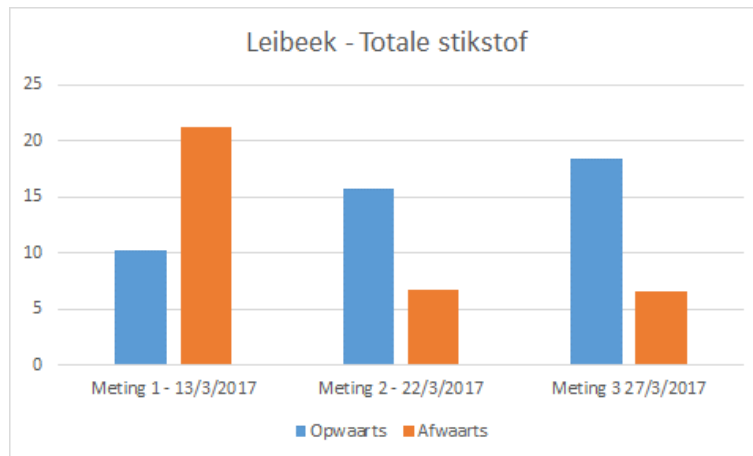
FIGUUR 36: STAAFGRAFIEK ZWEVENDE STOF STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS LEIBEK

Tijdens de eerste en tweede meting is de input van totale fosfor hoog, gevolgd met een lage concentratie stroomafwaarts de vijver. Bij de derde meting was de ingaande concentratie lager, gevolgd met een grotere concentratie stroomafwaarts.



FIGUUR 37: STAAFGRAFIEK TOTALE FOSFOR STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS LEIBEK

Enkel tijdens de eerste meting was de concentratie aan totale stikstof hoger stroomafwaarts dan opwaarts. De twee daaropvolgende metingen geven het tegenovergestelde weer.



FIGUUR 38: STAAFGRAFIEK TOTALE STIKSTOF STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS LEIBEEK

4.5.2. Meetwaarden fysische parameters

Opwaarts de Leibeek wordt de norm voor geleidbaarheid overschreden. De onderlinge meetwaarden van elke parameter liggen vrij kort bij elkaar.

Stroomopwaarts Leibeek	Parameter	Eenheid	Norm (Bk)	Meting 1 13/3/2017	Meting 2 22/3/2017	Meting 3 27/3/2017	Meting 4 2/5/2017
	pH	-	6,5 – 8,5	7,63	7,49	7,59	-
	T	°C	25	9	9,4	10,4	12,8
	O ₂	mg/l	6	9,3	7,62	9,1	10,06
	O ₂ verz	%	120	79,7	66,5	80,8	95,6
	EC20	µS/cm	600	861	-	864	829

TABEL 30: RESULTATEN VELDMETINGEN STROOMOPWAARTS LEIBEEK

Afwaarts is er eigenlijk een toename van meetwaarden ten opzichte van opwaarts de vijver. Nog steeds wordt de norm van geleidbaarheid niet behaald.

Stroomafwaarts Leibeek	Parameter	Eenheid	Norm (Bk)	Meting 1 13/3/2017	Meting 2 22/3/2017	Meting 3 27/3/2017	Meting 4 2/5/2017
	pH	-	6,5 – 8,5	7,74	7,91	7,79	-
	T	°C	25	9,7	9	10,5	13,4
	O ₂	mg/l	6	12,72	12,12	11,25	12,19
	O ₂ verz	%	120	110,6	104,6	100	116,1
	EC20	µS/cm	600	712	-	687	610

TABEL 31: RESULTATEN VELDMETINGEN STROOMAFWAARTS LEIBEEK

4.5.3. Onderzoekresultaten macro-invertebraten

Stroomopwaarts in het verontreinigde water ligt de EKC zeer laag met maar amper 0,3. Dit is onvoldoende volgens de kwaliteitsindeling volgens het MMIF. Afwaarts daarentegen is de kwaliteit goed en wordt er een score van 0,75 behaald. Enkel afwaarts Leibeek valt de EKC binnen de norm.

	EKC	Norm	Kwaliteitsklasse
Stroomopwaarts Leibeek	0,3	0,6	Onvoldoende
Stroomafwaarts Leibeek	0,75	0,6	Goed

TABEL 32: RESULTATEN EKC LEIBEEK

4.6. Resultaten statistische analyse: gepaarde t-test

Vooraleer de statistische analyse wordt uitgevoerd, worden er nog hypothesetesten opgesteld. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen een nulhypothese (H0) en een alternatieve hypothese (H1). Bij de nulhypothese wordt er de veronderstelling gemaakt dat er geen effect bestaat, terwijl bij de alternatieve hypothese de veronderstelling wordt gemaakt dat het gezochte effect bestaat.

De uiteindelijke p-waarde is een statistische berekening die aangeeft hoe betrouwbaar een resultaat is. Hoe kleiner de waarde, hoe betrouwbaarder het resultaat is. Indien de bekomen p-waarde kleiner is dan 0,05, dan wordt er gesproken van “statistisch significant” resultaat en wordt de nulhypothese verworpen. Als algemene norm wordt steeds een p-waarde van 0,05 gehanteerd bij een tweezijdige test. Echter is het zo dat er bij een p-waarde van 0,05 nog steeds 5% kans bestaat dat het verschil op toeval berust.

Voor enkele belangrijke parameters, namelijk de zwevende stof, totale stikstof en totale fosfor worden de gepaarde t-test uitgevoerd. Deze statistische test zou in principe voor alle parameters berekend kunnen worden.

4.6.1. Zwevende stof

Op elk van de drie metingen voor de concentratie zwevende stof wordt afzonderlijk een gepaarde t-test uitgevoerd. Geen enkel van de berekende p-waarden is kleiner dan 0,05 of met andere woorden de alternatieve hypothese wordt verworpen. Er is dus geen significant verschil tussen de concentratie zwevende stof stroomop- en stroomafwaarts de doorstroomvijvers.

H0: Er is geen verschil tussen de zwevende stof stroomop- en stroomafwaarts

H1: Er is een verschil tussen de zwevende stof stroomop- en stroomafwaarts

Meting 1 13/3/2017	Stroomopwaarts	Stroomafwaarts
IJse	4,5	14
Dijle	33	25,6
Vaalbeek	157	55
Molenbeek	4,1	13,4
Leibeek	1,6	26,5
P-waarde	0,595	
Meting 2 22/3/2017	Stroomopwaarts	Stroomafwaarts
IJse	8,9	16,8
Dijle	34	27,2
Vaalbeek	157	55
Molenbeek	4,1	13,4
Leibeek	4,5	20,2
P-waarde	0,528	
Meting 3 27/3/2017	Stroomopwaarts	Stroomafwaarts
IJse	9,2	34
Dijle	37	27,2
Vaalbeek	23,2	15,8
Molenbeek	5,3	20,3
Leibeek	6,6	40
P-waarde	0,263	

FIGUUR 39: RESULTATEN GEPAARDE T-TEST ZWEVENDE STOF

4.6.2. Totale fosfor

Behalve de drie resultaten voor totale fosfor van het VMM-laboratorium worden ook de analyseresultaten van de testkits gebruikt voor statistische analyse. Hieruit blijkt echter dat geen enkele p-waarde kleiner is dan 0,05; dus met andere woorden is er geen verschil tussen de concentraties totale fosfor stroomop- en stroomafwaarts.

H0: Er is geen verschil tussen de totale fosfor stroomop- en stroomafwaarts

H1: Er is een verschil tussen de totale fosfor stroomop- en stroomafwaarts

Meting 1 13/3/2017	Stroomopwaarts	Stroomafwaarts
IJse	0,107	0,04
Dijle	0,26	0,27
Vaalbeek	0,74	0,21
Molenbeek	0,3	0,27
Leibeek	0,45	0,26
P-waarde	0,175	
Meting 2 22/3/2017	Stroomopwaarts	Stroomafwaarts
IJse	0,111	0,023
Dijle	0,27	0,253
Vaalbeek	0,31	0,185
Molenbeek	0,3	0,37
Leibeek	0,34	0,239
P-waarde	0,214	
Meting 3 27/3/2017	Stroomopwaarts	Stroomafwaarts
IJse	0,119	0,049
Dijle	0,3	0,28
Vaalbeek	0,36	0,174
Molenbeek	0,25	0,251
Leibeek	0,215	0,28
P-waarde	0,374	
Meting 4 2/5/2017	Stroomopwaarts	Stroomafwaarts
IJse	0,13	0,117
Dijle	0,167	0,168
Vaalbeek	0,205	0,094
Molenbeek	/	/
Leibeek	0,09	0,086
P-waarde	0,318	

TABEL 33: RESULTATEN GEPAARDE T-TEST TOTALE FOSFOR

4.6.3. Totale stikstof

Net als bij de totale fosfor, worden ook voor totale stikstof de resultaten van de testkits in rekening gebracht. Ook hier zijn alle p-waarden groter dan 0,05 en kan enkel besloten worden dat er geen significant verschil is tussen de concentraties stroomopwaarts en stroomafwaarts de vijvers.

Meting 1 13/3/2017	Stroomopwaarts	Stroomafwaarts
IJse	1,93	2,97
Dijle	8,9	8,9
Vaalbeek	11,5	4,5
Molenbeek	3,44	2,35
Leibeek	10,2	21,2
P-waarde	0,799	
Meting 2 22/3/2017	Stroomopwaarts	Stroomafwaarts
IJse	2,21	2,91
Dijle	8,8	8,6
Vaalbeek	11,1	4,3
Molenbeek	2,73	2,53
Leibeek	15,8	6,7
P-waarde	0,196	
Meting 3 27/3/2017	Stroomopwaarts	Stroomafwaarts
IJse	2,32	3,29
Dijle	9,8	9,9
Vaalbeek	11,3	4
Molenbeek	3,5	2,38
Leibeek	18,5	6,6
P-waarde	0,195	
Meting 4 2/5/2017	Stroomopwaarts	Stroomafwaarts
IJse	2,69	4,03
Dijle	8,47	9,71
Vaalbeek	9,07	0,205
Molenbeek	/	/
Leibeek	16,1	5,14
P-waarde	0,278	

TABEL 34: RESULTATEN GEPAARDE T-TEST TOTALE STIKSTOF

5. Discussie

Voor alle waterlopen die doorheen een doorstroomvijver of zandvang stromen, zijn op- en afwaarts deze systemen bemonsteringen gedaan om de fysisch-chemische parameters en de ecologische toestand te meten. Voorafgaand is eerst een uitgebreid terreinonderzoek uitgevoerd om geschikte meetplaatsen voor en na het vijversysteem vast te leggen. Na dit onderzoek, zijn van alle meetplaatsen de fysische toestand onderzocht door middel van veldmetingen, terwijl er voor de chemische toestand waterstalen genomen zijn die nadien geanalyseerd zijn door het laboratorium. Op basis van de gevangen macro-invertebraten is de ecologische kwaliteitscoëfficiënt berekend, die geeft op zijn beurt aan hoe goed of hoe slecht het gesteld is met de ecologische kwaliteit van de waterloop op- of afwaarts het vijversysteem.

5.1. Case I: de IJse ter hoogte van de Kasteelvijver in Hoeilaart

Uit de resultaten van de chemische parameters stroomopwaarts de IJse blijkt dat de normen voor orthofosfaat en totale fosfor overschreden zijn. Zoals in de literatuur besproken, zijn fosfaten voornamelijk afkomstig van huishoudelijk afval dat in waterlopen geloosd wordt. Enkele maanden terug waren er problemen met het rioleringsysteem verder stroomopwaarts de IJse. Uit nader onderzoek is gebleken dat de riolering toen verstopt was en dat het rioolwater via overstortwerking rechtstreeks in de IJse terecht kwam. Het heeft een aantal maanden geduurd vooraleer de oorzaak gekend was en werd opgelost. Tussendoor heeft de overstortwerking blijvend gewerkt met als gevolg dat de waterkwaliteit stroomafwaarts deze plek sterk achteruitging. Uit meetgegevens van de fysische parameters tijdens de huidige studie blijkt dat de concentratie verzadigde zuurstof net buiten de norm valt. De rioleringsproblemen tijdens de preliminaire studie waren bij de huidige metingen opgelost. De concentraties liggen nu wel lager in vergelijking met de preliminaire studie, maar er zijn nog steeds enkele overschrijdingen waarvan de oorzaak momenteel niet gekend is.

Concentraties aan totaal fosfor stroomafwaarts liggen duidelijk lager dan in het stroomopwaartse gedeelte, maar overschrijden nog steeds de norm. Een duidelijker patroon is teruggevonden voor orthofosfaat. Dit patroon heeft zich herhaald tijdens de drie metingen die we hebben uitgevoerd. Ook voor ammonium is er een duidelijke afname waargenomen in de concentraties. De concentraties aan nitraat daarentegen, blijken wel consequent hoger te liggen in het afwaartse gedeelte. Dit kan eventueel verklaard worden door een gedeeltelijke oxidatie van ammonium naar nitraat (= nitrificatie) die in de vijver plaatsvindt, waardoor er meer nitraat beschikbaar is in het afwaartse deel. Ook de totale hoeveelheid aan stikstof is niet afgenomen in het afwaartse gedeelte. De vijver wordt gebruikt als visvijver en het bijvoederen van vissen, of een stijgende activiteit van benthische vissoorten (omwoeling slib) kan extra stikstof in het milieu brengen. De hogere turbiditeit in het afwaartse gedeelte kan deze verklaring ondersteunen.

De afname van ijzer, mangaan en nikkel is te verklaren door het feit dat er ijzeroxides gevormd worden in zuurstofrijke omstandigheden. Dit gevormde ijzeroxide kan daarna bindingen aangaan met andere anorganische stoffen zoals mangaan en nikkel.

Voor de overige chemische parameters zijn weinig veranderingen waargenomen. Bij de veldmetingen is overal een stijging van de parameters zichtbaar. Deze hoge resultaten zijn mogelijk toe te schrijven aan de meetplaats waarop het staal is genomen, namelijk vlak aan de uitlaat van de vijver. Op deze plaats is er een hogere turbiditeit van het water aanwezig.

Opwaarts de vijver is een "goede" ecologische kwaliteitsklasse behaald. In dit geval kan de goede ligging tussen de bomen (halfschaduw, half zon), de trage stroming en de aanwezige waterplanten bevorderend zijn voor het welzijn van deze organismen. Op de staalnameplaats voor macro-invertebraten afwaarts is een ecologische kwaliteitscoëfficiënt van 0,45 gemeten die overeenkomt met een kwaliteitsklasse "matig". Nochtans werd verwacht dat de ecologische kwaliteitsklasse

afwaarts hoger zou zijn omwille van het zuiverend effect van de vijver. Er moet wel rekening worden gehouden met het feit dat de omgevingsomstandigheden afwaarts verschillend zijn van opwaarts. De IJse is hier ingedijkt, rechtgetrokken en omsingeld met bomen waardoor er amper of geen direct zonlicht in valt. Bovendien zijn de oevers versterkt met muren en is hier weinig vegetatie op aanwezig. Echter is de hoofdoorzaak van deze lage EKC de slechte waterkwaliteit afwaarts, als gevolg van de huishoudelijke lozingen die in het centrum nog aanwezig zijn door o.a. overstortwerking.

5.2. Case II: de Dijle ter hoogte van de zandvang in Heverlee

Wat de Dijle stroomopwaarts de zandvang betreft, worden de normen voor nitraat, totale stikstof en totale fosfor tijdens alle metingen sterk overstreden. Eénmalig wordt de concentratie BZV overschreden. Voor de veldparameters zijn er geen normoverschrijdingen. De verklaring achter de hoge nutriëntenconcentraties is te herleiden naar verschillende factoren. Opwaarts de zandvang heeft de Dijle nog een groot afstroomgebied in Wallonië met een aantal zijlopen zoals de Thyle, Train en de Nethen. Niet alle huishoudelijke lozingen zijn al gerioleerd in dit gebied. Ook diffuse verontreiniging vanuit de landbouw speelt hierin een belangrijke rol. Het is een erosiegevoelig gebied. Deze waterlopen bevatten elk andere nutriëntenconcentraties die samenkomen in de Dijle. In Vlaanderen stroomt er ook veel hemelwater met meegevoerde bodempartikels en nutriënten in de Dijle afkomstig van omliggende akkers, weides en woongebieden die zorgen voor een enorme toename van nutriënten

Stroomafwaarts de zandvang zijn de resultaten voor zowel de fysische als chemische parameters gelijkaardig aan de resultaten opwaarts. Enkel voor de BZV en zwevende stof is er een lichte daling in concentratie op te merken afwaarts. De reden voor deze tegenvallende resultaten is dat de zandvang overvol zat met slib en hierdoor de zuiverende werking van de zandvang verstoord wordt. De ruimte in de zandvang is nu zodanig klein dat de retentietijd van het water minder hoog is dan normaal. Bij een overvolle zandvang is er een soort geul gecreëerd waardoor het water heen stroomt en zich niet meer kan verspreiden. Hierdoor kunnen de partikels en nutriënten in het water niet voldoende afgezet worden en stromen ze terug mee uit de zandvang. Echter is de lichte daling van zwevende stoffen toch toe te schrijven aan de bezinking van zanddeeltjes, hieraan is geen organische vracht gebonden.

Uit de meetwaarden van de multiparametersondes blijkt dat er amper verschillen optreden tussen stroomop- en stroomafwaarts de zandvang voor opgeloste zuurstof, verzadigde zuurstof, geleidbaarheid en pH. Voor de turbiditeit zijn er pieken gemeten die op- en afwaarts niet altijd overeenkomen (bijlage 4, figuur 45). Na contact met de beheerders van de zandvang is gebleken dat zij tijdens in de periodes rond 14 maart en 12 april aan het werk waren met de sluisen van de woelkom. Dit ging gepaard met op woeling van slib en dat is ook de reden waarom er stroomafwaarts zo een hoge turbiditeit werd gemeten. De piek van turbiditeit stroomafwaarts rond 8 april is te wijten aan sedimentatieprocessen.

Voor de EKC wordt exact dezelfde waarde bekomen voor zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts de zandvang. Dit lijkt normaal aangezien bijna alle parameters en omgevingsomstandigheden gelijkaardig zijn aan de meetplaats stroomopwaarts. De lage EKC kan aan verschillende factoren te wijten zijn zoals de hoge nutriëntenconcentraties, het vroege voorjaar, de beperkte bemonstering met enkel artificiële substraten, ...

5.3. Case III: de Vaalbeek ter hoogte van het Zoet Water in Oud-Heverlee

Stroomafwaarts de vijvers is er een sterk positief effect te zien van de vijvers op de waterkwaliteit en dit geldt voor de meeste nutriënten. Nog steeds blijven de concentraties, BZV, CZV en totale fosfor niet binnen de normen, maar al deze zijn wel gezakt in vergelijking met de opwaartse waarden. Betreft de fysische parameters is er overall een stijging waar te nemen, behalve voor de temperatuur en geleidbaarheid. Voor geleidbaarheid was er een sterke dalende trend zichtbaar.

Het hoge zuurstofgehalte afwaarts kan toe te schrijven zijn aan fotosyntheseprocessen van de algen in de vijvers. De reden waarom de concentraties van de meeste chemische parameters afneemt is te danken aan de herhalende processen die zich voordoen in elk van deze vijvers. De oppervlakte van deze vijvers samen is zeer groot ten opzichte van het debiet van de Vaalbeek. Doordat het water met een laag debiet de eerste vijver binnen stroomt, kunnen de sedimentpartikels en nutriënten naar verloop van tijd afgezet worden. De eerste vijver is verbonden met de tweede vijver via een overloopsysteem, de tweede vijver met de derde, enzoverder tot de laatste vijver. Deze afzetting van partikels uit zich dan ook in een lagere geleidbaarheid stroomafwaarts. De hoge concentraties BZV, CZV en totale fosfor zijn mogelijk te wijten aan voederrestanten en uitwerpselen afkomstig van de aanwezige vissen, eenden en ganzen. Een verklaring voor de hoge pH is dat de vijvers mogelijks bekalkt werden om algenbloei tegen te gaan, maar dit staat niet vast.

Uit de analysesresultaten valt op dat er enkele meetwaarden van meting 1 nogal verschillend zijn met de twee daar opeenvolgende metingen. Het betreft specifiek de parameters: BZV, ZS en totale fosfor. Tijdens deze staalname was het duidelijk dat het water zeer troebel zag en had het een rioolgeur. De stroomsnelheid van het water was toen ook veel hoger dan in normale omstandigheden. De reden die hierachter schuilt is dat het grootste debiet in de Vaalbeek afkomstig is van effluent afkomstig van de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) in Oud-Heverlee en er is ook sprake van huishoudelijke lozing. Mogelijks is er tijdens de eerste meting een groot debiet gezuiverd afvalwater geloosd. Deze slechte kwaliteit opwaarts heeft al vaker problemen veroorzaakt in de vijver zelfs zoals algenbloei.

Opwaarts zijn de normen voor totale stikstof, orthofosfaat en totale fosfor steeds overschreden. Uit de meetwaarden van de fysische metingen blijkt dat de geleidbaarheid drie van de vier metingen te hoog is. De reden voor deze hoge meetwaarden is ook hier de lozing van effluent afkomstig van het RWZI en mogelijk ook huishoudelijke lozingen die nog niet aangesloten zijn op het rioleringsstelsel.

Betreft het EKC valt het op dat er stroomafwaarts een betere coëfficiënt behaald wordt dan stroomopwaarts. De score opwaarts is laag desondanks de Vaalbeek stroomafwaarts gelegen is in bosgebied met behoud van zijn natuurlijke structuurkenmerken. Afwaarts is de Vaalbeek rechtgetrokken en stroomt het door kunstmatig aangelegde oevers. De slechte stroomopwaarts is grotendeels te wijten aan de slechte waterkwaliteit die er werd gemeten. De waterkwaliteit weegt mogelijk meer door dan de structuurkwaliteit.

5.4. Case IV: de Molenbeek ter hoogte van Kasteel van Wilder in Kampenhout

Opwaarts de Molenbeek zijn de concentraties voor totale fosfor en orthofosfaat zodanig hoog dat ze de normen overschrijden. Deze hoge waarden zijn waarschijnlijk het gevolg van huishoudelijke lozingen. Uit de metingen afwaarts, blijkt dat deze concentraties onveranderd blijven. In het algemeen geldt dit ook voor de andere parameters, behalve voor BZV, CZV en zwevende stof. Deze drie parameters nemen enkel toe nadat het water doorheen de vijver is gestroomd. De veldmetingen op- en afwaarts de Molenbeek zijn bijna identiek aan elkaar. Telkens wordt de norm voor geleidbaarheid sterk overschreden. Nochtans is het inkomend debiet tamelijk laag in verhouding met de omvang van de vijver en werd er verwacht dat de meeste partikels worden afgezet op de waterbodem. Een waarschijnlijke hypothese is dat er bodem woelende vissen aanwezig waren die de bodem omwoelen. De hoge BZV en CZV tonen aan dat er veel biologisch materiaal aanwezig was in de vijvers, dit versterkt de hypothese dusdanig.

De ecologische kwaliteit op- en afwaarts de Molenbeek is voor beiden "goed". Hoewel de ecologische kwaliteitscoëfficiënt in het afwaartse deel lager ligt dan opwaarts. Nochtans werd eigenlijk het tegenovergestelde effect verwacht door het mogelijk zuiverend effect van de vijver. Mogelijk speelt ook hier de rol van het zonlicht een rol. Uit gelijkaardige beschaduwde meetpunten

van de IJse en de Vaalbeek bleek ook dat dit nadelig is voor het voorkomen van macro-invertebraten.

5.5. Case V: de Leibeek ter hoogte van de vijver in de Mostaardstraat in Kampenhout

Zoals vermeldt in de resultaten is de meetplaats opwaarts sterk verontreinigd met huishoudelijk afvalwater afkomstig van de verschillende lozingsbuizen die toekomen op de Leibeek. Dit uit zich dan ook in de hoge concentraties totale stikstof en totale fosfor die buiten de norm vallen. De talrijke aanwezigheid van algen in de waterkolom geven dit probleem ook weer. Afwaarts is er een duidelijke afname van totale stikstof en totale fosfor. Weliswaar voor de totale fosfor wordt de norm nog steeds niet behaald. In normale omstandigheden wordt fosfor tijdens de zomermaanden opgenomen door macrofyten die dit essentieel nutriënt nodig hebben voor hun groei. Maar aangezien er in deze vijver weinig tot geen macrofyten aanwezig waren, wordt dit amper opgenomen. Echter is deze afname mogelijks te wijten aan beginnende algengroei die nog niet visueel aanwezig was. Deze groei zal zich voortzetten en tijdens de zomermaanden kan er sprake zijn van eutrofiëring. Dit verschijnsel gaat vaak gepaard met een zuurstoftekort in het water wat dan op weer nadelig is voor andere waterorganismen. Ook opvallend is dat de zwevende stof stroomafwaarts veel hoger ligt dan opwaarts, dit kan toe te schrijven zijn aan twee factoren. Enerzijds een slechte keuze qua staalnameplaats voor de parameters: er is sprake van een hoge turbulentie aan de uitlaat van de vijver. Deze reden is ook mogelijk de oorzaak van het hoge zuurstofgehalte afwaarts. Een tweede reden is de aanwezigheid van karpers en eventueel andere bodem woelende vissen die de waterbodem omwoelen en waardoor de bodemfracties terug in de waterkolom terecht komen.

De EKC is opwaarts “onvoldoende” ten opzichte van een “goede” kwaliteitsklasse afwaarts de vijver. Dit goede resultaat afwaarts is hoofdzakelijk toe te schrijven aan de verbeterde waterkwaliteit ten gevolge van het zuiveringseffect van de vijver. Anderzijds spelen de natuurlijke oeveromstandigheden afwaarts ook een positieve rol als habitat voor deze organismen. De slechtste score opwaarts is te wijten aan een lage waterstand en de overwelving die vlak hiervoor aanwezig was.

5.6. Aanbevelingen voor verder onderzoek

In deze studie zijn een aantal doorstroomvijvers in de buurt van Leuven geselecteerd en gemonitord. Deze vertoonden een grote variatie: een sedimentvang, een parkvijver en enkele private-vijvers. Om effecten op een statistische verantwoorde manier te onderbouwen en de resultaten hiervan te veralgemenen is het aan te raden om meerdere systemen van éénzelfde type onderzoeken. Gezien de beperkte tijdspanne was dit niet mogelijk in het kader van deze studie. Deze ‘verkennende’ studie geeft wel aan dat doorstroomvijvers, afhankelijk van de lokale context, een sterk positieve impact kunnen uitoefenen op de waterkwaliteit van de afwaartse waterlopen. Hieronder proberen we op basis van onze inzichten een aantal aanbevelingen te geven voor verder onderzoek.

Een aantal vijverkarakteristieken zijn in het kader van dit onderzoek niet opgemeten, maar kunnen wel interessante informatie leveren voor de interpretatie van de resultaten. Binnen het beperkt tijds kader is het bijvoorbeeld niet mogelijk geweest om een exacte inschatting te maken van de debieten in de waterloop en de tijd die het water nodig heeft om door de vijver te stromen (retentietijd). Een exactere inschatting van de retentietijd is noodzakelijk om duidelijke relaties te maken met de ‘zuiveringscapaciteit’ van de doorstroomvijver. Zelf hebben we getracht een ruwe kwalitatieve indeling te maken van de retentietijd op basis van de vijveroppervlakte en de grootte van de beek. Daarnaast kan de concentratie aan chlorofyl a in het water een indicatie geven van de aanwezige biomassa aan algen. Het opvolgen van deze indicator kan meer informatie geven over deze belangrijke biologische component. Ten slotte kan het opmeten van de dikte van de sliblaag

aangeven of de vijvers al dan niet recent zijn geruimd. Het toegepaste beheer (vijvers die amper of regelmatig leeggelaten of geruimd worden, vijvers waar al dan niet vis in uitgezet worden, vijvers waar vis wordt bijgevoerd, vijvers die wel of niet toegankelijk zijn voor het publiek, ...) kan een groot effect hebben op de 'zuiveringscapaciteit' en biodiversiteit van de vijver (Lemmens, et al., 2013). Enkele beheeraspecten worden kort aangehaald in de bespreking van de resultaten van de afzonderlijke vijvers, maar ook hier kan het interessant zijn om meerdere types van éénzelfde beheertype op te nemen in een vervolgstudie. Dit vereist een grondige voorstudie en bevraging van de eigenaars of beheerders van de vijversystemen.

Een andere belangrijke factor die meespeelt is de timing van het onderzoek. De uitvoering heeft plaatsgevonden in de vroege lente waardoor er nog geen volgroeide vegetatie van drijvende, ondergedoken en emergente waterplanten aanwezig is. Het effect dat we nu grotendeels waarnemen is eerder het fysisch effect van sedimentatie. Opname en verwerking van nutriënten en organische materiaal door biologische organismen is dus grotendeels afwezig. Voor een dergelijke nieuwe studie is het aangeraden om de effecten gedurende heel het jaar te onderzoeken. Karakteristieken (zoals vegetatie en macro-invertebraten) en fysisch-chemische processen kunnen verschillend zijn in zomer- en wintermaanden.

Tot slot zijn de ideale omstandigheden om de zuiveringscapaciteit van een doorstroomvijver te onderzoeken bovenlopen met hoge concentraties aan chemische en fysische parameters. Dit was o.a. het geval bij de IJse (tijdens de preliminaire studie; verstopping riolering), de Vaalbeek en de Leibek. Dit zijn de drie doorstroomvijvers waarop het grootste effect op de waterkwaliteit is gemeten. In gevallen waar lage concentraties aanwezig zijn, zal de doorstroomvijver weinig effect op uitoefenen.

6. Conclusies

Uit de resultaten kan besloten worden dat doorstroomvijvers een belangrijk effect kunnen hebben op de waterkwaliteit van waterlopen. Dit is vooral het geval als de opwaartse vuilvracht relatief groot is (o.a. voor de doorstroomvijvers op de IJse, Leibeek en Vaalbeek) of als de vijversystemen relatief groot waren in vergelijking met de waterloop die is aangesloten. Deze doorstroomvijvers capteerden een groot deel van de nutriënten en zorgden in sommige gevallen ervoor dat de norm in het afwaartse gedeelte zelfs niet werd overschreden. In twee gevallen (Leibeek en Vaalbeek) weerspiegelde deze verbetering zich in een duidelijke verbetering van de biologische component (macro-invertebraten).

In het geval de nutriëntbelasting in het opwaartse gedeelte relatief laag is, is het effect van de vijver op de waterloop niet eenduidig en kunnen lokale vijverkarakteristieken zoals beheer, graad van aanslibbing, ... de resultaten sterk beïnvloeden en een positief signaal maskeren. Dit was bijvoorbeeld het geval voor het systeem op de Molenbeek.

Om deze patronen te kunnen veralgemenen op een statistisch verantwoorde manier is het noodzakelijk om meerdere systemen binnen éénzelfde type te monitoren en dit gedurende een langere tijd. De biologische componenten (macrofyten, algen, ...) waren op het moment van de studie nog niet volledig ontwikkeld en op basis van de literatuur kunnen deze een belangrijke rol spelen in de zuivering van het water.

De bevindingen van dit onderzoek stellen ons in staat om de effecten van toekomstige projecten, waarbij vijvers- of moerassystemen worden aangesloten op een waterloop, beter te kunnen inschatten. Op dit moment loopt er bijvoorbeeld voor de IJse een landinrichtingsproject (IJsevallei) waarbinnen men de mogelijkheden onderzoekt om de waterloop doorheen de IJsebroeken (een grote vijver langsheen de IJse te Overijse) te leiden.

Literatuurlijst

Amery, Fien; Vandecasteele, Bart, 2015. *Wat weten we over fosfor en landbouw? Deel 2: Fosforverliezen en gevolgen voor water*, Merelbeke: Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO).

Aquafin, sd *Afvalwater*. [Online]

Available at: <http://www.aquafin.be/nl/indexb.php?n=9&e=43&s=46>

[Geopend 30 mei 2017].

Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, sd *Europese Kaderrichtlijn Water*. [Online]

Available at: <http://www.integraalwaterbeleid.be/nl/regelgeving/kaderrichtlijn-water>

[Geopend 19 mei 2017].

Copp, G. H., Wesley, K. J. & Vilizzi, L., 2005. *Pathways of ornamental and aquarium fish introductions into urban ponds of Epping Forest (London, England): the human vector*, sl: sn

De Pauw, N., Beyens, J. & Vannevel, R., 1991. *Macro-invertebraten en waterkwaliteit: determinersleutels voor zoetwatermacro-invertebraten en methoden ter bepaling van de waterkwaliteit*. Antwerpen: Stichting Leefmilieu.

Dhote, S. & Dixit, S., 2008. *Water quality improvement through macrophytes - a review*, sl: Springer Science.

Ecopedia, 2016. *Oligotroof tot mesotroof water*. [Online]

Available at: <https://www.ecopedia.be/bwk/oligotroof-tot-mesotroof-water-ao-aoo-aom>

[Geopend 2 juni 2017].

Ecopedia, 2016. *Voedselrijke, gebufferde wateren met rijke waterplantvegetatie*. [Online]

Available at: <https://www.ecopedia.be/natura2000/voedselrijke-gebufferde-wateren-met-rijke-waterplantvegetatie-3150>

[Geopend 2 juni 2017].

Ecopedia, sd *Invasieve soorten*. [Online]

Available at: <https://www.ecopedia.be/node/40164>

[Geopend 30 mei 2017].

Europese Unie, 2000. *EUR-lex*. [Online]

Available at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=LEGISSUM:l28002b>

[Geopend 19 mei 2017].

Fraters, B. & de Goffau, A., 2015. *Sulfaat in grondwater en oppervlaktewater in Nederland: Overzicht van meetresultaten van nationale meetnetten*, sl: RIVM.

Halifax, Soil & Water Conservation Society of Metro, 2015. *OECD Probability Distribution Diagrams*. [Online]

Available at: <http://www.chebucto.ns.ca/science/SWCS/TPMODELS/OECD/probability.html>

[Geopend 2 juni 2017].

Hawkins, C. P., Murphey, M. L. & Anderson, N. H., 1982. *Effects of canopy, substrate composition, and gradient on the structure of macroinvertebrate communities in Cascade Range streams of Oregon*, sl: the Ecological Society of America.

Kelly, E., Morris, J., Kincaid, V. & Ganem, Y., 2012. *Impact of Light Intensity on Habitat Preference of Macroinvertebrates in Carp Creek*, Michigan: Univerity of Michigan Biological Station.

Landschapskrant Dijleland, 2005. *Regionaal Landschap Dijleland*. [Online]

Available at:

<http://www.rld.be/images/stories/publicaties/landschapskrant/landschapskrant%20oktober%202005.pdf>

[Geopend 02 04 2017].

Lemmens, P. et al., 2013. *How to Maximally Support Local and Regional Biodiversity in Applied Conservation? Insights from Pond Management*, sl: sn

Loeb, R. & Verdonschot, P., 2009. *Complexiteit van nutriëntenlimitaties in oppervlaktewateren*, Wageningen: Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.

Milieufocus, 2008. *Milieufocus*. [Online]

Available at: <http://www.milieufocus.nl/factsheets/b/biologisch-zuurstofverbruik.html>

[Geopend 21 04 2017].

Milieufocus, 2008. *Milieufocus*. [Online]

Available at: <http://www.milieufocus.nl/factsheets/c/chemisch-zuurstofverbruik.html>

[Geopend 21 april 2017].

MIRA, 2016. *Macro-invertebraten*. [Online]

Available at: <http://www.milieurapport.be/nl/feitencijfers/milieuthemas/kwaliteit-oppervlaktewater/ecologische-kwaliteit-van-oppervlaktewater/macro-invertebraten/>

[Geopend 30 mei 2017].

Peeters, B., 2013. *Milieurapport Vlaanderen, Themabeschrijving Kwaliteit oppervlaktewater*, sl: Vlaamse Milieumaatschappij.

Regionaal Landschap Vlaamse Ardennen, sd *Poelen*. [Online]

Available at: <http://www.rlva.be/poelen>

[Geopend 13 04 2017].

Trimble, S. W. & Wilson, B., 2012. Reservoir and Lake Trap Efficiency. In: *Encyclopedia of Lakes and Reservoirs*. sl:Springer Netherlands, pp. 619-626.

van Aken, W., 2015. *The Conversation*. [Online]

Available at: <http://theconversation.com/watch-out-australia-a-red-hot-summer-means-blue-green-algae-49585>

[Geopend 30 mei 2017].

Van Hoestenbergh, T., Cabus, P., Eylembosch, J. & Voet, M., 2007. *Sedimentexport door onbevaarbare waterlopen*, Erembodegem: Philippe D'Hondt.

Vanautgaerden, 2005. *Zoet Water*. [Online]

Available at: <http://home.scarlet.be/vanautgaerden/zoetwater.html>

[Geopend 29 04 2017].

Vanheusen, B. & Van Hoorick, G., 2016. *Milieurecht in kort bestek*. 2e red. sl:Intersentia.

Vlaamse Milieumaatschappij, 2009. *Sedimentvangplan*. [Online]

Available at: <https://www.vmm.be/publicaties/sedimentvangplan>

[Geopend 21 April 2017].

Vlaamse Milieumaatschappij, 2015. *De Dijle door Leuven, een vloek en een zegen*, Erembodegem: VMM.

Vlaamse Milieumaatschappij, sd *Metalen*. [Online]

Available at: <https://www.vmm.be/water/kwaliteit-waterlopen/chemie/metalen>

[Geopend 18 april 2017].

Vlaamse Milieumaatschappij, sd *Nutriënten*. [Online]

Available at: <https://www.vmm.be/water/kwaliteit-waterlopen/chemie/nutriënten>

[Geopend 20 april 2017].

Vlaamse Milieumaatschappij, sd *Verzuring*. [Online]

Available at: <https://www.vmm.be/water/kwaliteit-waterlopen/chemie/verzuring>

[Geopend 12 april 2017].

Vlaamse Milieumaatschappij, sd *Zuurstof*. [Online]

Available at: <https://www.vmm.be/water/kwaliteit-waterlopen/chemie/zuurstofhuishouding>

[Geopend 13 april 2017].

Vlaamse Regering, 2017. *Vlaams Reglement betreffende de Milieuvergunningen II*. [Online]

Available at: <https://navigator.emis.vito.be/mijn-navigator?wold=10071>

[Geopend 18 mei 2017].

Vocht, A. D., 2016. *Integraal Waterbeheer*, Diepenbeek: sn

Watertool, sd *Ammonium*. [Online]

Available at: http://www.watertool.be/interface/Pagina_Opvrage.aspx?parameterID=92

[Geopend 19 april 2017].

Yan, W., Yin, C. & Tang, H., 1998. *Nutrient Retention by Multipond Systems: Mechanisms for the Control of Nonpoint Source Pollution*, sl: sn

YSI, 2017. *EXO2*. [Online]

Available at: <https://www.y.si.com/EXO2>

[Geopend 4 juni 2017].

YSI, 2017. *Multiparametersonde EXO2*. [Online]

Available at: <https://www.y.si.com/exo2>

[Geopend 2 juni 2017].

Figurenlijst

Figuur 1: Grafiek totale fosfor – monitoring nader onderzoek IJse 2016	9
Figuur 2: Grafiek ammonium – monitoring nader onderzoek IJse 2016.....	10
Figuur 3: Algenbloei in eutrofe vijver	12
Figuur 4: De verschillende ecosysteemtypes afhankelijk van de aanwezige concentratie fosfor in het water (Halifax, Soil & Water Conservation Society of Metro, 2015)	13
Figuur 5: Luchtfoto van de IJse doorheen de Kasteelvijver (Geopunt, 2017)	25
Figuur 6: Kasteelvijver Hoeilaart	25
Figuur 7: Luchtfoto van de Dijle doorheen de zandvang Leuven (Geopunt, 2017)	26
Figuur 8: Zandvang Heverlee kaart	26
Figuur 9: Zandvang Heverlee.....	27
Figuur 10: Luchtfoto van de Vaalbeek doorheen het vijvercomplex Zoet Water (Geopunt, 2017) ..	28
Figuur 11: Tweede vijver van het vijvercomplex Zoet Water	28
Figuur 12: Luchtfoto van de Molenbeek doorheen de vijver van het Wilderkasteel (Geopunt, 2017)	29
Figuur 13: Doorstroomvijver aan het Wilderkasteel.....	29
Figuur 14: Luchtfoto van de Leibeek doorheen de vijver in de Mostaardstraat (Geopunt, 2017) ..	30
Figuur 15: Doorstroomvijver Leibeek.....	31
Figuur 16: Staalname met telescopische steel en maatbeker stroomopwaarts IJse	33
Figuur 17: Meettoestellen en recipiënten	34
Figuur 18: Multiparametersonde EXO2 (YSI, 2017)	35
Figuur 19: Staalname macro-invertebraten met behulp van vangnet in de IJse	36
Figuur 20: Artificieel substraat	37
Figuur 21: Fotobak met gespoelde fractie	38
Figuur 22: Macro-invertebraten gescheiden per diergroep in pillenflesjes.....	39
Figuur 23: Staafigrafiek zwevende stof stroomop- en stroomafwaarts IJse.....	43
Figuur 24: Staafigrafiek totale fosfor stroomop- en stroomafwaarts IJse	43
Figuur 25: Staafigrafiek totale stikstof stroomop- en stroomafwaarts IJse	44
Figuur 26: Staafigrafiek ijzer, mangaan en nikkel op- en afwaarts IJse	45
Figuur 27: Staafigrafiek zwevende stof stroomop- en stroomafwaarts Dijle	47
Figuur 28: Staafigrafiek totale fosfor stroomop- en stroomafwaarts Dijle.....	47
Figuur 29: Staafigrafiek totale stikstof stroomop- en stroomafwaarts Dijle	48
Figuur 30: Staafigrafiek zwevende stof stroomop- en stroomafwaarts Vaalbeek.....	50
Figuur 31: Staafigrafiek totale fosfor stroomop- en stroomafwaarts Vaalbeek	51
Figuur 32: Staafigrafiek totale stikstof stroomop- en stroomafwaarts Vaalbeek.....	51
Figuur 33: Staafigrafiek zwevende stof stroomop- en stroomafwaarts Molenbeek	54
Figuur 34: Staafigrafiek totale fosfor stroomop- en stroomafwaarts Molenbeek.....	54
Figuur 35: Staafigrafiek totale stikstof stroomop- en stroomafwaarts Molenbeek	55
Figuur 36: Staafigrafiek zwevende stof stroomop- en stroomafwaarts Leibeek	57
Figuur 37: Staafigrafiek totale fosfor stroomop- en stroomafwaarts Leibeek	57
Figuur 38: Staafigrafiek totale stikstof stroomop- en stroomafwaarts Leibeek	58
Figuur 39: Resultaten gepaarde T-test zwevende stof.....	60
Figuur 40: Grafiek opgeloste zuurstofconcentratie stroomopwaarts Dijle en hoeveelheid neerslag	79

Figuur 41: Grafiek geleidbaarheid stroomopwaarts Dijle en hoeveelheid neerslag	79
Figuur 42: Grafiek opgeloste zuurstofconcentraties stroomop- en stroomafwaarts Dijle	80
Figuur 43: Grafiek zuurtegraad stroomop- en stroomafwaarts Dijle.....	80
Figuur 44: Grafiek geleidbaarheid stroomop- en stroomafwaarts Dijle	81
Figuur 45: Grafiek turbiditeit stroomop- en stroomafwaarts Dijle.....	81
Figuur 46: Grafiek verzadigd zuurstofpercentage stroomop- en stroomafwaarts Dijle	82

Tabellenlijst

Tabel 1: Kwaliteitsklassen EKC	19
Tabel 2: Basiskwaliteitsnormen oppervlaktewater VLAREM II voor type kleine beek	22
Tabel 3: Basiskwaliteitsnormen oppervlaktewater VLAREM II voor type grote rivier	23
Tabel 4: Resultaten meetwaarden van de chemische parameters stroomopwaarts de IJse, geanalyseerd door het VMM-laboratorium Gent	42
Tabel 5: Resultaten meetwaarden van de chemische parameters stroomafwaarts de IJse, geanalyseerd door het VMM-laboratorium Gent	42
Tabel 6: Resultaten meetwaarden van nitraat, ammonium, totale stikstof, totale fosfor en orthofosfaat. Deze parameters werden gemeten met behulp van een testkit	43
Tabel 7: Resultaten veldmetingen stroomopwaarts IJse	44
Tabel 8: Resultaten veldmetingen stroomafwaarts IJse	44
Tabel 9: Resultaten EKC IJse	45
Tabel 10: Resultaten meetwaarden chemische parameters stroomopwaarts Dijle geanalyseerd door het VMM-laborarium Gent	46
Tabel 11: Resultaten meetwaarden chemische parameters stroomafwaarts Dijle, geanalyseerd door het VMM-laboratorium Gent	46
Tabel 12: Resultaten meetwaarden nitraat, ammonium, totale stikstof, totale fosfor en orthofosfaat. Deze parameters werden geanalyseerd met behulp van een testkit	47
Tabel 13: Resultaten veldmetingen stroomopwaarts Dijle	48
Tabel 14: Resultaten veldmetingen stroomafwaarts Dijle	48
Tabel 15: Resultaten EKC Dijle	49
Tabel 16: Resultaten meetwaarden chemische parameters stroomopwaarts Vaalbeek, geanalyseerd door het VMM-laboratorium Gent	49
Tabel 17: Resultaten meetwaarden chemische parameters stroomafwaarts Vaalbeek, geanalyseerd door het VMM-laboratorium Gent	50
Tabel 18: Resultaten meetwaarden nitraat, ammonium, totale stikstof, totale fosfor en orthofosfaat. Deze parameters werden gemeten met behulp van een testkit	50
Tabel 19: Resultaten veldmetingen stroomopwaarts Vaalbeek	52
Tabel 20: Resultaten veldmetingen stroomopwaarts Vaalbeek	52
Tabel 21: Resultaten EKC Vaalbeek	52
Tabel 22: Resultaten meetwaarden chemische parameters stroomopwaarts Molenbeek, geanalyseerd door het VMM-laboratorium Gent	53
Tabel 23: Resultaten meetwaarden chemische parameters stroomafwaarts Molenbeek, geanalyseerd door het VMM-laboratorium Gent	53
Tabel 24: Resultaten veldmetingen stroomopwaarts Molenbeek	55
Tabel 25: Resultaten veldmetingen stroomafwaarts Molenbeek	55
Tabel 26: Resultaten EKC Molenbeek	55
Tabel 27: Resultaten meetwaarden chemische parameters stroomopwaarts Leibeek, geanalyseerd door het VMM-laboratorium Gent	56
Tabel 28: Resultaten meetwaarden chemische parameters stroomafwaarts Leibeek, geanalyseerd door het VMM-laboratorium Gent	56
Tabel 29: Resultaten meetwaarden van nitraat, ammonium, totale stikstof, totale fosfor en orthofosfaat. Deze paramters werden gemeten met behulp van een testkit	57

Tabel 30: Resultaten veldmetingen stroomopwaarts Leibeek	58
Tabel 31: Resultaten veldmetingen stroomafwaarts Leibeek	58
Tabel 32: Resultaten EKC Leibeek	58
Tabel 33: Resultaten gepaarde t-test totale fosfor	61
Tabel 34: Resultaten gepaarde t-test totale stikstof.....	62
Tabel 35: Basiskwaliteitsnormen anorganische stoffen Vlarem toegepast op de gemeten parameters	76
Tabel 36: Meetresultaten anorganische stoffen stroomop- en stroomafwaarts de IJse, geanalyseerd door het VMM-laboratorium te Gent.....	77
Tabel 37: Meetresultaten anorganische stoffen stroomop- en stroomafwaarts Dijle, geanalyseerd door het VMM laboratorium te Gent	78
Tabel 38: Gedetermineerde macro-invertebraten en vissen op- en afwaarts het doorstroomsysteem (deel 1).....	83
Tabel 39: Gedetermineerde macro-invertebraten en vissen op en- afwaarts het doorstroomsysteem (deel 2).....	84

Bijlage(n)

Bijlage 1: Basiskwaliteitsnormen anorganische stoffen Vlarem

Parameter	Eenheid	Milieukwaliteitsnorm gemiddelde	Milieukwaliteitsnorm maximum
Ag o	µg/L	0,08	N.v.t.
As o	µg/L	3	N.v.t.
B o	µg/L	700	N.v.t.
Ba o	µg/L	60	N.v.t.
Be o	µg/L	0,08	N.v.t.
Ca o	µg/L	/	/
Cd o	µg/L	0,08	0,45
Co o	µg/L	/	/
Cr o	µg/L	5	N.v.t.
Cu o	µg/L	7	N.v.t.
Fe o	µg/L	/	/
Hg o	µg/L	N.v.t.	0,07
Mg o	µg/L	/	/
Mn o	µg/L	/	/
Mo o	µg/L	340	N.v.t.
Ni o	µg/L	4	34
Pb o	µg/L	1,2	14
Sb o	µg/L	100	N.v.t.
Se o	µg/L	2	N.v.t.
Sn o	µg/L	3	N.v.t.
Te o	µg/L	100	N.v.t.
Ti o	µg/L	20	N.v.t.
Tl o	µg/L	0,2	N.v.t.
U o	µg/L	1	N.v.t.
V o	µg/L	4	N.v.t.
Zn o	µg/L	20	N.v.t.
NO ₂ ⁻	µg/L	200	600

TABEL 35: BASISKWALITEITSNORMEN ANORGANISCHE STOFFEN VLAREM TOEGEPAST OP DE GEMETEN PARAMETERS

Bijlage 2: Meetwaarden anorganische stoffen IJse

	Parameter	Eenheid	Meting		Parameter	Eenheid	Meting
	Stroomopwaarts IJse	Ag o	µg/L		< 0,2	Stroomafwaarts IJse	Ag o
As o		µg/L	< 0,8	As o	µg/L		< 0,8
B o		µg/L	< 50	B o	µg/L		< 50
Ba o		µg/L	30	Ba o	µg/L		31
Be o		µg/L	< 0,1	Be o	µg/L		< 0,1
Ca o		µg/L	110000	Ca o	µg/L		110000
Cd o		µg/L	< 0,1	Cd o	µg/L		< 0,1
Co o		µg/L	< 0,15	Co o	µg/L		< 0,15
Cr o		µg/L	< 1,5	Cr o	µg/L		< 1,5
Cu o		µg/L	< 2	Cu o	µg/L		< 2
Fe o		µg/L	77	Fe o	µg/L		< 25
Hg o		µg/L	< 0,015	Hg o	µg/L		< 0,015
Mg o		µg/L	10000	Mg o	µg/L		0,68
Mn o		µg/L	122	Mn o	µg/L		38
Mo o		µg/L	< 2	Mo o	µg/L		< 2
Ni o		µg/L	6,1	Ni o	µg/L		< 3
Pb o		µg/L	< 1	Pb o	µg/L		< 1
Sb o		µg/L	< 1,5	Sb o	µg/L		< 1,5
Se o		µg/L	0,6	Se o	µg/L		< 0,6
Sn o		µg/L	< 1,5	Sn o	µg/L		< 1,5
Te o	µg/L	< 1,5	Te o	µg/L	< 1,5		
Ti o	µg/L	< 2	Ti o	µg/L	< 2		
Tl o	µg/L	< 0,15	Tl o	µg/L	< 0,15		
U o	µg/L	0,6	U o	µg/L	0,65		
V o	µg/L	< 0,5	V o	µg/L	< 0,5		
Zn o	µg/L	< 20	Zn o	µg/L	< 20		

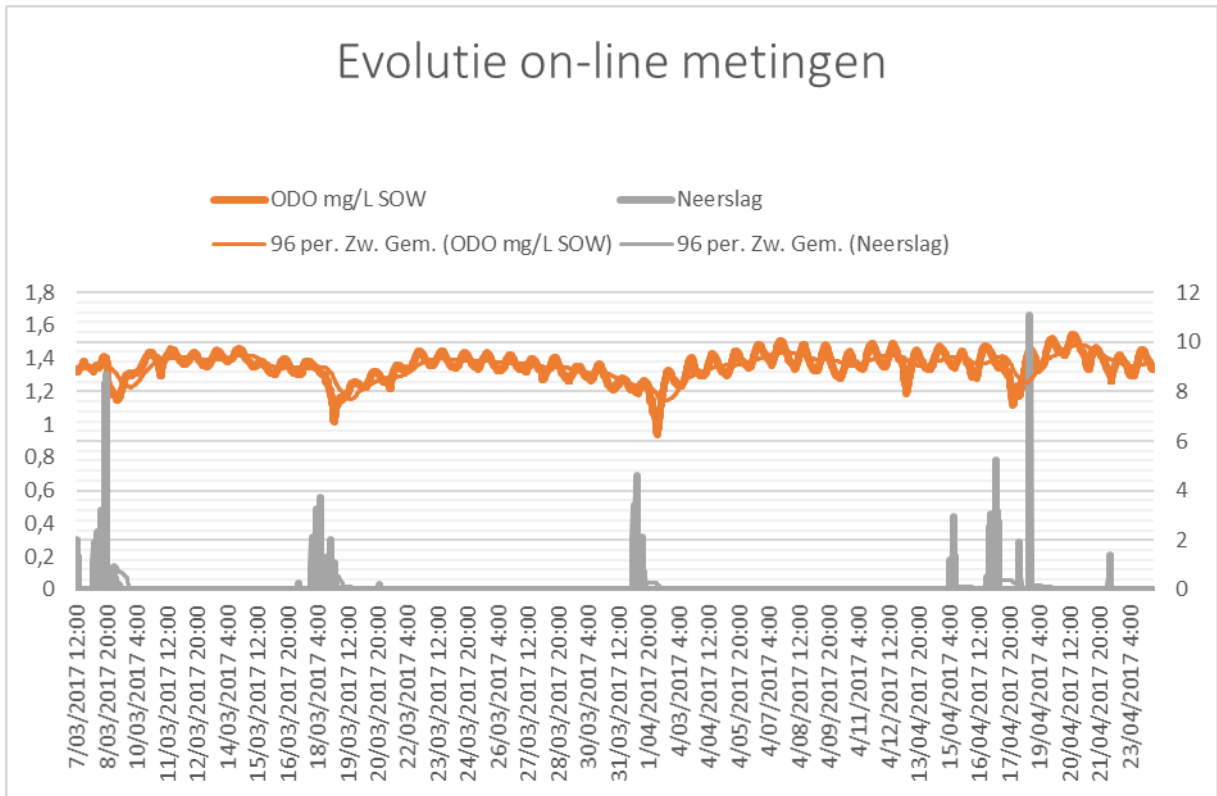
TABEL 36: MEETRESULTATEN ANORGANISCHE STOFFEN STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS DE IJSE, GEANALYSEERD DOOR HET VMM-LABORATORIUM TE GENT

Bijlage 3: Meetwaarden anorganische stoffen Dijle

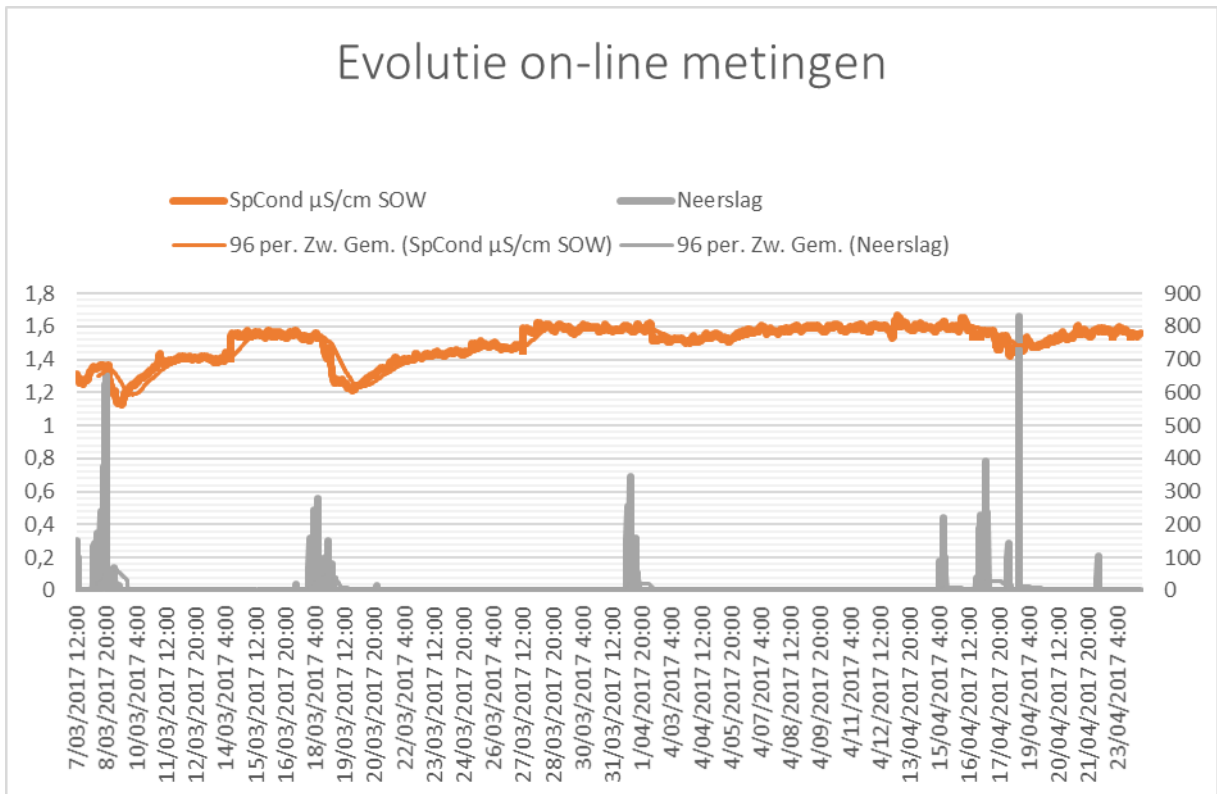
	Parameter	Eenheid	Staalname		Parameter	Eenheid	Staalname
Stroomopwaarts Dijle	Ag o	µg/L	< 0,2	Stroomafwaarts Dijle	Ag o	µg/L	< 0,2
	As o	µg/L	0,88		As o	µg/L	0,86
	B o	µg/L	< 50		B o	µg/L	< 50
	Ba o	µg/L	38		Ba o	µg/L	38
	Be o	µg/L	< 0,1		Be o	µg/L	< 0,1
	Ca o	µg/L	120000		Ca o	µg/L	110000
	Cd o	µg/L	< 0,1		Cd o	µg/L	< 0,1
	Co o	µg/L	0,31		Co o	µg/L	0,32
	Cr o	µg/L	< 1,5		Cr o	µg/L	< 1,5
	Cu o	µg/L	< 2		Cu o	µg/L	< 2
	Fe o	µg/L	< 25		Fe o	µg/L	< 25
	Hg o	µg/L	< 0,015		Hg o	µg/L	< 0,015
	Mg o	µg/L	< 12000		Mg o	µg/L	< 12000
	Mn o	µg/L	91		Mn o	µg/L	97
	Mo o	µg/L	< 2		Mo o	µg/L	< 2
	Ni o	µg/L	< 3		Ni o	µg/L	< 3
	Pb o	µg/L	< 1		Pb o	µg/L	< 1
	Sb o	µg/L	< 1,5		Sb o	µg/L	< 1,5
	Se o	µg/L	< 0,6		Se o	µg/L	< 0,6
	Sn o	µg/L	< 1,5		Sn o	µg/L	< 1,5
Te o	µg/L	< 1,5	Te o	µg/L	< 1,5		
Ti o	µg/L	< 2	Ti o	µg/L	< 2		
Tl o	µg/L	< 0,15	Tl o	µg/L	< 0,15		
U o	µg/L	0,67	U o	µg/L	0,67		
V o	µg/L	1,01	V o	µg/L	1		
Zn o	µg/L	< 20	Zn o	µg/L	27,2		

TABEL 37: MEETRESULTATEN ANORGANISCHE STOFFEN STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS DIJLE, GEANALYSEERD DOOR HET VMM LABORATORIUM TE GENT

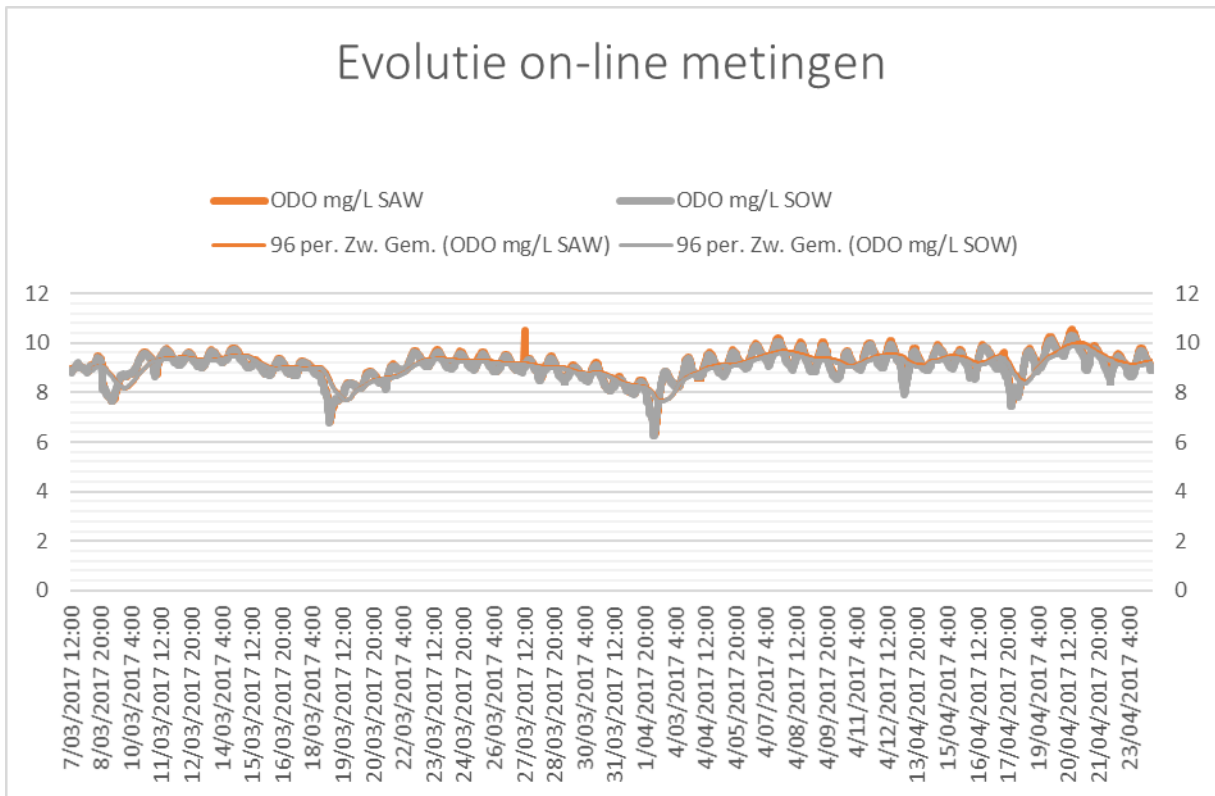
Bijlage 4: Grafieken multiparametersondes



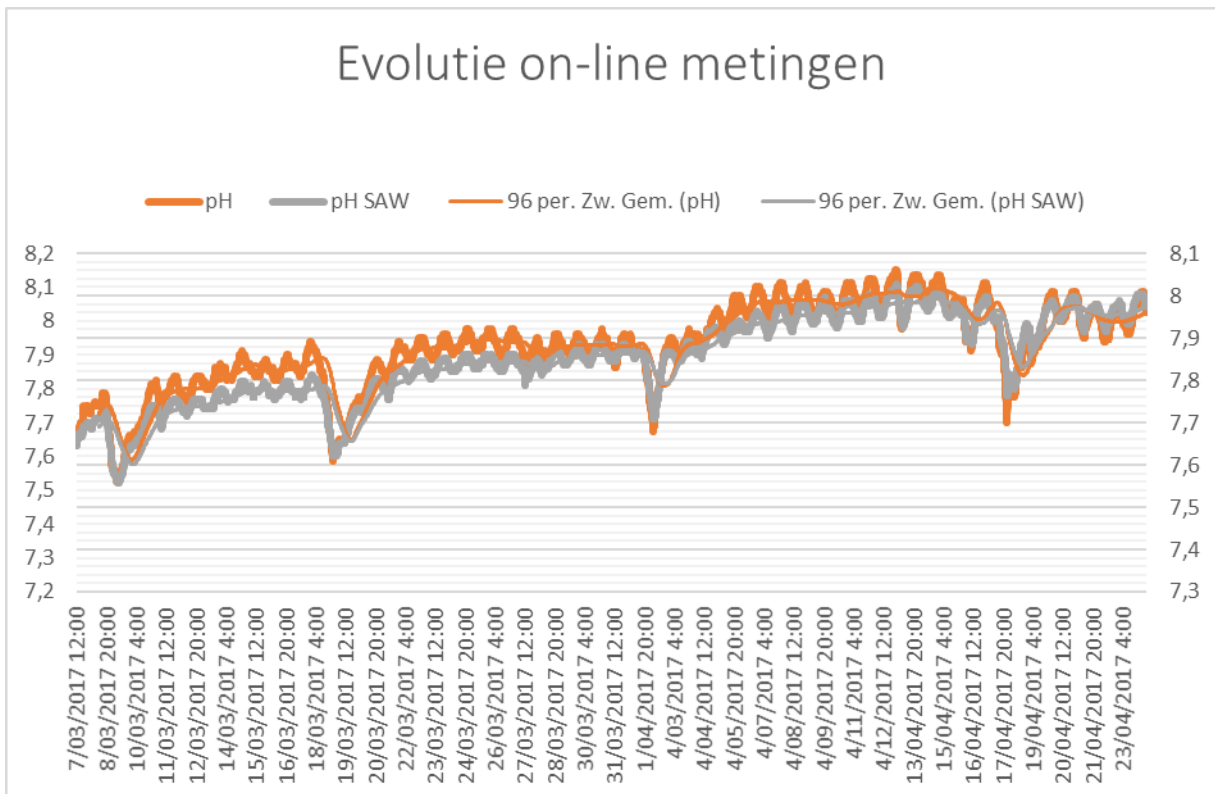
FIGUUR 40: GRAFIEK OPGELOSTE ZUURSTOFCONCENTRATIE STROOMOPWAARTS DIJLE EN HOEVEELHEID NEERSLAG



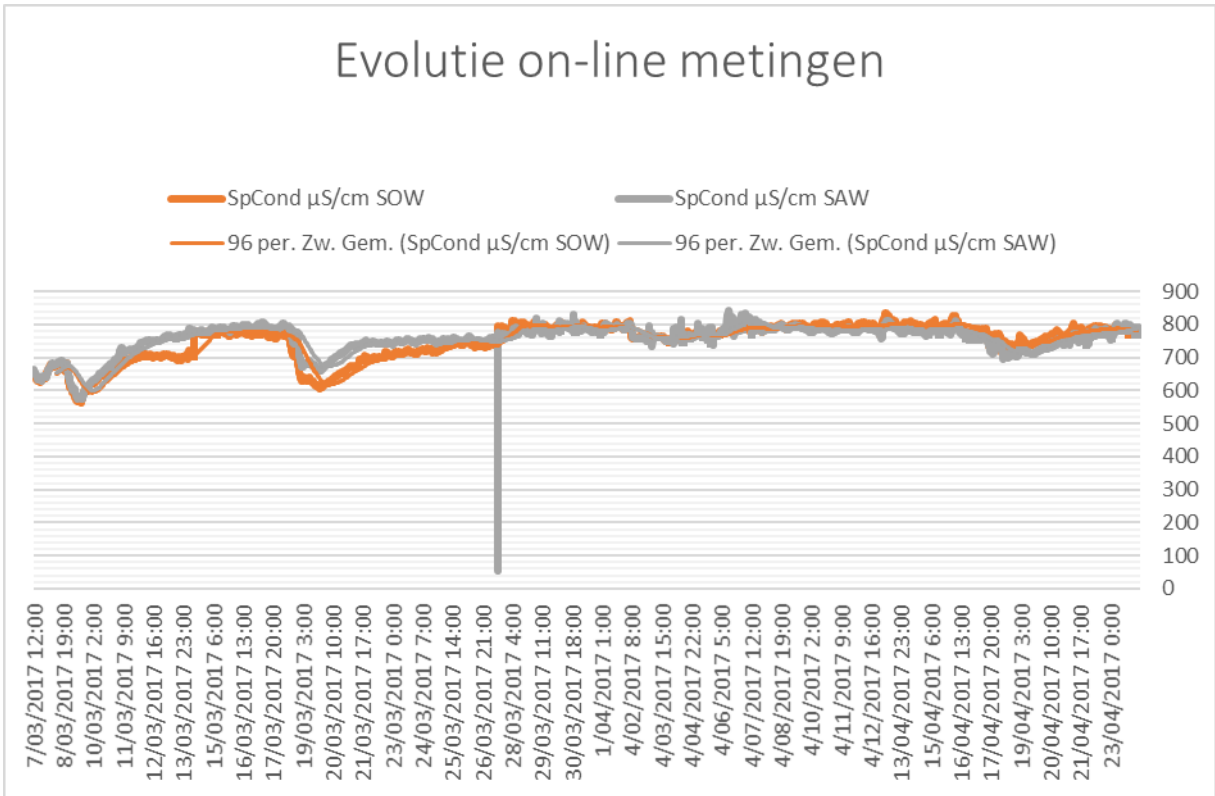
FIGUUR 41: GRAFIEK GELEIDBAARHEID STROOMOPWAARTS DIJLE EN HOEVEELHEID NEERSLAG



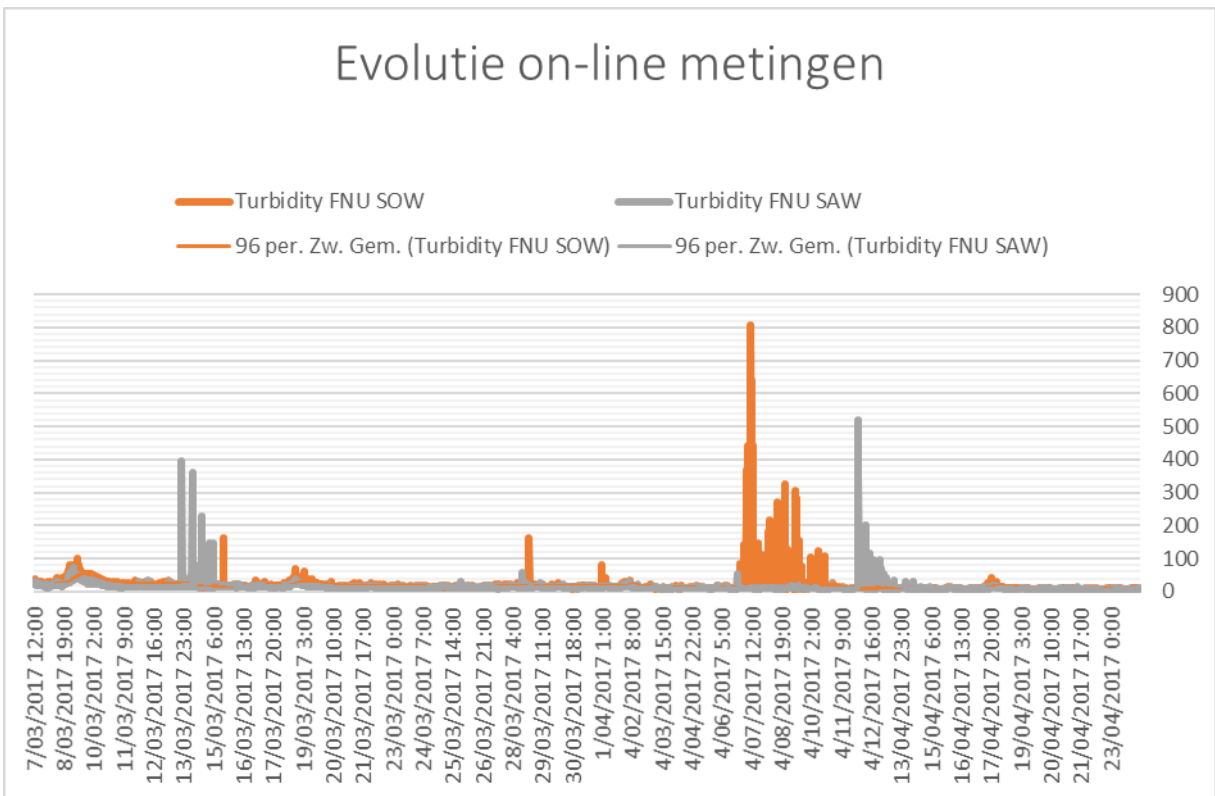
FIGUUR 42: GRAFIEK OPELOSTE ZUURSTOFCONCENTRATIES STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS DIJLE



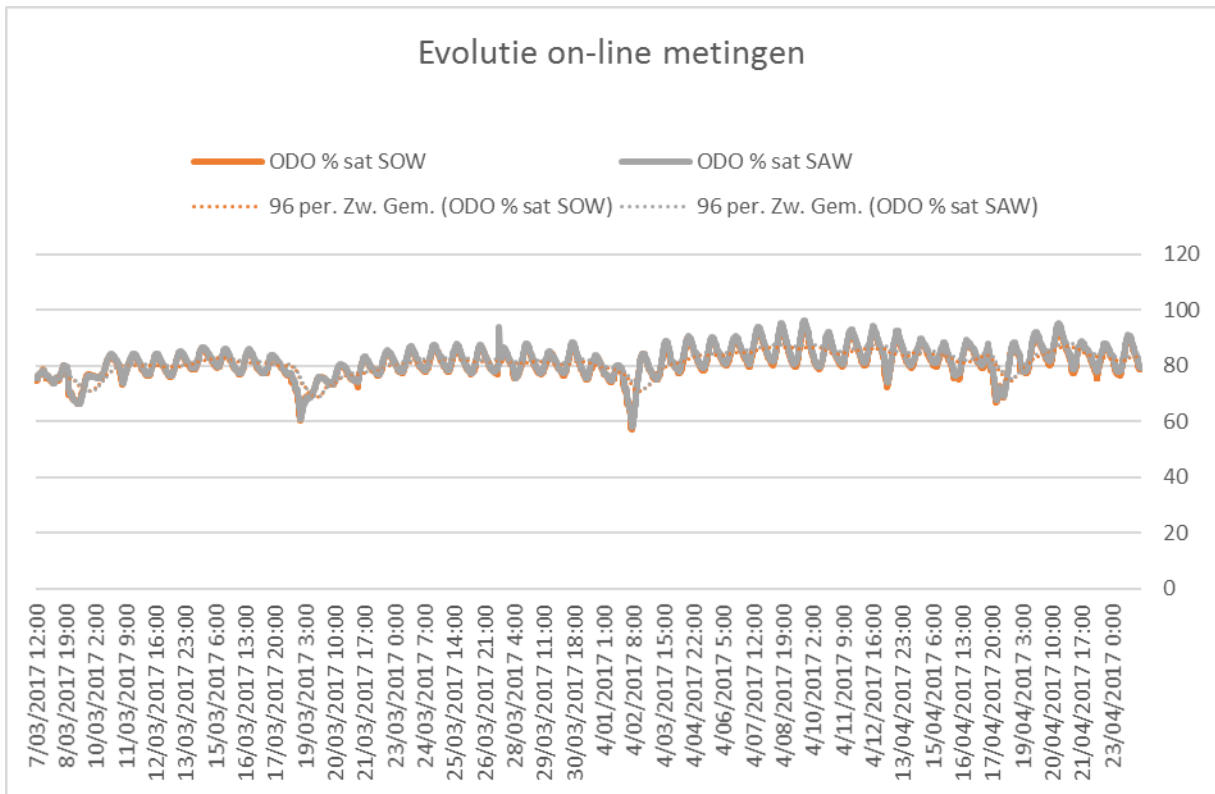
FIGUUR 43: GRAFIEK ZUURTEGRAAD STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS DIJLE



FIGUUR 44: GRAFIEK GELEIDBAARHEID STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS DIJLE



FIGUUR 45: GRAFIEK TURBIDITEIT STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS DIJLE



FIGUUR 46: GRAFIEK VERZADIGD ZUURSTOFPERCENTAGE STROOMOP- EN STROOMAFWAARTS DIJLE

Bijlage 5: Gedetermineerde macro-invertebraten

Familie/Soort	Kasteelvijver - Ijse		Zandvang - Dijle		Zoet Water - Vaalbeek		Vijver - Molenbeek		Vijver - Leibeek	
	Opwaarts	Afwaarts	Opwaarts	Afwaarts	Opwaarts	Afwaarts	Opwaarts	Afwaarts	Opwaarts	Afwaarts
Plathelminthes										
Dugesia						22	1			
Polycelis				1	1		1			
Planaria										
Oligochaeta										
Lumbricidae		1		4		1				
Lumbriculidae										
Naididae		12	2	3	2			1		1
Tubificidae	60	10	100	10	20	10	30	25	15	30
Diptera										
Ceratopogonidae	4	20	13	50	5		1	3	1	16
Chironomidae tp	3		1							
Chironomidae ntp	30	80	50	80	30	21	12	45	15	2
Dixidae										
Ephydriidae					1					
Limoniidae		1								
Muscidae	1					1				
Psychodidae	1	1		1	2		1			
Simuliidae		2	1	40		25				
Stratiomyidae	4									2
Syrphidae-Eristalinae										1
Tipulidae				1						
Hydracarina	1		1	24		29		7		
Hirudinea										
Eropdella	1	7	15	32	2	12	3	1		10
Glossiphonia	40	12	1	8	2	7	3	1		
Helobdella	40	30	2	1	1	7	7	1		2
Coleoptera										
Elminthidae	1									
Haliplidae							1			1
Hydrophilidae						1				4
Hemiptera										
Corixa										
Cymatia						1				
Gerris							2		2	3
Hydrometra										1
Notonecta	3									
Micronecta							3			
Plea										1
Sigara	2				2			1		1
Velia								9		1
Crustacea										
Asellidae	13	40	38	40	15	16	50	13	8	4
Crangonyctidae	1						2	1		
Gammaridae	6		14	70	10			10	1	30
Mysidae										
Mollusca										
Anisus	5				1		1			
Bathymorphalus	20									
Bithynia	2					20	2			
Gyraulus							4	1		8
Lymnaea	3	2	1			2				
Physa	1									
Physella		1		2		5			50	1
Pisidium	5				2	2	16		40	20
Planorbarius	3						1			
Planorbis	3						1			
Potamopyrgus			2	5						
Segmentina	1						3			
Sphaerium	9	10				40	3	6		2
Valvata	50						70			
Viviparus										

TABEL 38: GEDETERMINEERDE MACRO-INVERTEBRATEN EN VISSSEN OP- EN AFWAARTS HET DOORSTROOMSYSTEEM (DEEL 1)

Odonata									
Calopteryx			1	45				50	
Coenagrion						1			
Platycnemis									1
Pyrrhosoma						4	2		
Ephemeroptera									
Baetis		11	12	26				3	
Cloeon	7				4	2			
Ephemera									
Trichoptera									
Ecnomidae									
Hydropsychidae		60		50		100			8
Hydroptilidae			11	43			2	24	
Leptoceridae		1						17	
Limnephilidae	3						1		10
Polycentropodidae			1						
Psychomyidae									
Vertebrata									
Gasterosteus aculeatus	1								1

**TABEL 39: GEDETERMINEERDE MACRO-INVERTEBRATEN EN VISSSEN OP EN- AFWAARTS HET DOORSTROOMSYSTEEM
(DEEL 2)**

