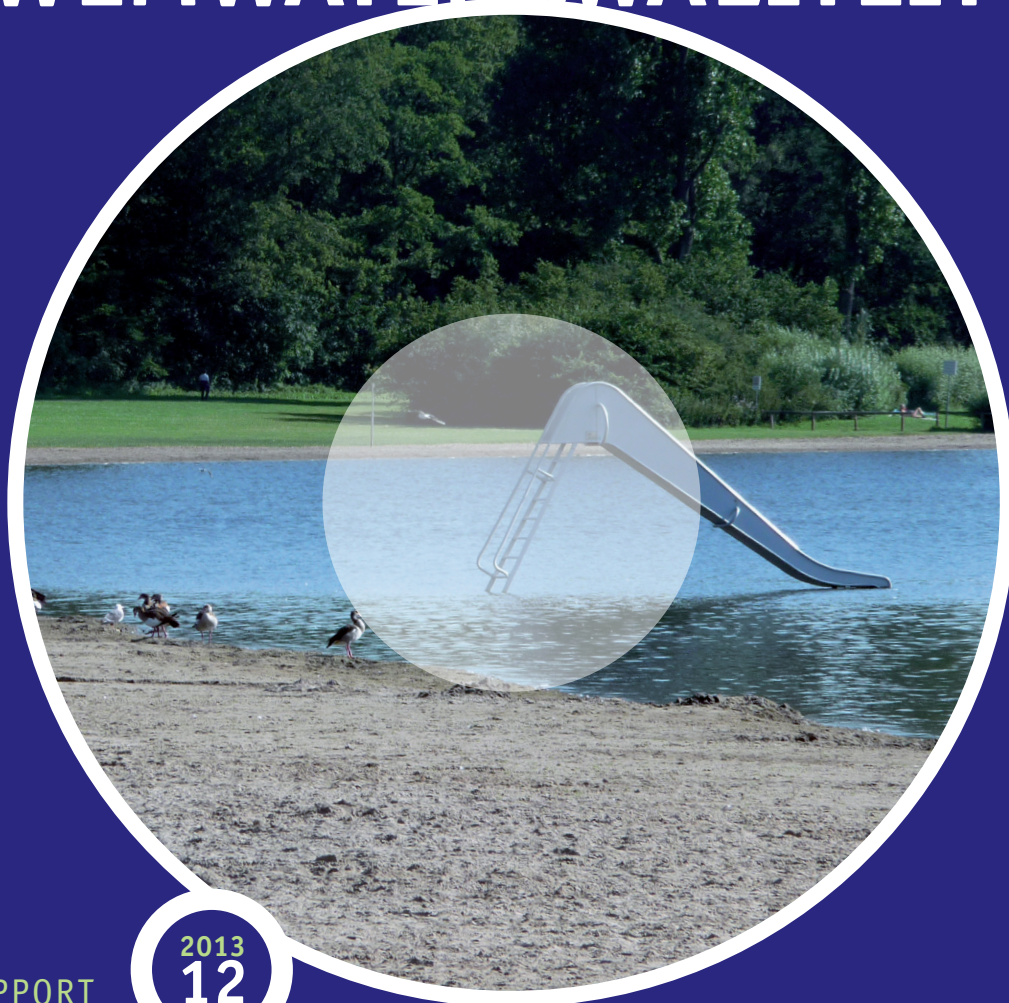


stowa

VELDONDERZOEK IN 20 ZWEMPLASSEN NAAR RELATIES TUSSEN  
AANTALLEN EN SOORTEN WATERVOGELS, WATERPLANTEN, HELDERHEID  
EN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN

# DE INVLOED VAN WATERVOGELS OP DE BACTERIOLOGISCHE ZWEMWATERKWALITEIT



RAPPORT

2013  
12

DE INVLOED VAN WATERVOGELS OP  
DE BACTERIOLOGISCHE ZWEMWATERKWALITEIT

**RAPPORT**

2013

**12**

ISBN 978.90.5773.591.2



Publicaties van de STOWA kunt u bestellen op [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)

# COLOFON

**UITGAVE** Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer  
Postbus 2180  
3800 CD Amersfoort

## AUTEURS

H.J. de Lange (Alterra)  
D.R. Lammertsma (Alterra)  
H. Keizer-Vlek (Alterra)  
M. de Haan (Royal HaskoningDHV)

Het onderzoek is uitgevoerd door Alterra en begeleid door Royal HaskoningDHV (namens STOWA). Alterra en Royal HaskoningDHV zijn opdrachtnemers van STOWA. De volgende tien waterbeheerders en vier provincies hebben deelgenomen in onderzoek:

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Hoogheemraadschap van Delfland, Hoogheemraadschap van Rijnland, Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard, Waternet, Waterschap Brabantse Delta, Waterschap Groot Salland, Waterschap Regge & Dinkel, Waterschap Rivierenland, Wetterskip Fryslân, Provincie Noord-Holland, Provincie Noord-Brabant, Provincie Zuid-Holland, Provincie Overijssel

## KLANKBORDGROEP

Corine van den Berg (Provincie Noord-Holland)  
Eva de Bruin (Waternet)  
Gert van Ee (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier)  
Ciska Schets (RIVM)  
Tessa van der Wijngaart (STOWA)

## FOTO VOORKANT

Kralingse plas, fotograaf: Hanneke Keizer-Vlek

**DRUK** Kruyt Grafisch Adviesbureau  
**STOWA** STOWA 2013-12  
**ISBN** 978.90.5773.591.2

**COPYRIGHT** De informatie uit dit rapport mag worden overgenomen, mits met bronvermelding. De in het rapport ontwikkelde, dan wel verzamelde kennis is om niet verkrijgbaar. De eventuele kosten die STOWA voor publicaties in rekening brengt, zijn uitsluitend kosten voor het vormgeven, vermenigvuldigen en verzenden.

**DISCLAIMER** Dit rapport is gebaseerd op de meest recente inzichten in het vakgebied. Desalniettemin moeten bij toepassing ervan de resultaten te allen tijde kritisch worden beschouwd. De auteurs en STOWA kunnen niet aansprakelijk worden gesteld voor eventuele schade die ontstaat door toepassing van het gedachtegoed uit dit rapport.

# TEN GELEIDE

Nederland kent grote aantallen watervogels die ten minste een deel van hun tijd zijn te vinden op het water. Zij maken geen onderscheid tussen water met een zwemwaterfunctie en water zonder die functie. Voor zwemwater gelden strenge kwaliteitsnormen, die op veel locaties regelmatig worden overschreden. Dat kan worden veroorzaakt door uitwerpselen van watervogels. De relatie tussen watervogels en gemeten concentraties bacteriën is niet eenduidig: grotere aantallen vogels betekent niet altijd dat er ook meer bacteriën in het water worden gevonden. In een uitvoerig onderzochte plas bleek dat ook de helderheid van het water en de begroeiing met waterplanten een rol kunnen spelen. In deze studie is die relatie met helderheid en waterplanten voor twintig locaties onderzocht.

Vier provincies en tien waterschappen hebben een bijdrage geleverd aan het onderzoek. Voor de twintig geselecteerde locaties zijn de concentraties fecale bacteriën en andere waterkwaliteitsparameters (inclusief zwevende stof en helderheid), waterplantenbegroeiing en aantallen en soorten vogels gemonitord. De verzamelde data van alle locaties zijn samengevoegd en geanalyseerd met statistische technieken. Uit het onderzoek blijkt dat in een helder systeem met weinig zwevend stof en veel waterplanten - onafhankelijk van het aantal vogels - lagere concentraties aan fecale bacteriën aanwezig zijn. Blijkbaar overleven fecale bacteriën in een helder systeem korter dan in een troebel systeem.

Als er regelmatig te hoge concentraties bacteriën worden gemeten is het aanpakken van de bron natuurlijk de meest effectieve maatregel. In het geval van watervogels is dat niet zo eenvoudig: vogels hebben meestal een beschermde status en kunnen niet zomaar worden 'verwijderd'. Daarmee is de relevantie van dit onderzoek duidelijk: als de bron niet kan worden aangepakt is het zaak om de leefomstandigheden voor fecale bacteriën in een zwemplas te verslechteren. Dat betekent meer waterplanten, een beter doorzicht en minder zwevend stof. Concrete maatregelen zijn bijvoorbeeld het stimuleren van waterplantengroei, het verwijderen van bodemwoelende vis en het verwijderen of afdekken van een slibrijke bodem. Dergelijke maatregelen zullen de zwemwaterkwaliteit verbeteren en hebben ook een positief effect op de ecologische kwaliteit van het water.



Bas van der Wal  
STOWA

# SAMENVATTING

## ACHTERGROND EN DOEL VAN HET ONDERZOEK

In Nederland zijn ongeveer 700 officiële zwemwaterlocaties in oppervlaktewater, die tenminste tweewekelijks worden gecontroleerd op het voorkomen van de fecale bacteriën *Escherichia coli* (*E. coli*) en intestinale enterococci (IE). Deze bacteriën komen voor in de uitwerpselen van mensen en dieren, en geven een aanwijzing of er ook ziekteverwekkende organismen (virussen, bacteriën, protozoa) in het water zitten. Te hoge concentraties fecale bacteriën met als gevolg overschrijdingen van de zwemwaterkwaliteitsnorm komen in Nederland geregeld voor in zwemplassen. De bron van de fecale bacteriën kan verschillend zijn, bijvoorbeeld afspoeling vanuit de omgeving, watervogels, honden of paarden, zwemmers, of riooloverstorten.

Vogels worden vaak gezien als een belangrijke bron van fecale bacteriën en zijn daardoor een oorzaak van overschrijding van de zwemwaternorm. De concentratie van fecale bacteriën in het water en het mogelijk optreden van een normoverschrijding wordt enerzijds bepaald door de bron (bijv. vogels) en anderzijds door de karakteristieken van het ontvangende water. Het volume van de plas bepaalt in hoeverre er verdunning optreedt. De overlevingsduur van fecale bacteriën in het water hangt af van de weersomstandigheden (temperatuur en zonnestraling). Uit een eerdere studie bleek de hoeveelheid zwevend stof in het water gerelateerd te zijn aan de concentratie *E. coli*<sup>1</sup>, waaruit de hypothese werd geformuleerd dat zwevend stof de overleving van fecale bacteriën in de waterkolom vergroot.

Deze hypothese is gebaseerd op onderzoek in slechts één plas. Het hier beschreven onderzoek heeft daarom als doel om vast te stellen: *Welke eigenschappen van zwemwaterlocaties zijn gerelateerd aan de concentratie E. coli en IE in het water?*

Het onderzoek richt zich op de volgende onderdelen:

- 1 Aantallen watervogels als bron;
- 2 Structuur ecosysteem, met name de aanwezigheid van waterplanten en helderheid van het water, in relatie tot overleving van fecale bacteriën;
- 3 Concentraties fecale bacteriën *E. coli* en IE, en optioneel *Campylobacter* als ziekteverwekker en indicator voor watervogels als bron.

## AANPAK

Vier provincies en tien waterschappen hebben deelgenomen aan deze studie. Voor de studie zijn twintig zwemwaterlocaties geselecteerd waarvan op voorhand duidelijke verschillen in de frequentie van het aantal overschrijdingen van de zwemwaternormen (te hoge concentraties fecale bacteriën) werden verwacht. Alterra heeft bij elke locatie de watervogels geteld en een waterplanteninventarisatie uitgevoerd. De waterschappen hebben een extra *E. coli* en IE meting uitgevoerd en, gedurende het zwemseizoen, de concentratie zwevend stof gemeten. Hiermee werd beoogd om de concentratie van fecale bacteriën te relateren aan de bron (aantallen en soorten vogels) en aan factoren die van invloed zijn op de overleving van fecale bacteriën (zwevend stof, waterplanten, grootte en volume plas). De data van alle locaties zijn vervolgens samengevoegd, en geanalyseerd met correlatie, ordinatie en regressie technieken.

<sup>1</sup> Kleijn, D., & B.G. Meerburg, 2011. Watervogels en fecale bacteriën in de plassen van het Park van Luna. Studie naar relaties en oplossingen. Alterra rapport 2191. 40 pp.

## SYNTHESE RESULTATEN

Deze studie heeft het inzicht verbeterd in de relaties tussen aantallen en soorten watervogels, waterplanten, helderheid en concentraties van fecale bacteriën in zwemplassen. Hieruit kunnen de volgende knelpunten voor een goede bacteriologische zwemwaterkwaliteit worden beschreven.

- *Bron van fecale bacteriën:* Watervogels zijn een bron van fecale bacteriën. Grote aantallen watervogels op een zwemplas geven een vergrote input van fecale bacteriën. Herbivoren zijn in grotere aantallen aanwezig dan carnivoren, en produceren meer feces per etmaal. Carnivoren hebben hogere concentraties bacteriën in hun feces.
- *Overleving in het water:* Of een vergrote input van bacteriën leidt tot verhoogde concentraties in het water, wordt bepaald door de verdunning in het systeem en hoe lang de bacteriën er kunnen overleven. Uit het veldonderzoek blijkt dat in het algemeen een helder systeem met weinig zwevend stof en veel waterplanten lagere concentraties aan fecale bacteriën heeft. Het mechanisme hierachter is waarschijnlijk dat bacteriën in een troebel systeem langer overleven. Uit het veldonderzoek blijkt ook dat diepe plassen in het algemeen lagere concentraties hebben dan ondiepe plassen. Locaties met een grote zwemzone hebben in het algemeen hogere concentraties.
- *Concentratie en bescherming gezondheid zwemmer:* Uit deze studie, gecombineerd met andere studies, blijkt dat de *E. coli* concentratie enorm kan variëren binnen een plas en tussen opeenvolgende dagen. De grote dagelijkse variatie geeft aan dat met name de *E. coli* concentratie een momentopname is, waarbij in een tweewekelijks of maandelijks bemonsteringsschema pieken vaker gemist worden dan gemeten. De huidige wijze van monitoring geeft een goed beeld op de lange termijn, waarbij goede en slechte locaties (de uitersten) goed onderscheiden kunnen worden. De vraag is in hoeverre locaties in het tussengebied goed gekarakteriseerd worden, en of op de korte termijn (“we gaan vandaag zwemmen”) locaties met een overschrijding en dus een risico herkend worden.

## ADVIEZEN VOOR MAATREGELEN

Er bestaan geen generieke maatregelen die geschikt zijn voor alle zwemwaterlocaties met periodieke overschrijdingen van normen voor fecale bacteriën, als gevolg van belasting door vogels. Iedere locatie is anders en vraagt om maatwerkmaatregelen. In de meeste gevallen is de bron (de watervogels) moeilijk aan te pakken. Beheer gericht op het verkorten van de overleving van bacteriën in het water is een betere aanpak. Dat betekent beheer gericht op meer waterplanten, een beter doorzicht en minder zwevend stof. Dergelijke maatregelen verbeteren de zwemwaterkwaliteit en hebben een positief effect op de ecologische kwaliteit van het water.

Mogelijke maatregelen die het ecologisch functioneren van een plas verbeteren en de kans op overschrijdingen van normen voor fecale bacteriën verminderen zijn:

- Stimuleren van de groei van waterplanten; daarbij moet vooral gedacht worden aan waterplanten in de plas buiten de zwemzone. In incidentele gevallen kan ook waterplantengroei in de zwemzone worden toegelaten en kan worden afgezien van maaien in de zwemzone. Als de groei van waterplanten in of nabij zwemwaterzones wordt gestimuleerd is het van belang om alert te zijn op de aanwezigheid van slakjes met zwemmersjeuk veroorzakende cercariën.
- Voorkómen van opwerveling van bodemmateriaal door vis. In sommige gevallen zijn bodemwoelende vissen verantwoordelijk voor het troebel maken en houden van oppervlaktewater. In dergelijke gevallen kan de toestand door actief visbeheer verbeteren.

- Voorkómen van overmatige opwerveling van bodemmateriaal door recreanten. Als er bijvoorbeeld sprake is van een slibbige bodem in de zwemzone die wordt opgewerveld door zwemmers, kan de bodem worden verwijderd tot een diepte waarop een stevigere bodem aanwezig is en/of de bodem worden afgedekt met zand.

# DE STOWA IN HET KORT

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. Dat zijn alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen en de provincies.

De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van inventarisaties van de behoefte bij de deelnemers. Onderzoekssuggesties van derden, zoals kennisinstututen en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonodig aangevuld met andere deskundigen.

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n 6,5 miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 033 - 460 32 00.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 2180, 3800 CD Amersfoort.

Email: [stowa@stowa.nl](mailto:stowa@stowa.nl).

Website: [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl)



## **REFERAAT**

Dit rapport beschrijft de invloed van watervogels op de bacteriologische zwemwaterkwaliteit van twintig zwemplassen. Hiervoor is in twintig zwemplassen veldonderzoek verricht naar relaties tussen aantallen en soorten watervogels, waterplanten, helderheid en concentraties fecale bacteriën. De concentratie zwevend stof en de begroeiing met waterplanten zijn beide factoren die de concentratie van fecale bacteriën beïnvloeden. Beheer gericht op het verbeteren van het doorzicht, verminderen van zwevend stof en bevorderen van waterplanten zal de overleving van fecale bacteriën verkorten. Dergelijke maatregelen zullen de zwemwaterkwaliteit verbeteren en hebben ook een positief effect op de ecologische kwaliteit van het water

## **TREFWOORDEN**

*E. coli*, intestinale enterococci, *Campylobacter*, fecale bacteriën, ziekteverwekkers/pathogenen, watervogels, waterplanten, zwemwaterkwaliteit, bacteriologische kwaliteit.

# DE INVLOED VAN WATERVOGELS OP DE BACTERIOLOGISCHE ZWEMWATERKWALITEIT

## INHOUD

	TEN GELEIDE	
	SAMENVATTING	
	STOWA IN HET KORT	
<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>1</b>
1.1	Leeswijzer rapport	1
1.2	Invloeden op zwemwaterkwaliteit	1
1.3	Watervogels als bron van ziekteverwekkers	2
1.4	Kennis uit Park van Luna	4
1.5	Kennisleemten en onderzoeksdoel	5
<b>2</b>	<b>AANPAK ONDERZOEK</b>	<b>7</b>
2.1	Opzet veldonderzoek	7
2.1.1	Selectie onderzoekslocaties	7
2.1.2	Door Alterra uitgevoerde metingen en tellingen	8
2.1.3	Metingen waterschap	11

<b>3</b>	<b>DATAVOORBEREIDING EN DATA-ANALYSE</b>	<b>12</b>
<b>3.1</b>	Volledigheid dataset	12
<b>3.2</b>	Gebruikte data voor statistische analyse	12
3.2.1	Waterplanten	14
3.2.2	Vogeltellingen	14
3.2.3	<i>E. coli</i> en IE	14
3.2.4	Doorzicht en zwevend stof	14
3.2.5	Weerdata	14
3.2.6	Morfologie zwemplas	15
<b>3.3</b>	Statistische analyses	15
3.3.1	Dataverkenning met correlatie en ordinatie	15
3.3.2	Analyse met regressiemodellen	15
<b>4</b>	<b>RESULTATEN</b>	<b>17</b>
<b>4.1</b>	Metingen per locatie	17
<b>4.2</b>	Samenhang variabelen en locaties	18
4.2.1	Correlatie tussen variabelen	18
4.2.2	Ordinatie van locaties en variabelen	20
<b>4.3</b>	Sturende variabelen voor bacteriologische zwemwaterkwaliteit	21
4.3.1	Dataset 1 met directe koppeling vogels en fecale bacteriën	22
4.3.2	Dataset 2 met vogels en fecale bacteriën in periode	23
4.3.3	Samenvatting uitkomsten regressiemodellen	26
<b>5</b>	<b>SYNTHESE VAN RESULTATEN EN CONCLUSIES</b>	<b>29</b>
<b>5.1</b>	Interpretatie van data-analyse	29
<b>5.2</b>	De rol van zwevend stof in de overleving van fecale bacteriën	32
<b>5.3</b>	Watervogels als bron, vergeleken met andere bronnen van fecale bacteriën	32
<b>5.4</b>	Wat geven de fecale indicatoren aan?	33
<b>5.5</b>	Conclusies	35
<b>5.6</b>	Reflectie op gevolgde methode	35
<b>6</b>	<b>DOORWERKING VAN DE RESULTATEN</b>	<b>36</b>
<b>6.1</b>	Inzicht in knelpunten	36
<b>6.2</b>	Adviezen voor maatregelen	37
<b>6.3</b>	Vervolgonderzoek	37
	<b>LITERATUUR</b>	<b>39</b>

# 1

## INLEIDING

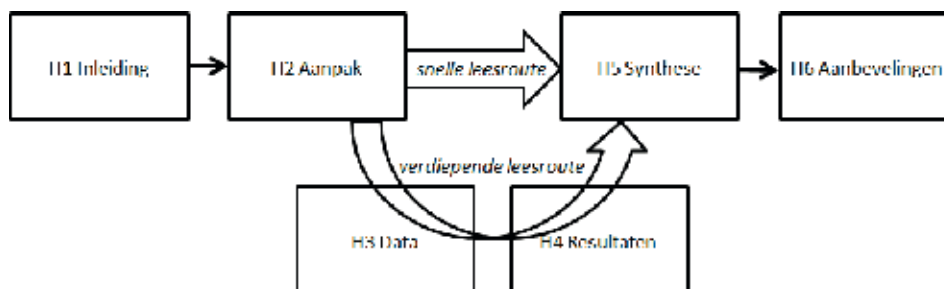
### 1.1 LEESWIJZER RAPPORT

Figuur 1 geeft de samenhang tussen de hoofdstukken weer, en laat twee leesroutes zien, een snelle route en een verdiepende route. De snelle leesroute omvat de hoofdstukken 1, 2, 5 en 6.

- In hoofdstuk 1 wordt de aanleiding en achtergrond van deze studie beschreven.
- De gevolgde onderzoeks aanpak wordt beschreven in hoofdstuk 2.
- Hoofdstuk 3 beschrijft de datavoorbewerking en hoofdstuk 4 de statistische analyse. Deze hoofdstukken zijn bedoeld voor degenen die de achtergrond van de data-analyse willen begrijpen. Overige lezers kunnen deze hoofdstukken overslaan.
- Hoofdstuk 5 geeft een synthese van de resultaten en discussie.
- Hoofdstuk 6 tenslotte geeft de aanbevelingen die uit deze studie volgen.

FIGUUR 1

LEESWIJZER EN SAMENHANG TUSSEN HOOFDSTUKKEN, MET DAARIN AANGEGEVEN DE SNELLE LEESROUTE EN DE VERDIEPENDE LEESROUTE



### 1.2 INVLOEDEN OP ZWEMWATERKWALITEIT

In Nederland zijn ongeveer 700 officiële zwemwaterlocaties, die tussen 1 mei en 1 oktober ten minste tweewekelijks worden gecontroleerd. Bij de controle van de zwemwaterkwaliteit wordt gekeken of de fecale bacteriën *Escherichia coli* (*E. coli*) en intestinale enterococci (IE) in het water zitten. Deze bacteriën komen voor in de uitwerpselen van mensen en dieren. Ze geven een aanwijzing of er ook andere ziekteverwekkende organismen (virussen, bacteriën, protozoa) in het water zitten. Bemonstering en beoordeling zijn vastgelegd in de Europese Zwemwaterrichtlijn. Er zijn vier beoordelingsklassen: uitstekend, goed, aanvaardbaar en slecht.

Te hoge concentraties fecale bacteriën met als gevolg overschrijdingen van de zwemwaterkwaliteitsnorm komen in Nederland geregeld voor. De bron van de fecale bacteriën kan verschillend zijn, bijvoorbeeld afspoeling vanuit de omgeving, watervogels, honden of paarden, zwemmers, lozingen vanuit vuilwatertanks, al dan niet gezuiverd afvalwater van rioolwaterzuiveringen, en/of riooloverstorten. Het beheer ter plekke is ook van invloed op de input van fecale bacteriën in het water, bijvoorbeeld of het strand al dan niet regelmatig wordt geschoond. Elke zwemplas is behandeld in een zwemwaterprofiel, waarin de verschillende verontreinigingsbronnen zijn beschreven.

Behalve fecale bacteriën veroorzaken toxische blauwalgen en zwemmersjeuk vaak problemen in zwemplassen. Deze worden in onderhavige studie niet onderzocht.

### 1.3 WATERVOGELS ALS BRON VAN ZIEKTEVERWEKKERS

Verschillende veldstudies laten zien dat vogels een belangrijke bron van fecale bacteriën kunnen zijn in verschillende typen wateren. Het verjagen van meeuwen van een strand in de Verenigde Staten leidde tot een verbeterde waterkwaliteit: een afname van 665 naar zeventien meeuwen reduceerde *E. coli*- en IE-gehalten in het zwemwater en verminderde het aantal overschrijdingen (Converse et al., 2012). Het verjagen van meeuwen die een drinkwaterreservoir in Schotland als overnachtingsplek gebruikten reduceerde de *E. coli* concentratie in het water (Benton et al., 1983). In een Canadese studie waarin meeuwen juist gelokt werden met voedsel op het strand, bleek dat de fecale coliforme bacterieconcentratie in het water significant toenam bij meer meeuwen op het strand (Levesque et al., 1993). In een veldstudie in Oostenrijk, waarin het aantal uitwerpselen op het strand werd geteld, bleek dat dit een betere relatie met de *E. coli*- en IE-concentraties in het water gaf, dan aantallen watervogels (eenden, ganzen, meeuwen en steltlopers) (Kirschner et al., 2004).

Uit deze studies blijkt dat watervogels een belangrijke bron kunnen zijn van fecale bacteriën. Verschillende factoren in het besmettingsgevaar van zwemwater door watervogels kunnen hierin worden onderscheiden (Alderisio & DeLuca, 1999; Kleijn & Meerburg, 2011):

- de aanwezige vogels (soort en aantallen);
- de concentratie fecale indicator bacteriën en ziekteverwekkers in de uitwerpselen;
- de hoeveelheid uitwerpselen die een soort produceert per tijdseenheid;
- de locatie waar de uitwerpselen worden gedeponneerd;
- de duur van het verblijf.

Dit zijn allemaal factoren die de input van fecale bacteriën in het water beschrijven -en daarmee watervogels als bron van ziekteverwekkers. Of er daaropvolgend een normoverschrijding voor *E. coli* of IE optreedt, hangt af van de karakteristieken van het zwemwater. Het volume van de plas bepaalt in hoeverre er verdunning optreedt. De overlevingsduur van fecale bacteriën in het water hangt af van onder andere weersomstandigheden en lijkt ook te worden beïnvloed door de hoeveelheid zwevend stof in het zwemwater. Dit wordt in paragraaf 1.4 verder behandeld.

### CONCENTRATIES VAN FECALE BACTERIËN IN FECES

De meeste aandacht in het onderzoek naar bacteriën in feces van watervogels gaat uit naar de indicatoren *E. coli* en IE. Deze bacteriën zijn zelf geen ziekteverwekkers, maar worden gebruikt als indicator voor de aanwezigheid van feces in het water en daarmee de mogelijke aanwezigheid van ziekteverwekkers. Het vóórkomen (prevalentie = percentage vogels dat besmet is) en de concentratie in de feces verschilt tussen soorten en tussen bacteriën. Tabel 1 geeft een overzicht van de prevalentie en concentratie van de meest voorkomende fecale indicatoren en ziekteverwekkers bij watervogels. Hieruit blijkt dat het vóórkomen van *E. coli* bij de onderzochte soorten varieert tussen meer dan de helft (wilde eend en ganzen) tot bijna alle vogels (meeuwen, meerkoet, zwarte zwaan). De *E. coli*-concentratie verschilt aanzienlijk tussen soorten en wordt in belangrijke mate bepaald door de voedselkeuze van de soort. De maximale concentratie *E. coli* is het hoogst in omnivore meeuwen, en lager in grotendeels (meerkoet) en volledig (ganzen en zwarte zwaan) herbivore soorten.

In een beperkt aantal studies is het voorkomen van andere ziekteverwekkers onderzocht. *Campylobacter* wordt aangetroffen in de feces van één derde tot de helft van alle vogels. De prevalentie van de andere ziekteverwekkers is veel lager, tussen de 0 en 5 %. Met uitzondering van *Cryptosporidium* die in de feces van één ganzensoort (Grote Canadese gans) bij 64 % van de individuen kan voorkomen.

Zoals blijkt uit tabel 1 komt er de laatste jaren steeds meer kennis beschikbaar, maar er bestaan nog veel hiaten in de kennis. Verder moet bij de interpretatie van tabel 1 rekening worden gehouden met mogelijke geografische verschillen in prevalentie en concentraties.

**TABEL 1** PREVALENTIE EN CONCENTRATIE VAN DE BELANGRIJKSTE FECALE INDICATOREN EN ZIEKTEVERWEKKERS IN FECES VAN WATERVOGELS.  
N.G. = NIET GEMETEN, # IS CONCENTRATIE PER DROOGGEWICHT

Groep/soort	Fecale indicator of ziekteverwekker	Prevalentie (%)	Concentratie range (aantal/gram versgewicht feces)	Referenties
meeuwen	<i>E. coli</i>	90 - 100	$8,7 * 10^4 - 1,9 * 10^9$	Gould & Fletcher, 1978 Levesque et al., 1993 Alderisio & DeLuca, 1999 Fogarty et al., 2003 Nelson et al., 2008 Moriarty et al., 2011 Alderisio & DeLuca, 1999
ganzen	<i>E. coli</i>	63 - 100	$1,5 * 10^4 - 8,8 * 10^6$	Meerburg et al., 2011 Moriarty et al., 2011
Wilde eend	<i>E. coli</i>	50 - 95	$9,5 * 10^7$	Fallacara et al., 2001 Fallacara et al., 2004 Moriarty et al., 2011
Meerkoet	<i>E. coli</i>	100	$1 * 10^7$	Meerburg et al., 2011
Zwarte zwaan	<i>E. coli</i>	94	$1,9 * 10^6$	Moriarty et al., 2011
meeuwen	IE	91 - 99	$2 * 10^4 - 2,4 * 10^8$ # $10^4 - 10^8$	Fogarty et al., 2003 Moriarty et al., 2011
ganzen	IE	98	$2,5 * 10^4$	Wright et al., 2009 Moriarty et al., 2011
eenden	IE	100	$1,01 * 10^8$ # $10^4 - 10^7$	Moriarty et al., 2011 Wright et al., 2009
Zwarte zwaan	IE	79	$1,1 * 10^6$	Moriarty et al., 2011
meeuwen	<i>Campylobacter</i>	59	$7,7 * 10^2$	Moriarty et al., 2011
ganzen	<i>Campylobacter</i>	32 - 52	$4,8 * 10^3$	Kassa et al., 2001 Fallacara et al., 2001 Fallacara et al., 2004 Moriarty et al., 2011
Wilde eend	<i>Campylobacter</i>	29 - 40	59	Fallacara et al., 2001 Fallacara et al., 2004 Moriarty et al., 2011
Zwarte zwaan	<i>Campylobacter</i>	45	$2,0 * 10^2$	Moriarty et al., 2011 Moriarty et al., 2011
meeuwen	<i>Salmonella</i>	0 - ?	$4,1 * 10^3$	Levesque et al., 1993 Moriarty et al., 2011
ganzen	<i>Salmonella</i>	0 - 2	n.g.	Fallacara et al., 2004 Moriarty et al., 2011
Wilde eend	<i>Salmonella</i>	0 - 1	n.g.	Fallacara et al., 2001 Fallacara et al., 2004 Moriarty et al., 2011
Zwarte zwaan	<i>Salmonella</i>	0	0	Moriarty et al., 2011 Moriarty et al., 2011
meeuwen	<i>Clostridium</i>	n.g.	$18 - 8,8 * 10^2$	Gould & Fletcher, 1978
meeuwen	<i>Cryptosporidium</i>	0	n.g.	Moriarty et al., 2011
ganzen	<i>Cryptosporidium</i>	5 - 64	n.g.	Kassa et al., 2001 Zhou et al., 2004
Wilde eend	<i>Cryptosporidium</i>	1,3	n.g.	Moriarty et al., 2011 Moriarty et al., 2011
Zwarte zwaan	<i>Cryptosporidium</i>	2,5	n.g.	Moriarty et al., 2011

### HOEVEEL FECES PRODUCEERT EEN VOGEL?

Behalve de concentratie wordt de vracht aan fecale bacteriën bepaald door de hoeveelheid (massa) per uitwerpsel en het aantal uitwerpselen per tijdseenheid (bijvoorbeeld etmaal). De combinatie van deze twee factoren bepaalt de totale massa aan uitwerpselen per tijdseenheid. Deze factoren verschillen tussen soorten. Over het algemeen produceren herbivoren meer uitwerpselen dan carnivoren. Het gewicht per uitwerpsel is bij meeuwen in de orde grootte 0,2 tot 0,5 g versgewicht (Alderisio & DeLuca, 1999; Hahn et al., 2007), bij eenden en ganzen in de orde grootte 2 tot 8 g versgewicht (Alderisio & DeLuca, 1999; Murphy et al., 2005).

Inschatting van de productie per etmaal is 336 g voor eenden, 250 g voor de Canadese gans, 50 g voor meeuwen, en 418 g voor de zwarte zwaan (Moriarty et al., 2011). Andere studies schatten de fecale productie per etmaal voor meeuwen in als 10 tot 24 g (Hahn et al., 2007), of 14,4 g (Gould & Fletcher, 1978), en de fecale productie per etmaal voor ganzen als 160 g (Manny et al., 1975). Op basis van deze verschillende studies kunnen de verschillende vogelsoorten en -groepen als volgt geordend worden op productie per etmaal van laag naar hoog: meeuwen < ganzen < eenden. Ook per etmaal produceren herbivoren meer uitwerpselen dan carnivoren.

### WAAR POEPEN DE VOGELS?

Watervogels houden zich in het algemeen op nabij de overgang van land naar water (Kleijn & Meerburg, 2011). Vooral meerkoeten, ganzen en meeuwen gebruiken zwemstranden in grote aantallen als rustplaats. Over het poepgedrag van watervogels is weinig bekend. Het dieet van meeuwen is zeer variabel door hun opportunistische foerageergedrag, waardoor de bacteriële samenstelling van de uitwerpselen varieert (soorten en gehalten) als ook de locatie waar uitwerpselen worden gedeponeerd variabel is. Ganzen poepen vooral tijdens het foerageren, hetgeen ze voornamelijk op het land doen. Ze produceren ca. iedere vijf minuten een keutel (Owen, 1971). De aantallen keutels zijn het hoogst op vegetaties met een hoog eiwitgehalte en een goede verteerbaarheid, de bulk van de keutels wordt daardoor niet op het strand gedeponeerd (Loonen & Bos, 2003). Van de meerkoet is onvoldoende informatie beschikbaar over hun gedrag. Meerkoeten foerageren op het water en poepen dus naar verwachting daar (Kleijn & Meerburg, 2011).

## 1.4 KENNIS UIT PARK VAN LUNA

In 2010 en 2011 is door Alterra onderzoek gedaan naar het vóórkomen van fecale bacteriën in de plassen van het Park van Luna, in relatie tot het zoeken naar (inrichtings)maatregelen om natuur en recreatie duurzaam met elkaar te verbinden (Kleijn et al., 2010; Kleijn & Meerburg, 2011). De resultaten van dit onderzoek suggereren dat de kans op te hoge concentraties fecale bacteriën (resultierend in overschrijdingen van de zwemwaterkwaliteitsnormen) wordt beïnvloed door een combinatie van het vóórkomen van watervogels en de aanwezigheid van zwevend stof ('onopgeloste bestanddelen') in de waterkolom. Deze relatie verloopt in twee stappen:

- 1 Watervogels zorgen voor aanvoer van fecale bacteriën in de waterkolom;
- 2 Zwevend stof vergroot de overleving van fecale bacteriën in de waterkolom.

Ad 2) De relatie tussen zwevend stof en verminderde inactivatie van fecale bacteriën kan via twee verschillende werkingsmechanismen verlopen. Ten eerste dringt bij een hogere concentratie zwevend stof het zonlicht minder ver door in het water. Zonlicht, en met name het ultraviolette deel van de straling, is een belangrijke factor voor inactivatie van fecale bacte-

riën (Whitman et al., 2004; Deller et al., 2006). UV-straling dooft sneller uit dan het zichtbare zonlicht: de uitdoving vindt plaats in gemiddeld één tot enkele decimeters, afhankelijk van de helderheid van het water (de Lange, 1999). Uit een Amerikaanse studie (Noble et al., 2004) blijkt dat op zonnige dagen het tijdstip van monstereisen van invloed is op de gemeten concentratie *E. coli*. Op bewolkte dagen was er nauwelijks verschil in *E. coli*-concentratie tussen ochtend en middag. De hoogste concentratie is in de ochtend; zonlicht inactiverend de *E. coli*, wat resulteert in een lagere concentratie in de middag (Noble et al., 2004).

Ten tweede kan het hechten van *E. coli*-bacteriën aan zwevend stof een beschermend effect hebben. Fecale bacteriën overleven langer in het sediment dan vrij in het water (Howell et al., 1996). Met name fijne kleideeltjes met een groot oppervlak bieden bescherming tegen factoren zoals UV-straling, zout, toxische effecten en predatie door bacteriofagen (Kleijn et al., 2010). De fractie *E. coli* gebonden aan zwevend stof kan variëren tussen 10 en 90 %, afhankelijk van de weersomstandigheden en onder welke omstandigheden het zwevend stof is gemeten (Pachepsky & Shelton, 2011). De concentratie zwevend stof is over het algemeen negatief gerelateerd aan de bedekking van de bodem van een plas met waterplanten (Scheffer, 1998). Meer waterplanten zorgen voor een betere vastlegging van de bodem, waardoor er minder slibdeeltjes vanaf de bodem opwervelen en het zonlicht dieper kan doordringen. Daarnaast komt in plassen met veel waterplanten minder algenbloei voor, wat ook de helderheid van het water positief beïnvloedt (Scheffer, 1998).

## 1.5 KENNISLEEMTEN EN ONDERZOEKSDOEL

De hypothese dat er een relatie bestaat tussen de aanwezigheid van watervogels, de concentratie zwevend stof en de bacteriologische zwemwaterkwaliteit is gebaseerd op onderzoek in slechts één plas (Kleijn & Meerburg, 2011). Voordat hierop beleid kan worden geformuleerd of maatregelen kunnen worden uitgevoerd, is het belangrijk om de robuustheid van deze relatie te toetsen in een groter aantal Nederlandse zwemwateren. Het hier beschreven onderzoek heeft daarmee tot doel om vast te stellen:

*Welke eigenschappen van zwemwaterlocaties zijn gerelateerd aan de concentraties *E. coli* en IE in het water?*

Het onderzoek richt zich nadrukkelijk op de rol die watervogels spelen bij de problematiek van fecale bacteriën en zwemwaterkwaliteit, het analyseren of watervogels een oorzaak zijn van *E. coli*-overschrijdingen, en de invloed die andere fysisch-chemische en ecologische waterkwaliteitsaspecten hebben op de concentratie fecale bacteriën. Een belangrijke reden daarvoor is dat bij beheerders van zwemwateren veelal de wens bestaat om (grote aantallen) watervogels en goede zwemwaterkwaliteit samen te laten gaan. In het onderzoek is ook de informatie uit de beschikbare zwemwaterprofielen over andere mogelijke bronnen betrokken. Het onderzoek richt zich op de volgende onderdelen:

- 1 Aantallen watervogels als bron;
- 2 Structuur ecosysteem, met name de aanwezigheid van waterplanten en helderheid van het water in relatie tot overleving van fecale bacteriën;
- 3 Concentraties fecale bacteriën *E. coli* en IE, en optioneel *Campylobacter* als ziekteverwekker en indicator voor watervogels als bron.

De relatie tussen de aantallen watervogels, de concentratie zwevend stof en de frequentie van overschrijdingen van de zwemwaterkwaliteitsnorm biedt mogelijkheden om te voorspellen in welk type zwemplassen (groot of klein, waterplanten of geen waterplanten, wel of geen grote aantallen watervogels, enz.) de kans groot is dat zich overschrijdingen zullen voordoen.



Als aannemelijk is dat vogels een belangrijke bron van fecale verontreiniging zijn is het lang niet altijd mogelijk of wenselijk om de bron (de vogels dus) aan te pakken. Het is daarom een pré als de inzichten uit deze studie kunnen worden gebruikt om duurzame maatregelen te treffen die regelmatige overschrijdingen van zwemwaternormen door hoge concentraties fecale bacteriën tegengaan, zonder dat ingegrepen hoeft te worden in het vóórkomen van watervogels. Dit is wenselijk als we het voorkomen van hoge aantallen watervogels duurzaam willen laten samengaan met een zwemwaterkwaliteit die voldoet aan de Europese richtlijnen.

# 2

## AANPAK ONDERZOEK

### 2.1 OPZET VELDONDERZOEK

#### 2.1.1 SELECTIE ONDERZOEKSLOCATIES

Voor de studie zijn twintig zwemwaterlocaties geselecteerd waarvan op voorhand duidelijke verschillen in de frequentie van het aantal overschrijdingen van de zwemwaternormen (te hoge concentraties fecale bacteriën) werden verwacht. Deze selectie heeft een bias richting locaties waar overschrijdingen plaatsvinden, maar omvat ook locaties met een goede bacteriologische zwemwaterkwaliteit. Bemonstering van zo'n groot aantal locaties is nodig omdat de relatie tussen de concentratie fecale bacteriën en een groot aantal verklarende variabelen onderzocht moet worden. Het overzicht van deelnemende waterbeheerders en provincies is gegeven in tabel 2, de ligging van de locaties in figuur 2.

FIGUUR 2 OVERZICHT VAN DE ONDERZOCHE ZWEMPLASSEN



De selectie van de plassen is door het projectteam in overleg met de betrokken waterbeheerders en begeleidingscommissie gemaakt. De waterbeheerders hebben een voorselectie gemaakt van plassen waar de meeste basisvariabelen standaard worden gemeten. Bij de uiteindelijke selectie zijn plassen geselecteerd met frequente aanwezigheid van watervogels, waar de waterkwaliteitsnorm voor fecale bacteriën regelmatig wordt overschreden en plassen waar dat niet het geval is. Op alle locaties worden gegevens verzameld van de variabelen die van invloed zijn op het doorzicht en de hoeveelheid zwevende stof, zie tabel 3.

**TABEL 2** OVERZICHT DEELNEMENDE WATERSCHAPPEN EN PROVINCIES, EN DE ONDERZOCHE LOCATIES

Waterschap/provincie	Locatie
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	Park van Luna 't Skarpet
Hoogheemraadschap van Delfland	Prinsenbos Wilhelminapark
Hoogheemraadschap van Rijnland	Droompark Buitenhuizen Toolenburgerplas
Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard	Kralingse plas Krimpenerhout
Waternet	Maarsseveense plas Sloterplas
Waterschap Brabantse Delta	Binnenschelde Westpolderplas
Waterschap Groot Salland	Agnietenplas
Waterschap Regge & Dinkel	Lageveld
Waterschap Rivierenland	Groene Heuvels Rijkerswoerdse plassen De Rotonde Walburgen
Wetterskip Fryslân	De Heide De Welle
Provincie Noord-Brabant	
Provincie Noord-Holland	
Provincie Zuid-Holland	
Provincie Overijssel	

### 2.1.2 DOOR ALTERRA UITGEVOERDE METINGEN EN TELLINGEN

Tussen 4 juni en 28 augustus 2012 zijn de locaties uit tabel 2 bezocht. Alterra heeft watervogeltellingen uitgevoerd, waterplanten geïnventariseerd en het doorzicht bepaald (Tabel 3).

#### WATERVOGELTELLINGEN

Om een directe relatie tussen watervogeltelling en bacteriemeting te kunnen onderzoeken moeten deze in de tijd kort op elkaar uitgevoerd zijn, aangezien fecale bacteriën slechts enkele dagen kunnen overleven. Om praktische redenen is ervoor gekozen om de waterschappen een extra *E. coli*-bemonstering en -meting uit te laten voeren, afgestemd op de watervogeltelling. Het aantal watervogels op en rond de plas is drie keer geteld binnen een periode van maximaal zeven (meestal drie) dagen voorafgaande aan de extra *E. coli*-meting. Door drie keer te tellen is een nauwkeurig beeld verkregen van de aantallen vogels. Het tellen is uitgevoerd met behulp van een kijker en telescoop. De aantallen per soort zijn per deelgebied in kaart gebracht. Voor alle zwemwateren betreft dit de aantallen in de oeverzone en zwemzone en - afhankelijk van de grootte van het zwemwater - op (deelgebieden van) de hele plas. De derde telling is tegelijk met de waterplanteninventarisatie uitgevoerd vanuit het bootje. De watervogeltellingen zijn in de tijd door twee deskundigen uitgevoerd, volgens deze standaard aanpak.

## WATERPLANTEN INVENTARISATIE

Tussen 6 juni en 1 augustus zijn opnames gemaakt van de waterplantenbedekking in de twintig zwemplassen. Per locatie is een eenmalige vegetatie-opname gemaakt, gecombineerd met één van de watervogeltellingen. De verwachting is dat deze eenmalige opname een goed beeld geeft van de structuur van het watersysteem gedurende het hele zwemseizoen, aangezien de aanwezigheid van waterplanten relatief constant is gedurende de zomer. De opname omvat de bedekkingspercentages per groeivorm. De metingen zijn uitgevoerd door steeds dezelfde deskundige, volgens het hier volgende standaardprotocol.

In alle plassen is de zwemzone geïnventariseerd door deze in verschillende lijnen loodrecht op het strand (transecten) te bevaren/lopen, tot de ballenlijn die de grens van de zwemzone markeerde. Het aantal transecten was afhankelijk van het patroon en de homogeniteit van de vegetatie. Bij bodemzicht is er visueel geïnventariseerd met behulp van een onderwaterkijker (bathyscoop). Indien er geen bodemzicht bestond, is gebruik gemaakt van een (werp)hark waarbij, op regelmatige afstand, de vegetatie is bemonsterd. De benodigde bemonsteringsintensiteit was afhankelijk van het patroon en de homogeniteit van de vegetatie. Op basis van de hoeveelheid opgeharkte vegetatie is een inschatting gemaakt van de bedekking.

De strategie voor inventarisatie van de waterplanten buiten de zwemzone was afhankelijk van de grootte van de plas:

- Kleine plassen zijn volledig geïnventariseerd;
- Grote plassen zijn gedeeltelijk geïnventariseerd.

In tabel 4 staat aangegeven welke plassen als 'klein' c.q. 'groot' zijn beschouwd. In de kleine plassen is de keuze van de vaarroute gebaseerd op de karakteristieken van de plas (o.a. diepteprofiel) en de zichtbare vegetatiepatronen. In principe is in banen over de gehele plas gevaren van oever tot oever, of van oever tot de ondergrens van het begroeibaar areaal.

In de grote plassen zijn vanuit de boot transecten bemonsterd, loodrecht op de zwemzone. Het aantal transecten was afhankelijk van de benodigde inspanning (bepaald door de zichtdiepte, diepteprofiel en de grootte van de zwemzone) en indien mogelijk door het patroon en de homogeniteit van de vegetatie. De transecten liepen in diepe plassen tot de ondergrens van het begroeibaar areaal. In ondiepe plassen was de lengte van de transecten afhankelijk van de benodigde inspanning en mogelijk door het patroon en de homogeniteit van de vegetatie. Indien de vegetatie niet met het oog of de bathyscoop kon worden waargenomen, is op regelmatige afstand in drie richtingen de werphark uitgegooid. Op basis van de hoeveelheid opgeharkte vegetatie is een inschatting gemaakt van de bedekking.

Zowel binnen als buiten de zwemzone zijn de volgende aspecten van de waterplantenvegetatie geïnventariseerd:

- % totale bedekking met waterplanten;
- % bedekking ondergedoken waterplanten (waarbij onderscheid is gemaakt tussen kranswieren en overige vegetatie);
- % bedekking drijvende waterplanten (waarbij onderscheid is gemaakt tussen kroos/drijf-laag wieren en overige vegetatie);
- % vulling waterkolom met waterplanten;
- % oever met helofyten (incl. gemiddelde breedte van deze strook).

In de zwemplassen Groene Heuvels, Rijkerswoerd en Toolenburg zijn op twee locaties opnames gemaakt van de waterplanten overeenkomstig met de punten voor *E. coli*-bemonstering. In deze plassen bestond, naast het officiële zwemstrand, ook een onofficieel zwemstrand. In de plassen Toolenburg en Rijkerswoerd is op de tweede locatie alleen de zwemzone geïnventariseerd. In de Groene Heuvels is op beide locaties zowel binnen als buiten de zwemzone geïnventariseerd, waarbij één locatie is ingedeeld als 'groot' en één locatie als 'klein' (zie Bijlage 2).

Van alle zwemplassen is een inschatting gemaakt van de bedekking van de gehele plas. Op basis van de bedekkingen binnen en buiten de zwemzone en zijn de plassen ingedeeld in zeven categorieën (ordinale schaal), naar oplopende dekking (1 = lage bedekking, 7 = hoge bedekking). Dit wordt in de analyses vegetatierang genoemd.

### METING DOORZICHT

Vanuit het bootje is een aantal (één tot drie) Secchi-doorzichtmetingen verricht waarmee het gemiddelde doorzicht is bepaald. De metingen zijn in het midden van de plas verricht, representatief voor de hele plas. Het doorzicht kan veel variatie vertonen gedurende het zwemseizoen. Deze eenmalige meting is erop gericht om het directe verband tussen doorzicht, zwevend stof, en *E. coli*-concentratie te onderzoeken.

TABEL 3 GEMETEN VARIABELEN OP DE ZWEMWATERLOCATIES

Variabele	Reden	Uitvoerende	Meetperiode
Concentratie <i>E. coli</i>	Overschrijden norm	Waterschap	Gehele zwemseizoen; plus eenmalig extra afgestemd op watervogeltellingen
Concentratie intestinale enterococci	Overschrijden norm	Waterschap	Gehele zwemseizoen; plus eenmalig extra afgestemd op watervogeltellingen
Concentratie <i>Campylobacter</i>	Ziekteverwekker die door watervogels verspreid wordt	Waterschap	Gehele zwemseizoen; plus eenmalig extra afgestemd op watervogeltellingen. Optioneel
Grootte en ligging Diepte Ouderdom Bodemtype	Grootte, ligging, diepte en bodemtype bepalen hoe veel invloed de wind heeft op resuspensie	Waterschap	Gegevens zijn beschreven in het zwemwaterprofiel
Zwevend stof	Beïnvloedt het doorzicht en inactivatie <i>E. coli</i>	Waterschap	Gedurende gehele zwemseizoen
Asgewicht = slib	Maat voor aandeel slib in onopgeloste bestanddelen	Waterschap	Gedurende gehele zwemseizoen
Asvrijdrooggewicht = alg (levend en dood)	Maat voor aandeel alg (levend en dood) in onopgeloste bestanddelen	Waterschap	Gedurende gehele zwemseizoen
Watervogels	Input van <i>E. coli</i>	Alterra	Veldtelling drie keer voorafgaand aan extra <i>E. coli</i> meting
Waterplanten bedekking	Waterplanten versterken het evenwicht van helder water met stevig sediment	Alterra	Eenmalige veldinventarisatie
Doorzicht Secchi	Geeft aan hoe diep het licht doordringt, is mogelijk gecorreleerd met concentratie onopgeloste bestanddelen maar makkelijker te meten	Alterra	Eenmalige veldmeting, gelijk met waterplanten inventarisatie

TABEL 4

OVERZICHT PER ZWEMPLAS VAN DE DATUM WAAROP DE BEDEKKING MET WATERPLANTEN IS OPGENOMEN  
EN DE INDELING VAN DE PLAS NAAR GROOTTE IN VERBAND MET DE BEMONSTERINGSSTRATEGIE

Naam zwemplas	Datum inventarisatie	Indeling naar grootte
Park van Luna	6 juni 2012	groot
't Skarpet	6 juni 2012	klein
Toolenburgerplas	12 juni 2012	groot
Droompark Buitenhuisen	12 juni 2012	klein
Maarsseveense plas	14 juni 2012	groot
Sloterplas	14 juni 2012	groot
Binnenschelde	21 juni 2012	groot
Westpolderplas	21 juni 2012	klein
Prinsbos	22 juni 2012	klein
Wilhelminapark	22 juni 2012	klein
De Groene Heuvels 1	12 juli 2012	groot
De Groene Heuvels 2	12 juli 2012	klein
De Ronde	12 juli 2012	klein
De Welle	18 juli 2012	klein
De Heide	18 juli 2012	groot
Kralingseplas	23 juli 2012	groot
Krimpenerhout	23 juli 2012	klein
Rijkerswoerdse plassen	26 juli 2012	groot
Walburgen	26 juli 2012	klein
Lageveld	1 augustus 2012	klein
Agnietenplas	1 augustus 2012	klein

### 2.1.3 METINGEN WATERSCHAP

Aanvullend op de standaard zwemwaterbemonstering per locatie is met elk deelnemend waterschap afgesproken dat deze de volgende aanvullende metingen zou uitvoeren.

#### ZWEVEND STOF

De hoeveelheid zwevend stof bepaalt naar verwachting de overleving van fecale bacteriën in het water (zie ook Deller et al., 2006 en Pachepsky & Shelton, 2011). Naast het totale gehalte (mg/l) kunnen metingen van het asgewicht (= anorganische sediment deeltjes) en asvrij drooggewicht (= organische algen deeltjes), gedurende het zwemseizoen informatie leveren over de samenstelling van het zwevend stof. De bemonstering van het zwevend stof wordt in combinatie met de standaard zwemwater bemonsteringen uitgevoerd. De analyse van asgewicht en asvrij drooggewicht is volgens NEN-EN 872:2005.

#### ADDITIONELE *E. COLI*- EN IE-METING

Voor het onderzoek wordt één extra bemonstering voor *E. coli* en IE uitgevoerd, op de standaardmeetpunten per locatie binnen een dag na de laatste vogeltelling.

#### OPTIONEEL *CAMPYLOBACTER* METINGEN

*Campylobacter* is een veel voorkomende ziekteverwekker die door watervogels wordt verspreid. Daarom is de waterschappen verzocht *Campylobacter* te meten gedurende het zwemseizoen. Door resultaten van deze metingen te vergelijken met de concentraties *E. coli* en IE kan de invloed van de watervogels als bron worden bestudeerd.

# 3

## DATAVOORBEREIDING EN DATA-ANALYSE

*Dit hoofdstuk beschrijft de datavoorbewerking en de uitgevoerde statistische analyses met de dataset. Het is een methodisch hoofdstuk wat bedoeld is voor de geïnteresseerde waterschapper en onderzoeker.*

### 3.1 VOLLEDIGHEID DATASET

Aan de waterschappen is verzocht om een aantal additionele metingen uit te voeren. Tabel 5 geeft een overzicht van de door de waterschappen verzamelde data voor dit onderzoek. Uit de tabel blijkt dat niet alle metingen overal zijn verricht. De volgende metingen ontbreken:

- De extra bemonstering door het waterschap is niet verricht bij Krimpenerhout (verwisseling locatie), en bij Prinsenbos en Wilhelminapark;
- IE is niet extra gemeten in het Lageveld;
- *Campylobacter* ontbreekt op tien locaties. Deze meting is optioneel door de waterschappen uitgevoerd;
- Zwevend stof ontbreekt op zeven locaties, terwijl gloeirest op nog eens vijf locaties niet is gemeten. Voor de meeste locaties ontbrak de extra meting, en was het zwevend stof bij de standaard bemonstering wel gemeten. Ontbrekende waarden zijn geschat op basis van doorzicht-zwevend stof relatie. Door het ontbreken van de gloeirest op de meeste locaties, kan er in de data-analyse geen onderscheid gemaakt worden tussen opgewerveld sediment (het anorganische deel) en algen (het organische deel).

### 3.2 GEBRUIKTE DATA VOOR STATISTISCHE ANALYSE

Vanwege het ontbreken van veel van de extra metingen is gekozen voor de volgende, aangepaste, aanpak voor de data-analyse. Er zijn twee datasets opgesteld. Dataset 1 maakt alleen gebruik van de extra metingen, waarbij een directe koppeling kan worden gelegd met de watervogeltellingen. Hiervoor zijn negentien meetpunten op zeventien locaties beschikbaar. Daarnaast hebben we een tweede dataset gemaakt die gebruik maakt van alle meetgegevens. Het gaat om een dataset met in totaal 23 meetpunten op twintig locaties. Hiervoor is de aanname gemaakt dat de getelde watervogels representatief zijn voor een langere periode. Deze aanname wordt ondersteund door 1) de geringe dag-tot-dag-variatie in de drie tellingen in onderhavig onderzoek, en 2) waarnemingen uit het onderzoek in het Park van Luna waar relatief lage constante aantallen vogels aanwezig waren rondom de broedperiode (februari-augustus), waarna de aantallen snel toenamen en piekten in december en januari (Kleijn & Meerburg, 2011). Tabel 6 geeft een overzicht van het aantal gebruikte metingen per locatie.

**TABEL 5** UITGEVOERDE EXTRA METINGEN DOOR DE WATERSCHAPPEN. IE = INTESTINALE ENTEROCOCCEN, ZS = ZWEMEND STOF; GR = GLOEIREST.  
GROEN (+): GEMETEN, ROOD: NIET GEMETEN

Locatie	Meetpunt code waterschap	<i>E. coli</i>	IE	<i>Campylobacter</i>	ZS	GR
Agnietenplas	lag12	(+)	(+)		(+)	(+)
Binnenschelde	830.001	(+)	(+)			
Droompark Buitenhuizen	ROP30914	(+)	(+)	(+)	(+)	
De Groene Heuvels 1	162					
De Groene Heuvels 2	162b	(+)	(+)			
De Heide	9001	(+)	(+)	(+)	(+)	
Kralingse plas	00128	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Krimpenerhout						
Lageveld 1	13-701	(+)		(+)	(+)	(+)
Lageveld 2	13-702	(+)		(+)	(+)	(+)
Park van Luna	3N0601	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Maarsseveense plas	PMW007	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Prinsenbos	OW015-05					
Rijkerswoerdse plassen	0204A	(+)	(+)			
De Rotonde	205	(+)	(+)			
't Skarpet	86001	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Sloterplas	SBI017	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Toolenburgerplas 1	ROP180116	(+)	(+)	(+)	(+)	
Toolenburgerplas 2	ROP180147	(+)	(+)	(+)	(+)	
Walburgen	208	(+)	(+)			
De Welle	0813	(+)	(+)	(+)	(+)	
Westpolderplas	202.603	(+)	(+)			
Wilhelminapark	412-29					

**TABEL 6** AANTAL METINGEN GEBRUIKT IN DATASET2 UIT REGULIERE EN ADDITIONELE BEMONSTERINGEN

Locatie	zwevend stof	<i>E. coli</i>	IE	<i>Campylobacter</i>
Agnietenplas	1	5	3	
Binnenschelde	3	4	4	
Droompark Buitenhuizen	5	5	5	1
De Groene Heuvels 1	4	4	4	
De Groene Heuvels 2		4	4	
De Heide	5	5	5	1
Kralingse plas		4	4	
Krimpenerhout	4	5	5	5
Lageveld 1	3	4	3	1
Lageveld 2	3	4	3	1
Park van Luna	5	5	5	5
Maarsseveense plas	4	5	5	4
Prinsenbos	3	4	4	4
Rijkerswoerdse plassen	4	5	5	
De Rotonde	4	4	4	
't Skarpet	5	5	5	5
Sloterplas	5	5	5	5
Toolenburgerplas 1	5	5	5	
Toolenburgerplas 2	5	5	5	1
Walburgen	4	4	4	
De Welle	4	5	5	1
Westpolderplas	4	5	5	
Wilhelminapark	4	4	4	4



### 3.2.1 WATERPLANTEN

Voor beide datasets zijn twee waarden voor waterplanten gebruikt. Het percentage (totale) bedekking in de zwemzone, en de vegetatierang (ordinale maat op schaal 1 tot 7) van de gehele plas.

### 3.2.2 VOGELTELLINGEN

Voor beide datasets zijn de vogeltellingen op dezelfde manier bewerkt. Alleen de getelde vogels in de zwemzone zijn gebruikt in de analyse, aangezien deze vogels het meest direct gerelateerd kunnen worden aan het meetpunt in de zwemzone. Dit is uitgedrukt in aantal (gemiddeld over de drie tellingen), en in dichtheid (gemiddeld aantal/ha), berekend voor de zwemzone. Oppervlaktes van de zwemzone zijn uit de zwemwaterprofielen gehaald. Indien deze informatie niet voorhanden was, is met behulp van Google Earth het oppervlak bepaald. Het aantal en de dichtheid is berekend voor alle vogels en opgesplitst in carnivoren (meeuwen, aalscholvers, futen, visdief) en herbivoren (overige soorten).

### 3.2.3 E. COLI EN IE

Dataset 1: alleen de extra meting voor *E. coli* en IE is gebruikt in de analyse.

Dataset 2: voor alle locaties zijn de twee reguliere metingen voor en twee metingen na de vogeltelling meegenomen in de analyse. Indien er een additionele meting was gedaan door het waterschap is deze ook meegenomen. Voor elke locatie zijn dus vier of vijf metingen gebruikt, bemonsterd in een periode van zes weken voor de meeste locaties (minimaal vier en maximaal acht weken). Onze aanname is dat in deze periode de aantallen vogels relatief constant zijn en onze vogeltelling representatief voor deze periode. Op deze manier konden alle locaties betrokken worden in de analyses, inclusief de locaties waar de extra bemonstering niet was uitgevoerd.

In de gemeten gehalten gedurende het gehele zwemseizoen van *E. coli* komen grote verschillen voor (Bijlage 2), met incidenteel hoge pieken. Zie bijvoorbeeld de Sloterplas, waar de additionele meting van 480/100 ml op 19 juni sterk contrasteert met de opvolgende reguliere meting van 3 juli van 21000/100 ml. Over de periode van vier á vijf metingen rondom de vogeltellingen, bepaalden we daarom de mediaan en de maximale waarde van *E. coli* en IE. *Campylobacter*-metingen waren in onvoldoende mate aanwezig voor een analyse.

### 3.2.4 DOORZICHT EN ZWEVEND STOF

Voor doorzicht is in beide datasets de Alterra-veldmeting gebruikt.

Zwevend stof is in wisselende mate gemeten door de waterschappen. Gloeirest % is in onvoldoende mate bepaald om hiervan gebruik te maken en het zwevend stof op te kunnen splitsen in organisch stof en anorganisch zwevend stof.

Dataset 1: de extra bemonstering, evt. geschat op basis van doorzicht (gemeten door Alterra) en zwevend stof relatie.

Dataset 2: de mediaan van de beschikbare metingen.

### 3.2.5 WEERDATA

Weerdata zijn verkregen van de dichtstbij gelegen stations van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI). De gemiddelde temperatuur (etmaal gemiddelde temperatuur in 0,1 graden Celsius), neerslag (etmaalsom van de neerslag in 0,1 mm) en instraling (globale straling in J/cm<sup>2</sup>) zijn als meest relevant geselecteerd en gebruikt in de analyse.

Dataset 1: het gemiddelde in de vier dagen voorafgaand aan de extra bemonstering.

Dataset 2: het gemiddelde in de periode van vier á vijf metingen.

### 3.2.6 MORFOLOGIE ZWEMPLAS

De volgende karakteristieken van de zwemplassen zijn opgenomen in beide datasets: oppervlakte zwemzone, maximale diepte plas, volume plas en isolatiemeetpunt ten opzichte van gehele plas. Deze gegevens zijn uit de zwemwaterprofielen gehaald. De isolatie is ingeschat in 3 klassen, waarbij 1 = niet geïsoleerd, 2 = matig geïsoleerd en 3 = sterk geïsoleerd. Deze variabele is toegevoegd om een indicatie te geven of een meetpunt sterk geïsoleerd is van de gehele plas, waardoor menging beperkt is, of dat het meetpunt goed gemengd is met de gehele plas.

## 3.3 STATISTISCHE ANALYSES

De datasets zijn eerst nader verkend met behulp van correlatie- en ordinatietechnieken. Vervolgens zijn de datasets geanalyseerd met behulp van multiële lineaire regressie en Generalized Linear Mixed Models (GLMM).

### 3.3.1 DATAVERKENNING MET CORRELATIE EN ORDINATIE

Correlatie is uitgevoerd op beide datasets. Er is gebruik gemaakt van de non-parametrische Spearman-rangcorrelatiecoëfficiënt, die gebruik maakt van de rangnummers van de data in plaats van de data zelf. Deze methode is geschikt om ordinale data te analyseren, die ook in onze dataset zitten. Correlatie analyse is een veel gebruikte techniek om de samenhang tussen twee variabelen te onderzoeken. De mate van correlatie is berekend met Genstat 15th Edition.

De data zijn ook multivariaat verkend met behulp van ordinatie. Hiervoor is dataset 2 gebruikt, aangezien deze alle locaties bevat. Ordinatie is een multivariate analysetechniek waarbij alle variabelen tegelijk worden gebruikt en waarbij locaties worden vergeleken op basis van de waarden van de variabelen die per locatie gemeten zijn. Er zijn twee ordinaties uitgevoerd. In de eerste ordinatieanalyse zijn de precieze tellingen per locatie van de verschillende soorten watervogels gebruikt om de locaties te vergelijken op basis van de aangetroffen soorten vogels. In de tweede analyse zijn alle gemeten variabelen gebruikt om de locaties te vergelijken, waarbij de vogelsoorten samengevoegd zijn tot herbivoren en carnivoren. Voor beide analyses is Principale Componenten Analyse (PCA) gebruikt, een indirecte gradiëntanalyse uitgaande van een lineair responsmodel. De concentraties *E. coli* en IE zijn log-getransformeerd. PCA is uitgevoerd met behulp van Canoco versie 4.5.

### 3.3.2 ANALYSE MET REGRESSIEMODELLEN

Regressieanalyse is een statistische techniek waarbij de relatie tussen afhankelijke (respons) variabelen en onafhankelijke (verklarende) variabelen wordt onderzocht. Daarvoor worden op voorhand de beschikbare variabelen verdeeld in respons variabelen en verklarende variabelen. In deze studie is multiële lineaire regressie gebruikt, waarbij de uitkomst van de lineaire regressie een model is in de vorm van:

$$Y \text{ (responsvariabele)} = a + b \cdot X_1 \text{ (verklarende variabele 1)} + c \cdot X_2 \text{ (verklarende variabele 2)} + d \cdot X_1 \cdot X_2 \text{ (interactieterm tussen verklarende variabele 1 en 2)}.$$

Het aantal verklarende variabelen kan variëren. De regressieanalyse richt zich op welke variabelen het meest bijdragen aan de verklaring van de responsvariabele en of er ook significante interacties zijn. Relaties worden lineair verondersteld. Waar nodig zijn variabelen log getransformeerd om een normale verdeling te verkrijgen. Belangrijk bij de interpretatie is om te kijken of het model significant is en wat het percentage verklaarde variantie is. Het regressiemodel kan gebruikt worden om aan de hand van de verklarende variabelen de waarde van de responsvariabele te voorspellen.

In dataset 1 zijn de respons variabelen *E. coli* en IE. In dataset 2 zijn de respons variabelen maximum *E. coli*, mediaan *E. coli*, maximum IE en mediaan IE.

Allereerst is gecontroleerd of de data normaal zijn verdeeld. Dit was het geval na logtransformatie. Dit houdt in dat de data met multiële lineaire regressie geanalyseerd kunnen worden (zie ook Bolker et al., 2008).

Vervolgens zijn per dataset en responsvariabele de volgende stappen gemaakt:

- 1 Effect van elke afzonderlijke verklarende variabele op model met behulp van optie TRY;
- 2 Selectie van de belangrijkste verklarende variabelen met behulp van voorwaartse selectie;
- 3 Berekening van het regressiemodel met de geselecteerde verklarende variabelen;
- 4 Analyse of toevoegen interactietermen het model verbeteren;  
In de analyse zijn alle variabelen gebruikt. A priori is vastgesteld dat de weersvariabelen beschouwd kunnen worden als random (corrigerende) variabelen, terwijl de overige variabelen als verklarende variabelen beschouwd worden. In die gevallen waarbij uit de voorwaartse selectie weersvariabelen zijn geselecteerd, is er nog een vijfde stap uitgevoerd:
- 5 Uitvoeren GLMM met weersvariabelen als random factor en de overige geselecteerde variabelen als fixed factor.

De lineaire regressie en GLMM analyses zijn uitgevoerd met Genstat 15th Edition.

## 4

## RESULTATEN

*Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten van de veldmetingen en de uitkomsten van de statistische analyses. Het hoofdstuk is met name bedoeld voor de geïnteresseerde waterschappen en onderzoeker.*

## 4.1 METINGEN PER LOCATIE

Een overzicht van de vogeltellingen wordt gegeven in bijlage 1, een overzicht van alle meetgegevens per locatie wordt gegeven in bijlage 2. In totaal zijn tijdens drie veldbezoeken in alle zwemplassen 8046 vogels geteld, verdeeld over 25 soorten. Meest getelde soorten zijn in aflopende volgorde meerkoet, wilde eend, grauwe gans, Nijlgans en kokmeeuw. De gemiddeld getelde aantallen in het Park van Luna in juni 2012 (N=488) komen overeen met de aantallen in de studie van Kleijn & Meerburg (2011). Binnen de zwemzones zijn gemiddeld over drie veldbezoeken in totaal 851 vogels geteld (range 0-192, bijlage 2).

De veldwaarnemingen van de waterplanten en doorzicht zijn gegeven in tabel 7. Zowel de bedekking met waterplanten als het doorzicht varieerde tussen de onderzochte locaties.

TABEL 7 OVERZICHT PER ZWEMPLAS VAN DE BEDEKKING VAN WATERPLANTEN EN HET GEMETEN DOORZICHT

Locatie	Afkorting in figuren	Bedekkings% zwemzone	Vegetatierang hele plas	Doorzicht (m)
Agnietenplas	Ag	0	1	1.30
Binnenschelde	Bs	10	7	0.36
Droompark Buitenhuizen	DB	0	1	0.30
De Groene Heuvels 1	GH1	50	7	5.43
De Groene Heuvels 2	GH2	65	7	5.43
De Heide	He	5	3	1.60
Kralingse plas	Kp	0.5	1	0.40
Krimpenerhout	Kh	2.5	2	3.85
Lageveld 1	La1	25	6	2.30
Lageveld 2	La2	0.5	6	2.30
Park van Luna	Lu	15	7	1.45
Maarsseveense plas	Mv	7	4	4.30
Prinsbos	Pb	0	1	0.30
Rijkerswoerdse plassen	Rw	5	4	1.53
De Rotonde	Ro	35	6	3.36
't Skarpet	Sk	0.5	1	0.65
Sloterplas	Sl	55	7	4.60
Toolenburgerplas 1	To1	5	3	4.35
Toolenburgerplas 2	To2	5	3	4.35
Walburgen	Wb	12.5	6	1.73
De Welle	We	2.5	1	0.40
Westpolderplas	Wep	10	5	4.13
Wilhelminapark	Wil	0	1	0.13

Tabel 8 geeft de concentraties *E. coli* en IE weer, zoals gebruikt in de data-analyse. In dataset 1 zitten slechts twee overschrijdingen voor *E. coli* (> 2000 n/100 ml) en één overschrijding voor IE (> 400 n/100 ml). De maximale waarden voor *E. coli* en IE in de periode van vijf metingen rond de vogeltellingen laten meer overschrijdingen zien. Met name Sloterplas is een hoge uitschieter voor *E. coli*. De maximale waarde voor IE in de periode rond de vogeltellingen is in vier locaties boven de overschrijdingsnorm.

TABEL 8 OVERZICHT PER LOCATIE VAN DE *E. COLI* EN IE CONCENTRATIE (N/100 ML) IN DATASET 1 EN DATASET 2

Locatie	Dataset 1		Dataset 2		Dataset 1		Dataset 2	
	<i>E. coli</i>	mediaan <i>E. coli</i>	max. <i>E. coli</i>	IE	mediaan IE	max. IE		
Agnietenplas	7.5	15	353	100	54	100		
Binnenschelde	144	55	144	15	15	15		
Droompark Buitenhuisen	660	160	660	200	30	200		
De Groene Heuvels 1	104	65	594	5	37	234		
De Groene Heuvels 2		24	76		8	10		
De Heide	160	160	180	20	20	20		
Kralingse plas	94	435	700	15	46	94		
Krimpenerhout		94	160		30	61		
Lageveld 1	60	85	140		45	61		
Lageveld 2	7.5	146	250		8	290		
Park van Luna	20	30	890	15	15	80		
Maarsseveense plas	2100	180	2100	710	50	710		
Prinsbos		62	270		31	200		
Rijkerswoerdse plassen	194	194	260	62	54	76		
De Rotonde	43	14	22	72	8	88		
't Skarpet	180	130	200	80	80	130		
Sloterplas	480	480	21000	15	15	1200		
Toolenburgerplas 1	2000	460	2000	130	77	130		
Toolenburgerplas 2	30	46	210	30	30	130		
Walburgen	110	110	134	12	78	422		
De Welle	250	270	1100	140	130	1000		
Westpolderplas	46	46	77	76	30	213		
Wilhelminapark		235	410		94	380		

## 4.2 SAMENHANG VARIABELEN EN LOCATIES

### 4.2.1 CORRELATIE TUSSEN VARIABELEN

De samenhang tussen variabelen is onderzocht met behulp van de Spearman-rangcorrelatie-coëfficiënt  $\rho$ . Hieronder worden de belangrijkste significante correlaties uit dataset 1 kort beschreven (Tabel 9). De complete correlatietabellen voor beide datasets worden gegeven in bijlage 3.

#### *Morfologie en ecologie plas:*

- Diepte van de plas is positief gecorreleerd met volume en doorzicht;
- Plassen met een groot volume gaan gepaard met grotere aantallen carnivoren;
- Een groter oppervlak van de zwemzone gaat gepaard met grotere aantallen herbivoren en carnivoren, en met een hogere *E. coli*-concentratie;

- Isolatie meetpunt ten opzichte van rest van de plas is positief gecorreleerd met bedekkingspercentage vegetatie in de zwemzone;
- Bedekkingspercentage en vegetatierang zijn sterk gecorreleerd;
- Een groter bedekkingspercentage vegetatie in de zwemzone gaat samen met een beter doorzicht;
- Doorzicht en zwevend stof zijn negatief gecorreleerd. Dit komt overeen met de verwachting dat door waterplant gedomineerde plassen een beter doorzicht hebben, met minder zwevend stof;
- Zwevend stof is positief gecorreleerd met verschillende maten voor vogels, het sterkst met het aantal herbivore vogels per hectare. Een mogelijke relatie is via extra input nutriënten via feces en daardoor algengroei;
- Zwevend stof is positief gecorreleerd met neerslag;
- De verschillende maten voor vogels zijn onderling gecorreleerd.

#### Fecale bacteriën:

- De concentratie *E. coli* van de extra bemonstering is positief gecorreleerd met het totaal aantal vogels, het aantal herbivore vogels en de oppervlakte van de zwemzone. Totaal aantal vogels en oppervlakte zwemzone zijn ook gecorreleerd;
- De concentratie IE van de extra bemonstering is negatief gecorreleerd met bedekkingspercentage en vegetatierang;
- In dataset 2 is de maximale concentratie *E. coli* positief gecorreleerd met aantallen vogels (het sterkst met totaal aantal vogels) en negatief met temperatuur. De mediaan *E. coli* is positief gecorreleerd met het totaal aantal vogels. De maximale concentratie IE is nergens mee gecorreleerd. De mediaan IE is negatief gecorreleerd met vegetatierang. (zie bijlage 3).

**TABEL 9** SPEARMAN-RANGCORRELATIECOËFFICIËNTEN BEREKEND MET DATASET 1. ALLEEN SIGNIFICANTE CORRELATIES ZIJN WEERGEGEVEN ( $P < 0,05$ ,  $N = 19$ ; \*  $N = 17$ ). VOLLEDIGE CORRELATIE TABEL WORDT WEERGEGEVEN IN BIJLAGE 3. DE CORRELATIECOËFFICIËNT GEEFT DE STERKTE VAN DE CORRELATIE WEER, WAARBIJ  $\rho$  TUSSEN 0,4 EN 0,7 EEN MATIG STERKE CORRELATIE WEERGEeft, EN  $P > 0,7$  EEN STERKE CORRELATIE

volume	0,638																		
bedekking%			0,497																
vegetatie-rang				0,841															
doorzicht	0,499			0,517															
zwevend stof							-0,486												
carnivoren		0,494	0,493																
herbivoren			0,497					0,555											
vogels			0,573						0,649	0,945									
carnivoren/ha									0,912		0,504								
herbivoren/ha								0,561		0,645	0,557								
vogels/ha								0,500		0,698	0,688								
neerslag								0,565											-0,512
<i>E. coli</i>			0,461							0,464	0,547								
IE *					-0,609	-0,674													
	diepte	volume	oppervlakte zwemzone	isolatie	bedekking%	vegetatie-rang	doorzicht	zwevend stof	carnivoren	herbivoren	vogels	gemiddelde temperatuur							

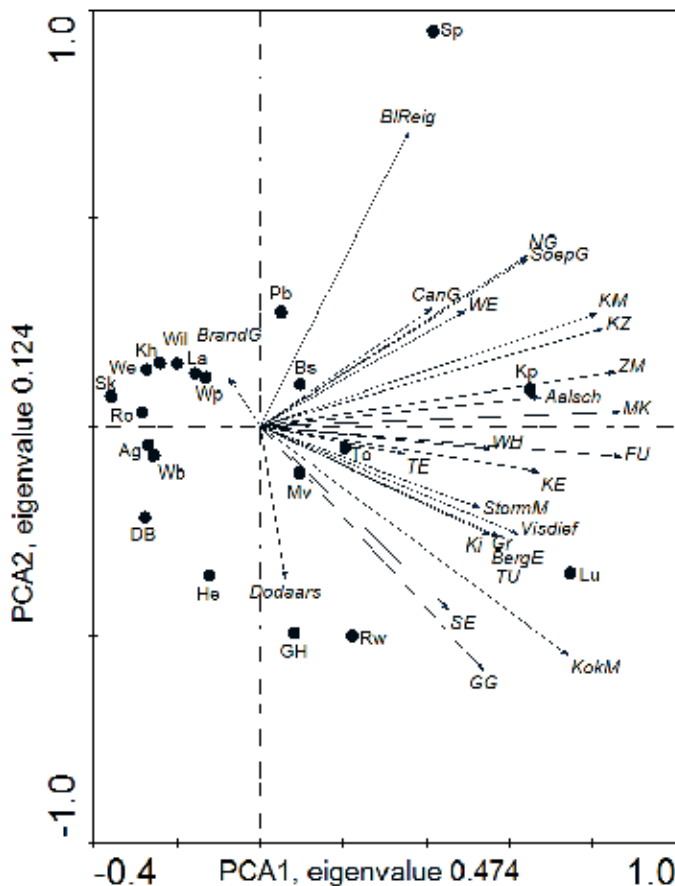
#### 4.2.2 ORDINATIE VAN LOCATIES EN VARIABELN

In hoeverre locaties op elkaar lijken aan de hand van de aanwezige watervogels en de gemeten variabelen, is onderzocht met PCA-ordinatie. Dit is een multivariate techniek, waarbij wordt geanalyseerd in hoeverre locaties op elkaar lijken op basis van de gemeten variabelen.

Figuur 3 geeft de uitkomsten van de ordinatie met watervogels. Locaties die dicht bij elkaar liggen in figuur 3, lijken op elkaar qua aanwezige watervogels. De grootste verschillen zitten op de eerste as, rechts zijn de locaties met veel watervogels (Sloterplas, Kralingse plas, Park van Luna), en links de locaties met weinig watervogels ('t Skarpet, de Welle, de Ronde).

FIGUUR 3

ORDINATIE VAN VOGELSOORTEN (PIJLEN) EN LOCATIES (STIPPEN). VOGELNAMEN ZIJN AFGEKORT VOLGENS BIJLAGE 1, LOCATIES ZIJN AFGEKORT VOLGENS TABEL 7. LOCATIES DIE DICHT BIJ ELKAAR LIGGEN LIJKEN OP ELKAAR QUA AANWEZIGE WATERVOGELS. DE PROJECTIE VAN DE LOCATIE OP DE SOORTENPIJL GEEFT INFORMATIE OVER DE AANTALLEN VAN DE SOORT OP DE BETREFFENDE LOCATIE; HOE GROTER DE AFSTAND VAN DE PROJECTIE TOT DE OORSPRONG HOE GROTER DE AANTALLEN VAN DE SOORT OP DE BETREFFENDE LOCATIE

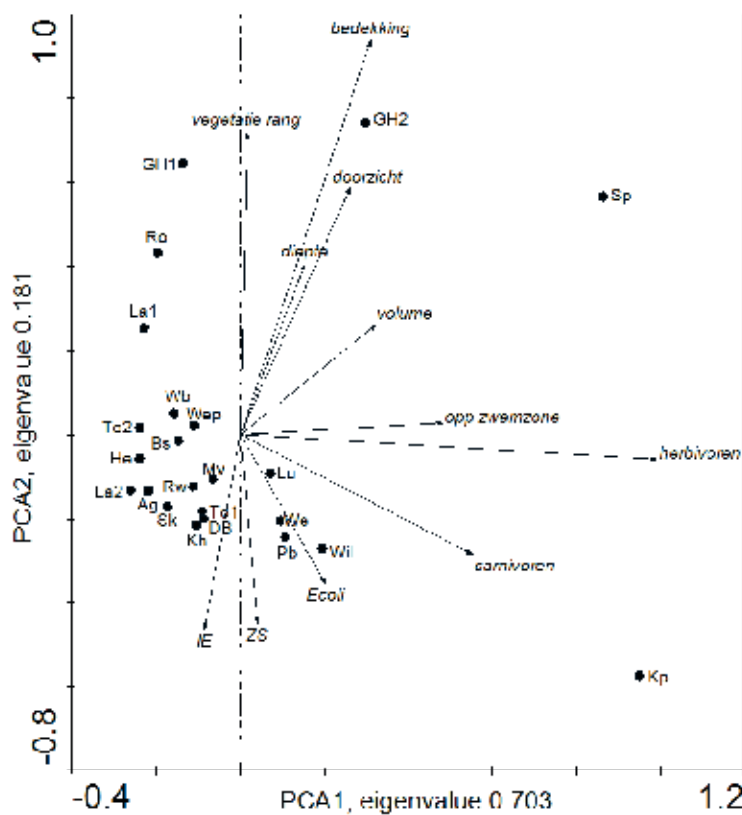


Figuur 4 geeft de uitkomst van de ordinatie met omgevingsvariabelen. Hiervoor zijn de morfologische en ecologische variabelen gebruikt. De vogelsoorten zijn gesommeerd tot herbivoren en carnivoren. De pijlen in figuur 4 geven per variabele aan de richting waarin die variabele de grootste verschillen heeft in het ordinatiediagram. Wanneer twee pijlen dezelfde kant op wijzen (dus een kleine hoek tussen de twee pijlen) zijn de variabelen positief gecorreleerd. Wanneer twee pijlen precies de andere kant op wijzen (dus een hoek van 180°) zijn de variabelen negatief gecorreleerd. Als twee pijlen een hoek van 90° maken zijn ze de variabelen niet gecorreleerd. Uit figuur 4 valt op dat bedekking, diepte, doorzicht en in iets mindere mate vegetatierang, positief met elkaar gecorreleerd zijn, en negatief gecorreleerd met IE en zwevend stof en in mindere mate negatief gecorreleerd met *E. coli*. Verder valt op dat de pijlen

van IE, zwevend stof, *E. coli* en carnivoren dezelfde richting uitwijzen. Dit geeft aan dat deze vier variabelen gecorreleerd zijn, met name IE en zwevend stof, en het aantal carnivoren en *E. coli*. Het aantal herbivoren hangt vooral samen met het oppervlakte van de zwemzone.

Locaties die in figuur 4 dicht bij elkaar liggen lijken op elkaar, op basis van de gemeten variabelen. De locaties die rechts liggen (Sloterplas, Kralingse Plas), worden gekenmerkt door een groot aantal herbivore en carnivore vogels. De locaties die boven liggen (bijv. Groene Heuvels, Ronde) worden gekenmerkt door een goed doorzicht en een hoog bedekkingspercentage vegetatie in de zwemzone. De locaties die onder liggen (bijv. Welle, Prinsenbos, Wilhelminapark), worden gekenmerkt door hogere IE- en *E. coli*-concentraties en meer zwevend stof.

FIGUUR 4 ORDINATIE VAN MILIEUVARIABLEN (PIJLEN) EN LOCATIES (STIPPEN). LOCATIES ZIJN AFGEKORT VOLGENS TABEL 7. LOCATIES DIE DICHT BIJ ELKAAR LIGGEN LIJKEN OP ELKAAR QUA MILIEUVARIABLEN. DE PROJECTIE VAN DE LOCATIE OP DE PIJL VAN EEN MILIEUVARIABLE GEEFT INFORMATIE OVER DE WAARDE VAN DE VARIABLE OP DE BETREFFENDE LOCATIE; HOE GROTER DE AFSTAND VAN DE PROJECTIE TOT DE OORSPRONG HOE GROTER DE WAARDE OP DE BETREFFENDE LOCATIE



#### 4.3 STURENDE VARIABLEN VOOR BACTERIOLOGISCHE ZWEMWATERKWALITEIT

In de voorgaande paragraaf is de samenhang tussen de gemeten variabelen beschreven met behulp van correlatie (univariaat) en ordinatie (multivariaat). In deze paragraaf wordt een stap verder gezet, namelijk het opsplitsen van de gemeten variabelen in responsvariabelen en verklarende variabelen in regressieanalyse. Het doel van deze analyse is om te bepalen welke variabelen het grootste effect hebben op de concentratie IE en *E. coli*. Deze kunnen beschouwd worden als sturende variabelen voor de bacteriologische zwemwaterkwaliteit. In de hoofdtekst worden de uitkomsten van de multi-pele regressie weergegeven, in bijlage 4 de uitkomsten van de GLMM. Deze verschiden niet veel van de multi-pele regressie. Vanwege het beperkte aantal meetpunten is ervoor gekozen om de significantiegrens op  $p < 0,10$  te zetten.



#### 4.3.1 DATASET 1 MET DIRECTE KOPPELING VOGELS EN FECAL BACTERIËN

##### *E. COLI*

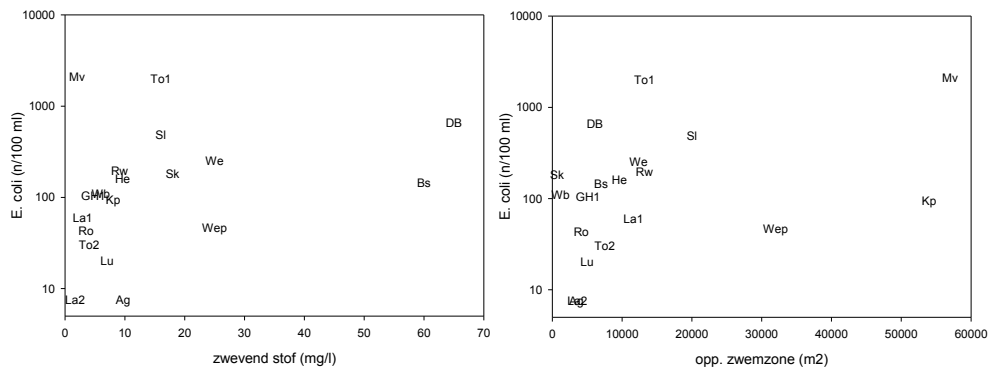
Voorwaartse selectieprocedure in multiële lineaire regressie resulteerde in een model met twee variabelen, oppervlakte zwemzone en zwevend stof. Het toevoegen van de interactieterm tussen deze twee variabelen verbeterde het model. Uit deze analyse volgt dat zowel oppervlakte zwemzone als zwevend stof een positieve relatie hebben met concentratie *E. coli*. Dit model heeft een p-waarde van 0,069, en een verklaarde variantie van 24,2% (tabel 10). Dit is niet erg hoog, waaruit geconcludeerd kan worden dat de meeste variatie wordt bepaald door variabelen die wij niet gemeten hebben.

In het eerdere onderzoek in de Plas van Luna kwam het zwevend stofgehalte er ook uit als significant gerelateerd aan *E. coli*. In het regressiemodel heeft een verandering in zwevend stof het grootste effect op *E. coli*. Figuur 5 geeft de relatie tussen *E. coli* en zwevend stof respectievelijk oppervlakte zwemzone voor de verschillende zwemplassen weer.

TABEL 10 PARAMETERSCHATTING REGRESSIEMODEL LOG *E. COLI*. VOLGORDE VAN DE VARIABELN IS DE VOLGORDE IN DE VOORWAARTSE SELECTIE. P-WAARDE MODEL = 0,069, VERKLAARDE VARIANTIE = 24,2%

Parameter	Waarde	Significantie
Constante	1,512	<0,001
Oppervlakte zwemzone	0,0000299	0,024
Zwevend stof	0,0270	0,038
Interactie term Oppervlakte zwemzone * zwevend stof	-0,00000163	0,165

FIGUUR 5 RELATIE TUSSEN *E. COLI* EN ZWEEVEND STOF (LINKER PANEEL) EN OPPERVLAKTE ZWEMZONE (RECHTER PANEEL). LET OP DE LOGARITMISCHE Y-AS. LOCATIES ZIJN AFGEKORT VOLGENS TABEL 7



##### INTESTINALE ENTEROCOCCEN

Voorwaartse selectieprocedure in multiële lineaire regressie resulteerde in een model met vier variabelen: vegetatierang, oppervlakte zwemzone, aantal vogels en temperatuur. Het toevoegen van de interactieterm tussen oppervlakte zwemzone en aantal vogels verbeterde het model. Dit model heeft een p-waarde van 0,004 en een verklaarde variantie van 65,1% (tabel 11). Dat is behoorlijk goed, gegeven het beperkte aantal locaties.

Het aantal vogels heeft het sterkste effect op IE, maar deze factor is niet significant. De vegetatierang heeft het op één na sterkste effect op IE, en is wel significant. Figuur 6 laat de relatie tussen IE en deze twee factoren zien.

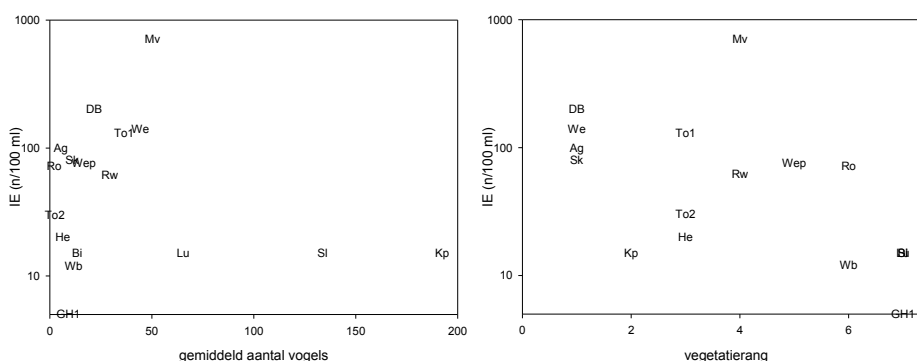
TABEL 11

PARAMETERSCHATting REGRESSIEMODEL LOG IE. VOLGORDE VAN DE VARIABELEN IS DE VOLGORDE IN DE VOORWAARTSE SELECTIE. P-WAARDE MODEL = 0,004, VERKLAARDE VARIANTIE = 65,1%

Parameter	Waarde	Significantie
Constante	2,189	0,002
Vegetatierang	-0,1540	0,002
Oppervlakte zwemzone	0,00003275	0,002
Aantal vogels	0,00246	0,571
Gemiddelde temperatuur	-0,00142	0,676
Interactieterm Oppervlakte zwemzone * Aantal vogels	-0,000000257	0,029

FIGUUR 6

RELATIE TUSSEN IE EN GEMIDDELD AANTAL VOGELS (LINKER PANEEL) EN VEGETATIERANG (RECHTER PANEEL). LET OP DE LOGARITMISCHE Y-AS. LOCATIES ZIJN AFGEKORT VOLGENS TABEL 7



#### 4.3.2 DATASET 2 MET VOGELS EN FECALE BACTERIËN IN PERIODE

##### MEDIAAN *E. COLI*

Voorwaartse selectieprocedure in multiële lineaire regressie resulteerde in een model met één variabele, het gemiddeld aantal herbivoren. Dit model heeft een p-waarde van 0,117, en een verklaarde variantie van 7,8% (tabel 12, figuur 7). Dit is niet significant, wat betekent dat we de mediaan *E. coli* niet kunnen verklaren aan de hand van de gemeten variabelen.

TABEL 12

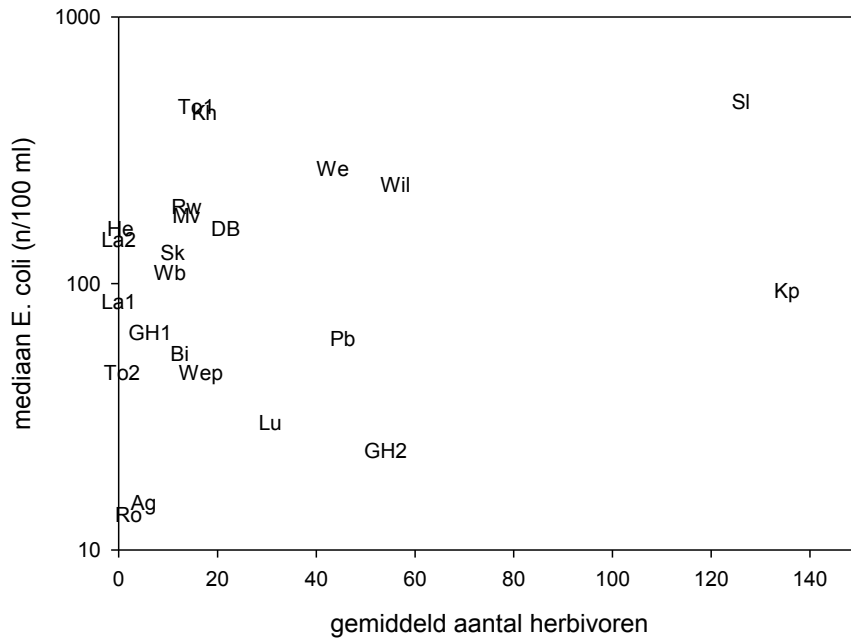
PARAMETERSCHATting REGRESSIEMODEL LOG MEDIAAN *E. COLI*. P-WAARDE MODEL = 0,117, VERKLAARDE VARIANTIE = 7,8%

Parameter	Waarde	Significantie
Constant	1,853	<0,001
Aantal herbivoren	0,00411	0,117

##### MAXIMUM *E. COLI*

Voorwaartse selectieprocedure in multiële lineaire regressie resulteerde in een model met zes variabelen: volume, temperatuur, diepte, isolatie, vegetatierang en aantal herbivoren per hectare. Dit model heeft een p-waarde van 0,023, en een verklaarde variantie van 43,8%. Het toevoegen van een interactieterm tussen diepte en volume (want gecorreleerd) verbeterde het model tot  $p = 0,012$  en verklaarde variantie van 47,4% (tabel 13). Diepte heeft het sterkste effect op de maximale *E. coli*-concentratie. De daaropvolgende sterkste factoren zijn vegetatierang en isolatie. Beiden zijn niet significant. Het effect van diepte op de *E. coli*-concentratie wordt in figuur 8 geïllustreerd, alleen de drie plassen met diepte > 30 meter vallen uit het patroon.

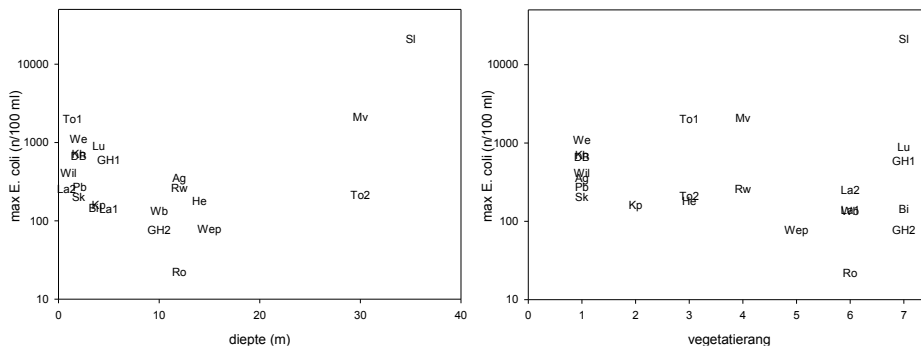
**FIGUUR 7** RELATIE TUSSEN GEMIDDELD AANTAL HERBIVORE VOGELS EN MEDIAAN *E. COLI*. LET OP DE LOGARITMISCHE Y-AS. LOCATIES ZIJN AFGEKORT VOLGENS TABEL 7



**TABEL 13** PARAMETERSCHATTING REGRESSIEMODEL LOG MAXIMUM *E. COLI*. VOLGORDE VAN DE VARIABELEN IS DE VOLGORDE IN DE VOORWAARTSE SELECTIE. P-WAARDE MODEL = 0,023, VERKLAARDE VARIANTIE = 43,8%

Parameter	Waarde	Significantie
Constante	6,53	0,004
Volume	-0,000000033	0,783
Gemiddelde temperatuur	-0,0243	0,063
Diepte	-0,0324	0,077
Isolatie	0,264	0,130
Vegetatierang	-0,0693	0,214
Herbivoren/ha	-0,00246	0,174
Interactieterm diepte *volume	4,74E-09	0,186

**FIGUUR 8** RELATIE TUSSEN MAX *E. COLI* EN DIEPTE (LINKER PANEEL) EN VEGETATIERANG (RECHTER PANEEL). LET OP DE LOGARITMISCHE Y-AS. LOCATIES ZIJN AFGEKORT VOLGENS TABEL 7



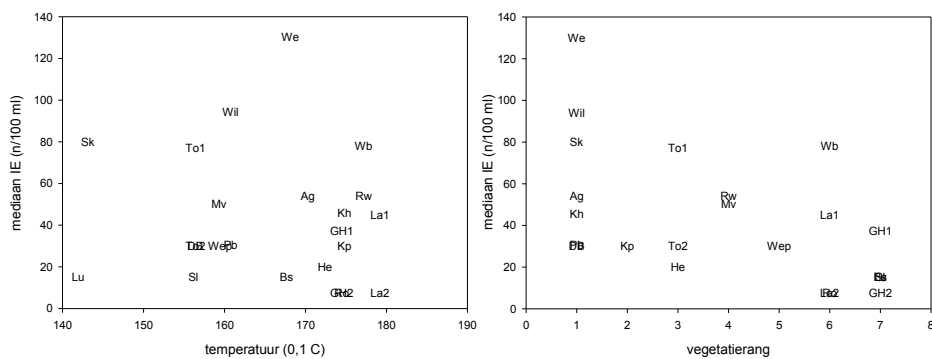
**MEDIAAN IE**

Voorwaartse selectieprocedure in multiële lineaire regressie resulteerde in een model met zes variabelen: temperatuur, volume, instraling, isolatie, vegetatierang en neerslagsom. Dit model heeft een p-waarde van 0,009, en een verklaarde variantie van 51,7% (tabel 14). Isolatie en vegetatierang hebben het sterkste effect op de mediaan IE (figuur 9).

**TABEL 4** PARAMETERSCHATTING REGRESSIEMODEL LOG MEDIAAN IE. VOLGORDE VAN DE VARIABELEN IS DE VOLGORDE IN DE VOORWAARTSE SELECTIE. P-WAARDE MODEL = 0,009, VERKLAARDE VARIANTIE = 51,7%

Parameter	Waarde	Significantie
Constante	4,49	0,045
Gemiddelde temperatuur	-0,02631	0,006
Volume	-9,30E-09	0,673
Instraling	0,001071	0,159
Isolatie	0,178	0,127
Vegetatierang	-0,0765	0,063
Neerslag	-0,01585	0,135

**FIGUUR 9** RELATIE TUSSEN MEDIAAN IE EN TEMPERAATUUR (LINKER PANEEL) EN VEGETATIERANG (RECHTER PANEEL). LOCATIES ZIJN AFGEKORT VOLGENS TABEL 7

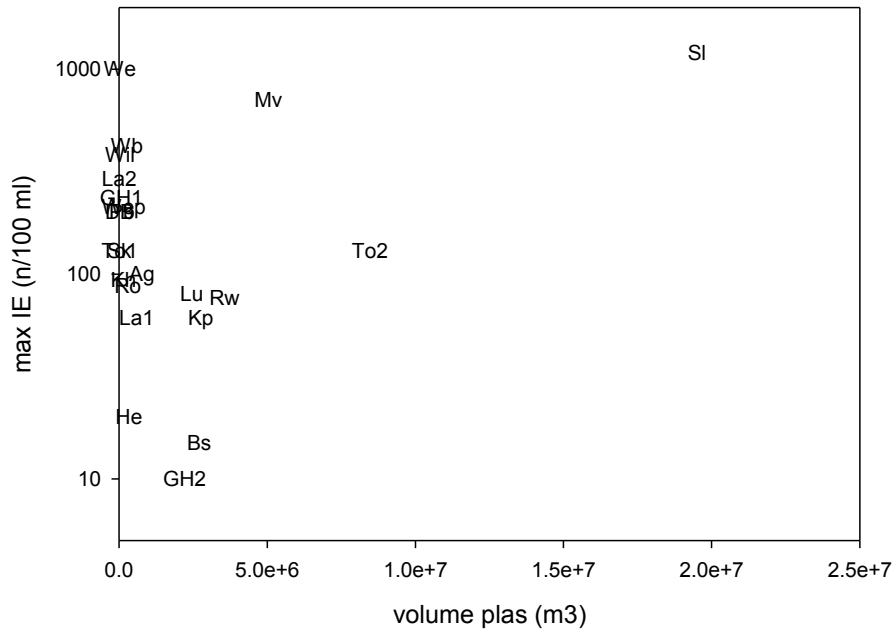
**MAXIMUM IE**

Voorwaartse selectieprocedure in multiële lineaire regressie resulteerde in een model met één variabele, volume (tabel 15, figuur 10). Dit model heeft een p-waarde van 0,170, en een verklaarde variantie van 4,9%. Dit is niet significant, wat betekent dat de maximale waarde voor IE niet verklaard kan worden met de variabelen die in dit onderzoek zijn gemeten.

**TABEL 15** PARAMETERSCHATTING REGRESSIEMODEL LOG MAXIMUM IE. P-WAARDE MODEL = 0,170, VERKLAARDE VARIANTIE = 4,9%

Parameter	Waarde	Significantie
Constante	2,115	<0,001
Volume	3,39E-08	0,170

FIGUUR 10 RELATIE TUSSEN VOLUME PLAS EN MAX IE. LET OP DE LOGARITMISCHE Y-AS. LOCATIES ZIJN AFGEKORT VOLGENS TABEL 7



#### 4.3.3 SAMENVATTING UITKOMSTEN REGRESSIEMODELLEN

Tabel 16 geeft een samenvatting van de uitkomsten uit de regressieanalyses. Hieruit komt het volgende beeld naar voren van de belangrijke voorspellende variabelen voor *E. coli* of IE.

*E. coli*:

positief: zwevend stof en oppervlakte zwemzone

negatief: diepte en temperatuur

niet-significant: aantal herbivoren en isolatiemeetpunten ten opzichte van de plas, beiden met een positief effect

IE:

positief: oppervlakte zwemzone

negatief: vegetatierang en temperatuur

niet-significant: aantal vogels, instraling en isolatiemeetpunt met een positief effect en temperatuur met een negatief effect. Volume kan zowel positief als negatief zijn afhankelijk van de gebruikte dataset, beide keren is de parameterwaarde niet significant.

De belangrijkste (significante) verklarende variabelen zijn dus zwevend stof, oppervlakte zwemzone, diepte, temperatuur, en vegetatierang.

- De positieve relatie tussen *zwevend stof* en *E. coli* bevestigt de eerdere resultaten uit het Park van Luna (Kleijn & Meerburg, 2011). Zwevend stof kan op twee manieren zorgen voor een langere overleving van fecale bacteriën in het water; door uitdoving van zonlicht en door het bieden van een bindingsplaats voor bacteriën waardoor bacteriën langer kunnen overleven.
- De *oppervlakte zwemzone* is positief gerelateerd aan *E. coli*- en IE-concentratie. De mogelijke verklaring hiervoor is dat de relatie via het aantal vogels verloopt. Uit de correlatieanalyse (tabel 9) blijkt dat een grotere zwemzone positief gecorreleerd is met aantallen vogels (Spearman-rangcorrelatiecoëfficiënt  $\rho = 0,573$ ), en dat *E. coli* het sterkst was gecorreleerd met aantallen vogels (Spearman-rangcorrelatiecoëfficiënt  $\rho = 0,547$ ).

- De *vegetatierang* is negatief gerelateerd aan IE, dus meer vegetatie gaat samen met een lagere concentratie IE. Mogelijke causale relatie loopt via minder zwevend stof, beter doorzicht en een grotere inactivatie van fecale bacteriën. Dit is vergelijkbaar met de uitkomsten van de correlatieanalyse waar zwevend stof en doorzicht significant negatief gecorreleerd zijn (tabel 9, Spearman-rangcorrelatiecoëfficiënt  $\rho = -0,486$ ).
- De gemiddelde *temperatuur* is negatief gerelateerd aan *E. coli* en IE. De hoogste fecale bacterie concentraties zijn dus aanwezig bij de lagere temperaturen. Een mogelijke verklaring is een snellere inactivatie bij hogere temperaturen. De temperatuur in de onderzoeksperiode was overigens aan de lage kant met een gemiddelde etmaal temperatuur van 15,4 °C. hetgeen resulteerde in lage aantallen zwemmers. De invloed van zwemmers op *E. coli* is in onze dataset daarom waarschijnlijk minder belangrijk.
- *Diepte* is negatief gerelateerd aan de *E. coli*-concentratie. Diepere plassen hebben lagere maximale concentraties, alleen de drie plassen met diepte > 30 meter vallen uit het patroon (zie figuur 8). Een mogelijke verklaring is dat diepere plassen een spronglaag hebben en dat de diepe laag als 'sink' kan fungeren voor sedimenterende fecale bacteriën. Twee van de drie diepe plassen, Sloterplas en Maarsseveense plas, hebben een opvallend hoge concentratie *E. coli*, waarbij de mogelijke oorzaak locatiespecifiek gezocht moet worden. Bij de Maarsseveense plas kan het de aanwezigheid van meeuwen geweest zijn, op deze locatie werden in 2012 vaak meeuwen op het strand aangetroffen. Echter, niet elke keer in combinatie met een hoge *E. coli*-concentratie.

Verder zijn de volgende variabelen ook van belang in de verklaring van *E. coli* en/of IE. Deze zijn echter minder sterk (niet significant):

- *Isolatie* is positief gerelateerd aan *E. coli*, dus meer geïsoleerde meetpunten hebben een hogere maximale concentratie *E. coli*. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat er minder menging optreedt ter plaatse van het meetpunt;
- Het aantal vogels is positief gerelateerd aan IE, en het aantal herbivoren is positief gerelateerd aan *E. coli*, terwijl de dichtheid herbivoren per hectare zwemzone een zeer klein negatief effect heeft op *E. coli*;
- *Volume* is negatief gerelateerd aan de max *E. coli* en de mediane IE-concentratie. Een plas met een groter volume heeft in het algemeen lagere concentraties. Verdunning kan de verklaring zijn. Echter, volume heeft een klein positief effect op max. IE. Volume is sterk gecorreleerd aan diepte (tabel 9);
- *Instraling* is positief gerelateerd aan de mediaan IE, een mogelijke verklaring is dat bij meer zon er meer zwemmers aanwezig zijn, die via resuspensie van het sediment weer bacteriën in de waterkolom brengen.
- *Neerslagsom* is negatief gerelateerd aan mediaan IE. De range van neerslagwaarden was vrij klein, er waren in de onderzoeksperiode geen extreme regenbuien die hebben geleid tot veel afspoeling. Mogelijk dat de neerslag tot verdunning heeft geleid en/of dat er geen afspoeling van IE heeft plaatsgevonden.

De verschillende regressiemodellen verschillen in verklaarde variantie en significantie. De dataset is relatief beperkt voor een goede regressieanalyse (slechts negentien of 23 meetpunten). Het beste model is voor IE de directe dataset, waar de vier verklarende variabelen 65% van de variatie de concentratie IE kunnen voorspellen. De modellen voor max *E. coli* en mediaan IE (dataset 2) verklaren ongeveer 50% van de variatie in concentratie. Voor een dataset met veldwaarnemingen is deze verklaarde variantie van 50% of 65% behoorlijk goed, maar het betekent ook dat 35 tot 50% van de variatie in *E. coli* wordt veroorzaakt door factoren die niet gemeten zijn. De modellen voor *E. coli* in de directe dataset en mediaan *E. coli* en max

IE in dataset 2, kunnen de variatie in de responsvariabele maar in beperkte mate voorspellen: respectievelijk 24%, 8% en 5%. Voor deze responsvariabelen geldt dat de meeste variatie veroorzaakt wordt door factoren die niet zijn gemeten.

**TABEL 16** OVERZICHT VOORSPELENDE VARIABLEN IN DE MULTIPELE LINEAIRE REGRESSIE MODELLEN. VETGEDRUKT = PARAMETERWAARDE IS SIGNIFICANT (P<0,10)

Dataset	Respons variabele	Voorspellende variabele	Richting effect	Verklaarde variantie en significantie model
Dataset 1: Directe koppeling vogeltelling	<i>E. coli</i>	<b>Oppervlakte zwemzone</b>	<b>Positief</b>	24,2% P = 0,069
		<b>Zwevend stof</b>	<b>Positief</b>	
		Interactie opp. zwemzone X zwevend stof	Negatief	
	IE	<b>Vegetatierang</b>	<b>Negatief</b>	65,1% P = 0,004
		<b>Oppervlakte zwemzone</b>	<b>Positief</b>	
		Gemiddeld aantal vogels	Positief	
		Gemiddelde T	Negatief	
Dataset 2: Periode	Mediaan <i>E. coli</i>	Herbivoren	Positief	7,8% P = 0,1173
		<b>Diepte</b>	<b>Negatief</b>	
	Max <i>E. coli</i>	Volume	Negatief	
		Interactie diepte X volume	Positief	
		<b>Gemiddelde T</b>	<b>Negatief</b>	
		Isolatie	Positief	
		Vegetatie rang	Negatief	
		Herbivoren per hectare	Negatief	
	Mediaan IE	<b>Gemiddelde T</b>	<b>Negatief</b>	51,7% p = 0,009
		Volume	Negatief	
		Instraling	Positief	
		Isolatie	Positief	
		<b>Vegetatierang</b>	<b>Negatief</b>	
	Max IE	Neerslag	Negatief	
Volume		Positief	4,9% P = 0,170	

# 5

## SYNTHESE VAN RESULTATEN EN CONCLUSIES

In deze studie is de volgende vraag onderzocht:

*Welke eigenschappen van zwemwaterlocaties zijn gerelateerd aan de concentratie *E. coli* en IE in het water?*

Hiertoe is veldonderzoek uitgevoerd in twintig zwemplassen, gericht op de volgende drie aspecten:

- 1 Aantallen watervogels als bron;
- 2 Structuur ecosysteem, met name de aanwezigheid van waterplanten en helderheid van het water, in relatie tot overleving van fecale bacteriën;
- 3 Concentraties fecale bacteriën *E. coli* en IE als indicator voor watervogels als bron.

De resultaten worden bediscussieerd aan de hand van de volgende punten.

- Interpretatie van data-analyse;
- De rol van zwevend stof;
- Watervogels als bron;
- Fecale indicatoren.

### 5.1 INTERPRETATIE VAN DATA-ANALYSE

Drie verschillende statistische methoden zijn gebruikt in de data-analyse. Deze kunnen als 'multiple lines of evidence' worden gebruikt in de interpretatie. Bij de interpretatie van alle uitkomsten moet gerealiseerd worden dat de opzet van het veldonderzoek zich er niet toe leent om causale relaties aan te tonen. Op grond van de uitkomsten worden slechts verbanden tussen variabelen worden aangetoond. De verschillen tussen de uitkomsten van deze drie methoden worden verklaard uit de beperkte grootte van de dataset enerzijds en de samenhang tussen variabelen anderzijds.

In het kort maken de analysetechnieken op de volgende wijze gebruik van de data:

- De Spearman-rangcorrelatie maakt gebruik van de rangorde van de data, en niet de waarde van de data zelf. De rangcorrelatiecoëfficiënt geeft de samenhang tussen twee variabelen weer;
- De ordinatie vergelijkt de locaties op basis van overeenkomsten in variabelen, waarbij alle variabelen in samenhang worden beschouwd. Hierbij worden de waarden van de data gebruikt;
- De multipele lineaire regressie analyseert voor de variabelen die op voorhand als respons variabelen benoemd zijn (in deze studie *E. coli* en IE), welke andere variabele(n) de beste voorspeller is/zijn. Hierbij worden de waarden van de data gebruikt.



De samenhang in de uitkomsten ten aanzien van de relatie tussen watervogels en fecale bacteriën is als volgt:

- Uit de correlatie analyse blijkt dat de concentratie *E. coli* (zowel dataset 1 als dataset 2) het sterkst is gecorreleerd met het totaal aantal vogels. De concentratie IE in dataset 1 is negatief gecorreleerd met bedekkingspercentage en vegetatierang. De mediaan IE uit dataset 2 is negatief gecorreleerd met vegetatierang;
- De ordinatie-analyse laat zien dat de pijlen van IE, zwevend stof, *E. coli* en aantallen carnivoren dezelfde richting uitwijzen. Dit geeft aan dat er samenhang is tussen het zwevend stof en de fecale bacteriën en dat het aantal carnivoren en *E. coli* met elkaar samenhangen. Het aantal herbivoren hangt vooral samen met het oppervlakte van de zwemzone. Herbivoren zijn in deze studie vooral ganzen en meerkoeten die zowel op het strand als op het water verblijven. Carnivoren zijn in deze studie vooral meeuwen, waarvan bekend is dat deze hogere concentraties *E. coli* in hun feces hebben. De locatie waar meeuwen poepen kan sterk variëren;
- De uitkomsten van de multi-pele regressieanalyse laten zien dat de structuur van het systeem belangrijk is: zwevend stof en vegetatie. Ook de morfologie van de plas is van belang: diepte en oppervlakte zwemzone. Het aantal vogels is minder belangrijk, maar dit wordt wel in een aantal analyses als verklarende variabele geselecteerd (tabel 16);
- Voor *Campylobacter* zijn geen conclusies te trekken, aangezien deze bacterie op te weinig locaties gemeten is voor een goede statistische analyse.

Als we de uitkomsten van de drie statistische methoden samen beoordelen in een 'multiple lines of evidence'-benadering, komt het volgende beeld naar voren (tabel 17). Aantallen vogels zijn alleen in de correlatie en ordinatie te relateren aan hoge *E. coli*- en/of IE-concentraties. De beste voorspellers uit de regressieanalyses zijn de morfologie van de plas (oppervlakte zwemzone en diepte) en de structuur van het ecosysteem (zwevend stof en vegetatie). Deze zijn beide belangrijk voor de overleving van de fecale bacteriën in het water. Verder is de temperatuur belangrijk voor de overleving van fecale bacteriën.

TABEL 17 GECOMBINEERDE BEOORDELING VAN DE DRIE STATISTISCHE METHODEN + GEEFT EEN POSITIEVE (COR)RELATIE WEER, EN – EEN NEGATIEVE (COR)RELATIE

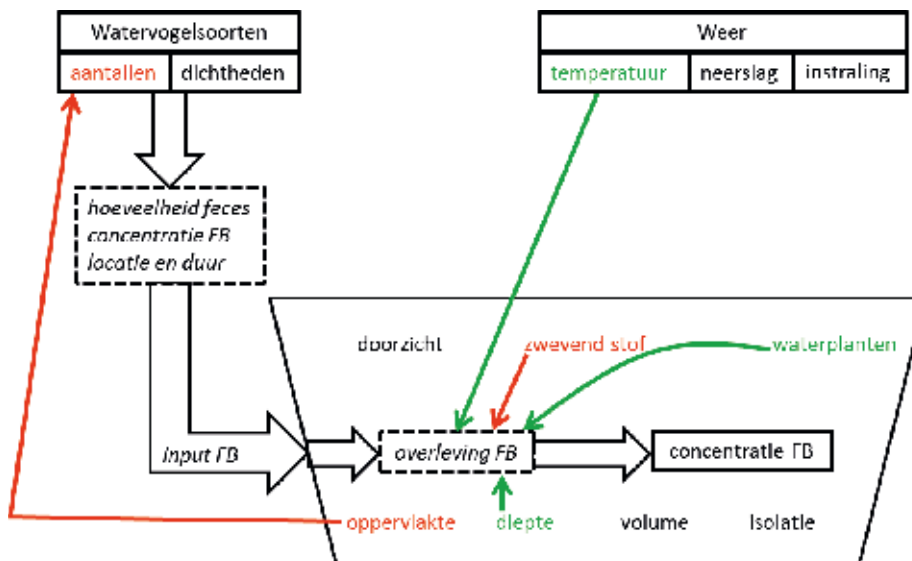
	Correlatie	Ordinatie	Regressie
	Op basis van rangorde, variabelen 1 op 1	Lineaire respons, alle variabelen in samenhang	Lineaire respons, zoeken naar de beste voorspellende variabele
<i>E. coli</i>	Aantal vogels +	Zwevend stof +	Zwevend stof +
	Aantal herbivoren +	Carnivoren +	Oppervlakte zwemzone +
	Oppervlakte zwemzone +	Vegetatie -	Diepte - Temperatuur -
IE	Bedekkingspercentage -	Zwevend stof +	Oppervlakte zwemzone +
	Vegetatierang -	Vegetatie -	Vegetatierang - Temperatuur -

De samenhang tussen deze voorspellende variabelen en de concentratie van fecale bacteriën als respons, wordt weergegeven in figuur 11.

- De rol van *zwevend stof* bevestigt de eerdere resultaten uit het Park van Luna (Kleijn & Meerburg, 2011). Zwevend stof kan op twee manieren zorgen voor een langere overleving van fecale bacteriën in het water, door uitdoving van zonlicht en door het bieden van een bindingsplaats voor bacteriën waardoor deze beschermd worden tegen inactivatie of predatie door protozoa;
- Meer *vegetatie* gaat samen met minder zwevend stof en een beter doorzicht. Dit leidt tot een kortere overleving door snellere inactivatie van fecale bacteriën;
- Een grotere *oppervlakte zwemzone* gaat samen met meer watervogels, en daarmee een grotere input van fecale bacteriën.
- *Diepere* plassen hebben een spronglaag, wat betekent dat de diepe waterlaag niet meer mengt met de bovenste waterlaag. De diepe waterlaag zou als 'sink' kunnen fungeren voor sedimenterende fecale bacteriën.
- Bij een hogere gemiddelde *temperatuur* is de overleving van fecale bacteriën korter. Indirect kan een hogere temperatuur zorgen voor meer input van bacteriën door zwemmers. Echter, in onze studieperiode waren de weersomstandigheden niet zodanig dat hogere temperaturen gepaard gingen met meer zwemmers.

FIGUUR 11

SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN SAMENHANG TUSSEN DE SYSTEEMEIGENSCHAPPEN VAN EEN ZWEMPLAS. GROENE VARIABELEN HEBBEN EEN VERLAGEND EFFECT OP DE CONCENTRATIE VAN FECALE BACTERIËN (FB). RODE VARIABELEN HEBBEN EEN VERHOGENDE EFFECT OP DE CONCENTRATIE. ZWARTE VARIABELEN HEBBEN GEEN SIGNIFICANT EFFECT. CURSIEF GEDRUKTE VARIABELEN ZIJN NIET BEPAALD IN DEZE STUDIE. DE PIJLEN GEVEN HET VOORGESTELDE MECHANISME AAN



## 5.2 DE ROL VAN ZWEVEND STOF IN DE OVERLEVING VAN FECALE BACTERIËN

Uit de ordinatie en de regressieanalyse komt de concentratie aan zwevend stof naar voren als belangrijke variabele. Daarmee lijkt zwevend stof een centrale positie in te nemen in het mechanisme om de fecale bacteriën concentratie te verklaren. Zowel zwevend stof als de aanwezigheid van vegetatie zijn significante verklarende variabelen voor de concentratie fecale bacteriën (*E. coli* respectievelijk IE). Zwemplassen met veel vegetatie hebben in het algemeen een lager zwevend stofgehalte en lagere concentraties fecale bacteriën. Zwemplassen met een hoge concentratie zwevend stof hebben in het algemeen hogere concentraties fecale bacteriën. Uit de regressieanalyse kwam doorzicht niet direct als verklarende variabele. Hieruit valt af te leiden dat de relatie van fecale bacteriën met zwevend stof vooral lijkt te verlopen via de beschikbaarheid van een bindingsplaats voor bacteriën en minder via inactivatie door zonnestraling. In onze studie konden we door het ontbreken van gloeirestmetingen op veel locaties, helaas geen onderscheid maken tussen het anorganische deel van het zwevend stof (opgewerveld sediment), en het organische deel (algen).

Uit eerder literatuuronderzoek van Alterra (Kleijn et al., 2010) bleek dat de overleving van fecale bacteriën in oppervlaktewater het kortst is bij hoge temperaturen, zandbodems, weinig zwevend stof of zuurstofrijke omstandigheden. In laboratoriumonderzoek is aangetoond dat fecale bacteriën langer in het sediment overleven dan vrij in het water (Howell et al., 1996). De grootte van de sedimentdeeltjes is hierbij van invloed, de overleving van met name fecale coliforme bacteriën (zoals *E. coli*) is langer in fijn sediment (klei) dan in zand. Een mogelijke verklaring is dat kleideeltjes een groter beschikbaar oppervlak hebben, en dat bacteriën die zich hechten aan sedimentdeeltjes beter zijn beschermd tegen factoren zoals UV-straling, zout, toxische effecten en predatie door bacteriofagen (Kleijn et al., 2010). Sediment is vaker zuurstofloos dan het bovenstaande water en dat bevordert de overleving van fecale bacteriën. Het sediment is daarmee belangrijk als reservoir voor fecale bacteriën. Opwerveling van het sediment, bijvoorbeeld door activiteit van zwemmers, kan de fecale bacteriën weer in het water brengen. Dit is aangetoond voor *E. coli* (Pachepsky & Shelton, 2011), maar waarschijnlijk kan IE op dezelfde wijze worden opgewerveld. De fractie *E. coli* gebonden aan zwevend stof kan variëren tussen 10 en 90 %, afhankelijk van de weersomstandigheden en studie (Pachepsky & Shelton, 2011).

De overleving van fecale bacteriën wordt ook beïnvloed door ecologische interacties, met name predatie door bacteriofagen (protozoa). Deze predatiedruk is hoger bij hogere temperaturen. Verder kan in de zomer door fotosynthese door algen of waterplanten de zuurstofconcentratie en pH in het water toenemen, wat ook de overleving van fecale bacteriën vermindert (An et al., 1992).

## 5.3 WATERVOGELS ALS BRON, VERGELEKEN MET ANDERE BRONNEN VAN FECALE BACTERIËN

De resultaten van deze veldstudie laten zien dat er een correlatie is tussen watervogels en concentraties fecale bacteriën in het water, met name *E. coli*. De locaties verschilden behoorlijk in aantallen vogels, variërend tussen gemiddeld 0 en 192 in de zwemzone en 11 en 706 op de gehele locatie. Voor de statistische analyse zijn de soorten opgedeeld in herbivoor of carnivoor. Carnivoren (met name meeuwen) zijn in veel lagere aantallen aanwezig dan herbivoren. Uit ons onderzoek bleek dat de aantallen vogels toenemen bij een grotere oppervlakte van de zwemzone. Daarmee is er ook een grotere input van fecale bacteriën in de zwemplas, wat de waargenomen relatie tussen oppervlakte zwemzone en fecale bacteriën kan verklaren. Echter, als de aantallen vogels omgerekend worden naar dichtheid per oppervlakte

zwemzone, verdwijnt de relatie. Welke rol het oppervlakte van de zwemzone precies speelt, is niet geheel duidelijk. Wellicht dat er nog andere variabelen die wij niet in het onderzoek hebben betrokken een rol spelen, zoals de verhouding van het oppervlakte van de zwemzone met het totaal oppervlakte van de plas of de diepte van de plas.

Uit eerder onderzoek van Alterra in het Park van Luna was er geen duidelijke relatie tussen aantallen vogels en *E. coli* (Kleijn & Meerburg, 2011). Verschillende andere veldstudies laten wel zien dat vogels, met name meeuwen, een belangrijke bron van fecale bacteriën in oppervlaktewater kunnen zijn (Benton et al., 1983; Levesque et al., 1993; Converse et al. 2012). Uit een Amerikaanse veldstudie in 99 meren in Florida bleek dat de *E. coli*-concentratie positief was gecorreleerd met het aantal watervogels en met de trofiegraad van het systeem en negatief met het doorzicht (Hoyer et al., 2006). Deze studie liet geen correlatie zien met vegetatie of de grootte van het meer, terwijl zwevend stof niet was gemeten.

Andere mogelijke bronnen van fecale bacteriën zijn de zwemmers zelf, afspoeling door regen vanaf omringend land, en eventueel andere dieren zoals paarden of honden. Vooral hondenpoep bevat hoge concentraties aan fecale bacteriën (Wright et al., 2009). Als orde grootte kan gesteld worden dat één hondendrol eenzelfde hoeveelheid *E. coli*-bacteriën bevat als tien meeuwenflatsen of honderd ganzen- of eendenkeutels (Webster, 2012). Actieve riooloverstorten zijn niet aanwezig op de twintig onderzochte locaties. Op de Kralingse plas en Sloterplas zijn jachthavens aanwezig die van invloed kunnen zijn. In het grootste deel van de veldwerkperiode was het weer matig en bleven de aantallen zwemmers beperkt. De mogelijke invloed van de zwemmers kan zowel direct zijn (slechte persoonlijke hygiëne) of indirect door het opwerpen van sediment, waarmee fecale bacteriën vanuit het sediment weer in het water worden gebracht. Door het beperkte aantal zwemmers is deze bron waarschijnlijk niet zo groot.

De aanwezigheid van paarden of honden op het strand en langs het water is niet meegenomen in de statistische analyse. Deze bron kan niet worden uitgesloten, maar is waarschijnlijk beperkt. Enkele honden zijn waargenomen op het strand bij de Kralingse Plas en Groene Heuvels. Bij de Westpolderplas zijn bij één van de drie veldbezoeken drie geiten op het strand waargenomen.

#### 5.4 WAT GEVEN DE FECALE INDICATOREN AAN?

In de zwemwaterrichtlijn worden *E. coli* en IE gebruikt als indicator voor fecale verontreiniging. Intestinale enterococci bestaan uit de soorten *Enterococcus faecalis*, *E. faecium*, *E. durans* en *E. hirae*. De vroegere term fecale streptococci verwijst naar ruwweg dezelfde groep bacteriën. De verschillende gebruikte methoden voor detectie geven allemaal een vergelijkbaar resultaat (Bartram & Rees, 2000). Concentratie van IE in feces is meestal een orde grootte lager dan de concentratie *E. coli*. Voor zowel IE als *E. coli* wordt de concentratie in feces mede bepaald door de voedselvoorkeur, waarbij een carnivoor of omnivoor dieet hogere concentraties geeft dan een herbivoor dieet.

IE overleeft langer in water dan *E. coli* en wordt daarom ook wel gebruikt als indicator voor een oude verontreiniging. Sommige studies geven aan dat IE een betere indicator dan *E. coli* is voor verontreiniging door vogels (de Man et al., 2009). Dit lijkt zo te zijn voor situaties met een bemonsteringsfrequentie van tweewekelijks tot maandelijks (Kirschner et al., 2006). Dit komt waarschijnlijk door de langere overleving van IE in oppervlaktewater en daarmee het minder

vaak voorkomen van uitschieters in de concentratie. Uit onze regressieanalyse met dataset 2 (periode van vier of vijf metingen) blijkt dat het beste model voor *E. coli* gebruik maakt van de maximale waarde (dus juist de piek). Het beste model voor IE maakt gebruik van de mediaan waarde. Van alle modellen was het model voor IE gebruik makend van dataset 1 het model met de grootste verklaarde variantie.

In een studie in opdracht van waterschap Rivierenland is onderzocht wat de variatie in ruimte en tijd is tussen *E. coli*-metingen. Deze bleek groot te zijn (de Lange, 2012). Er waren grote verschillen tussen de metingen op vier opeenvolgende dagen. Per dag werden dertien meetpunten bemonsterd. Er bleek een significant verschil te zijn tussen de meetpunten het dichtst bij het strand en de meetpunten die meer op de plas genomen waren. Dit verschil komt overeen met wat Hoyer et al. (2006) vonden in hun studie: concentraties in open water waren lager dan in de oeverzone. In een andere Amerikaanse studie is ook een grote ruimtelijke spreiding aangetoond: concentraties op dezelfde locatie kunnen tot een factor tien verschillen, met ook hier de hoogste concentraties in de zone het dichtst bij het strand (Bertke, 2007). Uit dit onderzoek bleek ook dat een mengmonster een gelijk resultaat gaf als het gemiddelde van afzonderlijke monsters. Dit kan een aanzienlijke kostenreductie geven (Bertke, 2007).

Vanuit gezondheidsrisico voor de zwemmer zijn ziekteverwekkers zoals *Campylobacter*, *Salmonella*, *Cryptosporidium* of *Giardia* belangrijk. De vraag is derhalve of de fecale indicatoren een goede relatie geven met ziekteverwekkers. Echter, verschillende studies laten zien dat de correlatie tussen *Campylobacter* en fecale indicatorbacteriën beperkt is (Jones, 2001; Abulreesh et al., 2004; Wilkes et al., 2009; Van Dyke et al., 2010). Ook voor de aanwezigheid van *Salmonella* zijn de fecale indicator bacteriën geen goede voorspellers (Jenkins et al., 2012). Dorner et al. (2007) laten zien dat de concentraties pathogenen zwak zijn gecorreleerd met indicator bacteriën en turbiditeit.

De zwakke correlaties uit veldstudies tussen fecale indicatoren en ziekteverwekkers kan worden veroorzaakt doordat er verschillende bronnen zijn van ziekteverwekker en indicator. De laatste jaren is brondetectie van fecale bacteriën een techniek in opkomst (McLellan et al., 2003; Hagedorn et al., 2011). Het is mogelijk om met DNA-fingerprinting-technieken de concentratie en herkomst van ziekteverwekkers te meten. Het is wel belangrijk dat in de ontwikkeling van deze technieken aandacht wordt besteed aan de persistentie van DNA-target-moleculen en relatie tussen het voorkomen van een bepaalde DNA-type en de risico's voor de volksgezondheid (Kleijn et al., 2010).

Een andere mogelijkheid is dat de overleving in het oppervlaktewater anders verloopt. Goede veldstudies hiernaar zijn schaars. Uit een veldstudie waar zowel op verschillende punten langs een rivier als gedurende 25 uur is gemeten, bleek dat inactivatie door zonlicht voor *Salmonella* niet belangrijk was, maar wel voor *E. coli* en enterococci (Sassoubre et al., 2011). Uit een microcosm-studie bleek dat *Salmonella* langer overleeft dan andere fecale bacteriën (Chao et al., 1987). Uit verschillende studies met de ruststadia van *Giardia* en *Cryptosporidium* blijkt dat de overleving vergelijkbaar is met die van fecale indicatoren, namelijk langer in het sediment dan in het water (Karim et al., 2004), langer bij 4 °C dan bij 20 °C (Nichols et al., 2004), en inactivatie door het UV-deel van zonlicht (King et al., 2008).

## 5.5 CONCLUSIES

Op basis van de resultaten van deze studie kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Aantallen vogels zijn gecorreleerd aan hogere *E. coli*-concentraties en zijn daarmee een bron van fecale bacteriën;
- De aanwezige watervogels op de onderzochte locaties zijn vooral herbivoren. Uit literatuuronderzoek blijkt dat carnivore vogels een hogere concentratie *E. coli* en IE in hun feces hebben. Herbivore vogels produceren meer uitwerpselen per etmaal en zijn in grotere aantallen aanwezig;
- Door de relatief slechte weersomstandigheden gedurende het grootste deel van het veldwerk, zijn zwemmers minder van belang geweest als mogelijke bron van *E. coli* en IE;
- De beste voorspellende variabelen in de regressiemodellen voor *E. coli* en IE zijn de morfologie van de plas (oppervlakte zwemzone en diepte), de structuur van het ecosysteem (zwevend stof en vegetatie), en de temperatuur;
- Voor de concentratie in het water lijkt de overleving belangrijker te zijn dan de input vanuit watervogels, aangezien de beste voorspellende variabelen in de regressiemodellen van invloed zijn op de overleving;
- Zwevend stof is waarschijnlijk belangrijk als bindingsplaats voor fecale bacteriën, waardoor deze langer in het water overleven.

## 5.6 REFLECTIE OP GEVOLGDE METHODE

Bij de conclusies van dit onderzoek dient met volgende rekening gehouden te worden. De opzet van deze veldstudie was erop gericht om een groot aantal locaties te onderzoeken. Uiteindelijk hebben tien waterschappen en vier provincies geparticipeerd in dit onderzoek en zijn twintig locaties onderzocht. De selectie van twintig locaties heeft een bias richting locaties waar overschrijdingen plaatsvinden. Dit aantal van twintig is niet bijzonder groot om biologische relaties in het veld te onderzoeken, aangezien biologische variabelen gekenmerkt worden door veel natuurlijke variatie.

Het beste regressiemodel voor *E. coli* verklaarde 47% van de variatie, het beste model voor IE 65%. 35 tot 53% van de variatie wordt veroorzaakt door factoren die niet zijn gemeten. Dat kunnen andere bronnen van IE of *E. coli* zijn, verschillen in de concentraties van de feces per locatie of andere lokale factoren die de overleving van *E. coli* en IE beïnvloeden.

Bij de interpretatie van alle uitkomsten moet worden gerealiseerd dat de opzet van het veldonderzoek zich er niet toe leent om causale relaties aan te tonen, maar dat op grond van de uitkomsten slechts verbanden tussen variabelen kunnen worden aangetoond.

# 6

## DOORWERKING VAN DE RESULTATEN

### 6.1 INZICHT IN KNELPUNTEN

Deze studie heeft het inzicht verbeterd in de relaties tussen aantallen en soorten watervogels, waterplanten, helderheid en concentraties van fecale bacteriën in zwemplassen. Hieruit kunnen de volgende knelpunten voor een goede bacteriologische zwemwaterkwaliteit worden beschreven.

#### BRON VAN FECALE BACTERIËN

Watervogels zijn een bron van fecale bacteriën. Grote aantallen watervogels op een zwemplas geven een vergrote input van fecale bacteriën. Herbivoren zijn in grotere aantallen aanwezig dan carnivoren en produceren meer feces per etmaal. Carnivoren hebben hogere concentraties bacteriën in hun feces.

#### OVERLEVING IN HET WATER

Of een vergrote input van bacteriën leidt tot verhoogde concentraties in het water wordt bepaald door de verdunning in het systeem en hoe lang de bacteriën kunnen overleven in het water. Uit het veldonderzoek blijkt dat in het algemeen een helder systeem met weinig zwevend stof en veel waterplanten lagere concentraties aan fecale bacteriën heeft. Het mechanisme hierachter is waarschijnlijk dat bacteriën in een troebel systeem langer overleven. Uit het veldonderzoek blijkt ook dat diepe plassen in het algemeen lagere concentraties hebben dan ondiepe plassen. Locaties met een grote zwemzone hebben in het algemeen hogere concentraties.

#### CONCENTRATIE EN BESCHERMING GEZONDHEID ZWEMMER

Uit deze studie, gecombineerd met de aanvullende studie in drie plassen van Rivierenland (de Lange, 2012), blijkt dat de *E. coli*-concentratie enorm kan variëren binnen een plas en tussen opeenvolgende dagen. De zone met het grootste risico op overschrijding is de ondiepe zone direct aan het strand. Echter, in de meeste zwemplassen zal het vaste meetpunt niet representatief zijn voor deze zone. De grote dagelijkse variatie geeft aan dat met name de *E. coli*-concentratie een momentopname is, waarbij in een tweewekelijks of maandelijks bemonsteringsschema pieken vaker gemist worden dan gemeten. Dit wordt ook geïllustreerd door de grote variatie in concentraties gedurende het zwemseizoen in de twintig onderzochte locaties (bijlage 2). De huidige wijze van monitoring geeft een goed beeld op de lange termijn, waarbij goede en slechte locaties (de uitersten) goed worden onderscheiden. De vraag is in hoeverre locaties in het tussengebied goed gekarakteriseerd worden en of op de korte termijn (“we gaan vandaag zwemmen”) locaties met een overschrijding en dus een risico herkend worden.

## 6.2 ADVIEZEN VOOR MAATREGELEN

Er bestaan geen generieke maatregelen die geschikt zijn voor alle voor zwemwaterlocaties met periodieke overschrijdingen van normen voor fecale bacteriën als gevolg van belasting door vogels. Iedere locatie is anders en vraagt om maatwerkmaatregelen. Maatregelen die zijn gericht op het verjagen van de vogels zelf blijven hier buiten beschouwing.

In dit onderzoek zijn relaties tussen enerzijds concentraties van fecale bacteriën en anderzijds helderheid van het water en aanwezigheid van waterplanten onderzocht en aangetoond. Op basis hiervan kan de richting van de maatregelen worden gezocht in het beperken van de overleving van fecale bacteriën, waarbij het ecologisch functioneren van een plas verbeterd wordt. Daarbij wordt niet voorbij gegaan aan de wensen en belangen van de recreanten, waarvoor de zwemwaterlocaties immers zijn bedoeld.

Mogelijke maatregelen die het ecologisch functioneren van een plas verbeteren en de kans op overschrijdingen van normen voor fecale bacteriën verminderen zijn:

- Stimuleren van de groei van waterplanten; daarbij moet vooral gedacht worden aan waterplanten in de plas buiten de zwemzone. Waterplanten worden immers door zwemmers vaak als hinderlijk ondervonden. In incidentele gevallen kan ook waterplantengroei in de zwemzone worden toegelaten en kan (bij afwezigheid van klachten) worden afgezien van bijvoorbeeld maaien in de zwemzone. Als de groei van waterplanten in of nabij zwemwaterzones wordt gestimuleerd is het van belang om alert te zijn op de aanwezigheid van slakjes met zwemmersjeuk veroorzakende cercariën;
- Voorkómen van opwerveling van bodemmateriaal door vis. In sommige gevallen zijn bodemwoelende vissen verantwoordelijk voor het troebel maken en houden van oppervlaktewater. In dergelijke gevallen kan de toestand door actief visbeheer verbeteren;
- Voorkómen van overmatige opwerveling van bodemmateriaal door recreanten. Als bijvoorbeeld sprake is van een slibbige bodem in de zwemzone die wordt opgewerveld door zwemmers, kan de bodem worden verwijderd tot een diepte waarop een stevigere bodem aanwezig is en/of de bodem worden afgedekt met zand.

Behalve maatregelen die zijn gericht op het ecologische functioneren van de plas, om daarbij de overleving van de fecale bacteriën te verkorten, blijft het beheer ter plekke uiteraard belangrijk om géén vogels aan te trekken. Dit kan door:

- De aanwezigheid van voldoende afvalbakken, om te Voorkómen dat meeuwen en andere vogels worden aangetrokken door zwerfvuil;
- Goede voorlichting naar de recreanten, waardoor ze hun etensresten weggoeien en niet aan de vogels geven.

## 6.3 VERVOLGONDERZOEK

Behalve nieuwe inzichten blijven er ook nog onderdelen minder goed bekend en onderzocht. Vervolgonderzoek zou met name gericht moeten zijn op de volgende aspecten:

- Het meten van ziekteverwekkers in de feces van verschillende soorten watervogels. Hierover is nog maar weinig bekend. Aanbevolen wordt om de verschillen tussen soorten beter te onderzoeken, gekoppeld aan de voedselvoorkeur, variatie tussen locaties binnen Nederland en variaties in de tijd gedurende het seizoen;
- De locatie waar vogels hun uitwerpselen deponeren is slecht bekend. Wat op het strand ligt is zichtbaar, maar onbekend is bijvoorbeeld hoeveel feces door bijvoorbeeld ganzen en meerkoeten rechtstreeks in het water wordt gedeponeed. Dit moet verder onderzocht worden;



- Uit dit onderzoek, en uit eerder onderzoek in het Park van Luna, komt naar voren dat de concentratie zwevend stof een goede voorspeller is van de *E. coli*-concentratie. Waarschijnlijk hangt dit samen met een langere overleving van *E. coli*, maar het is niet precies bekend welk mechanisme hieraan ten grondslag ligt. Ook is niet bekend of de samenstelling van het zwevend stof, dus sediment- of alg-deeltjes, van belang is. Dit moet verder onderzocht worden;
- Uit de statistische analyse kwam meerdere keren de oppervlakte van de zwemzone als belangrijk naar voren. Dit moet verder onderzocht worden, bijvoorbeeld in een data-analyse aan alle Nederlandse zwemlocaties om de morfologie van een plas (oppervlakte, diepte, volume) te relateren aan bacteriële overschrijdingen;
- Bij een overschrijding van IE of *E. coli* is het belangrijk om te weten welke bron van fecale verontreiniging verantwoordelijk is voor de overschrijding, zodat de juiste maatregelen genomen kunnen worden. Het (verder) ontwikkelen van DNA-fingerprinting technieken om de verschillende bronnen van ziekteverwekkers te onderscheiden is hierbij een waardevol hulpmiddel. Daarbij kan worden gedacht aan het onderscheid maken tussen vogels, honden, paarden, mens, maar ook aan het onderscheid tussen verschillende soorten vogels;
- Het ontwikkelen van een “early warning-systeem”, waarbij op basis van aanwezige vogels, weer en karakteristieken van de zwemplas een inschatting wordt gemaakt over de kans op normoverschrijding, om zo de gezondheid van de zwemmers beter te beschermen.

# LITERATUUR

- Abulreesh, H. H., Paget, T. A. & Goulder, R. 2004. Waterfowl and the bacteriological quality of amenity ponds. *Journal of water and health*, 2, 183-189.
- Alderisio, K. A. & DeLuca, N. 1999. Seasonal enumeration of fecal coliform bacteria from the feces of ring-billed gulls (*Larus delawarensis*) and Canada geese (*Branta canadensis*). *Applied and Environmental Microbiology*, 65, 5628-5630.
- An, Y.-J., Kampbell, D. H. & Peter Breidenbach, G. 2002. *Escherichia coli* and total coliforms in water and sediments at lake marinas. *Environmental Pollution*, 120, 771-778.
- Bartram, J. & Rees, G. eds. (2000) Monitoring Bathing Waters. New York, NY: E & FN Spon.
- Benton, C., Khan, F., Monaghan, P., Richards, W. N. & Shedden, C. B. 1983. The contamination of a major water supply by gulls (*Larus* sp.): A study of the problem and remedial action taken. *Water Research*, 17, 789-798.
- Bertke, E. E. 2007. Composite analysis for *Escherichia coli* at coastal beaches. *Journal of Great Lakes Research*, 33, 335-341.
- Bolker, B. M., Brooks, M. E., Clark, C. J., Geange, S. W., Poulsen, J. R., Stevens, M. H. H. & White, J.-S. S. 2009. Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends in Ecology & Evolution*, 24, 127-135.
- de Bruijne, W.J.J. 2011. Zwemwaterprofiel het Lageveld. Arcadis Nederland bv.
- Chao, W., Ding R., & Chen R. 1987. Survival of pathogenic bacteria in environmental microcosms. *Chin. J. Microb. Immunol.*, 20, 339-348.
- Converse, R.R., J.L. Kinzelman, E.A. Sams, E. Hudgens, A.P. Dufour,, H. Ryu, J. W. Santo-Domingo, C. A. Kelty, O.C. Shanks, S. D. Siefiring, R.A. Haugland & T.J. Wade 2012. Dramatic improvements in beach water quality following gull removal. *Environ. Sci. Technol.* 46: 10206-10213.
- Deller, S., Mascher, F., Platzer, S., Reinthaler, F. F. & Marth, E. 2006. Effect of solar radiation on survival of indicator bacteria in bathing waters. *Central European Journal of Public Health*, 14, 133-137.
- Dorner, S.M., Anderson W.B., Gaulin T., Candon H.L., Slawson R.M., Payment P., & Huck P.M. 2007. Pathogen and indicator variability in a heavily impacted watershed. *J. Wat. Hlth.*, 5, 241.
- Fallacara, D. M., Monahan, C. M., Morishita, T. Y., Bremer, C. A. & Wack, R. F. 2004. Survey of parasites and bacterial pathogens from free-living waterfowl in zoological settings. *Avian Diseases*, 48, 759-767.
- Fallacara, D. M., Monahan, C. M., Morishita, T. Y. & Wack, R. F. 2001. Fecal shedding and antimicrobial susceptibility of selected bacterial pathogens and a survey of intestinal parasites in free-living waterfowl. *Avian Diseases*, 45, 128-135.
- Fogarty, L. R., Haack, S. K., Wolcott, M. J. & Whitman, R. L. 2003. Abundance and characteristics of the recreational water quality indicator bacteria *Escherichia coli* and enterococci in gull faeces. *Journal of Applied Microbiology*, 94, 865-878.
- Groot-Abbenes, J.F. & J. Stoffels 2011. Zwemwaterprofiel Grote Maarsseveense plas. Waternet.

- Groot-Abbenes, J.F., J. Stoffels, J.M. Stroom & E. de Bruin 2011. Zwemwaterprofiel Sloterplas. Waternet.
- Gould, D. J. & Fletcher, M. R. 1978. Gull droppings and their effects on water quality. *Water Research*, 12, 665-672.
- de Haan, M. 2006. Zwemwaterprofiel plas Prinsenbos.
- Hagedorn, C., Blanch, A.R. & Harwood, V.J. 2011. *Microbial Source Tracking: methods, applications and case studies*. New York: Springer Science and Business Media.
- Hahn, S., Bauer, S. & Klaassen, M. 2007. Estimating the contribution of carnivorous waterbirds to nutrient loading in freshwater habitats. *Freshwater Biology*, 52, 2421-2433.
- Hoeijmakers, M. 2006. Zwemwaterprofiel zwemvijver Wilhelminapark.
- Howell, J. M., Coyne, M. S. & Cornelius, P. L. 1996. Effect of sediment particle size and temperature on fecal bacteria mortality rates and the fecal coliform/fecal streptococci ratio. *J. Environ. Qual.*, 25, 1216-1220.
- Hoyer, M. V., Donze, J. L., Schulz, E. J., Willis, D. J. & Canfield Jr, D. E. 2006. Total coliform and *Escherichia coli* counts in 99 Florida lakes with relations to some common limnological factors. *Lake and Reservoir Management*, 22, 141-150.
- Hulsegge, W. & S. Haverkamp 2008. Zwemwaterprofiel recreatieplas Toolenburg. Tauw, Deventer.
- Jenkins, M.B., D.M. Endale, D.S. Fisher, M.P. Adams, R. Lowrance, G.L. Newton, & G. Vellidis. 2012. Survival dynamics of fecal bacteria in ponds in agricultural watersheds of the Piedmont and Coastal Plain of Georgia. *Wat. Res.*, 46, 176-186
- Jones, K. 2001. *Campylobacters in water, sewage and the environment*. *J. Appl. Microbiol.*, 90, 68S-79.
- Karim, M.R., Manshadi F.D., Karpiscak M.M., & Gerba C.P. 2004. The persistence and removal of enteric pathogens in constructed wetlands. *Wat. Res.*, 38, 1831-1837.
- Kassa, H., Harrington, B. & Bisesi, M. S. 2001. Risk of occupational exposure to *Cryptosporidium*, *Giardia*, and *Campylobacter* associated with the feces of giant Canada geese. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 16, 905-909.
- King, B.J., D. Hoefel, D.P. Daminato, S. Fanok, & P.T. Monis. 2008. Solar UV reduces *Cryptosporidium parvum* oocysts infectivity in environmental waters. *J. Appl. Microbiol.*, 104, 1311-1323.
- Kirschner, A. K. T., Zechmeister, T. C., Kavka, G. G., Beiwl, C., Herzig, A., Mach, R. L. & Farnleitner, A. H. 2004. Integral strategy for evaluation of fecal indicator performance in bird-influenced saline inland waters. *Applied and Environmental Microbiology*, 70, 7396-7403.
- Kleijn, D., Meerburg, B.G. & Harmsen, J. 2010. Fecale bacteriën in de plassen van het Park van Luna, Heerhugowaard. Een verkenning van oorzaken en oplossingen. Alterra rapport 2057. 41 pp.
- Kleijn, D., & Meerburg, B.G. 2011. Watervogels en fecale bacteriën in de plassen van het Park van Luna-studies naar relaties en oplossingen. Alterra-rapport 2191, Wageningen.
- de Lange, H.J., 1999. *Effects of ultraviolet-B radiation on phytoplankton-zooplankton interactions*. Proefschrift Wageningen Universiteit. 187 pp.

- de Lange, H.J., 2012. Aanvullend onderzoek in drie zwemplassen van waterschap Rivierenland. Grip krijgen op de variatie van *E. coli* concentratie in ruimte en tijd. Alterra-notitie. Vertrouwelijk. 28 pp.
- Leenen, E.J.T.M., M. Maessen & F.J. va Wijk 2004. Pilot-onderzoek herziening Europese zwemwaterrichtlijn. Grontmij 13/99053549/IL, Houten.
- Leenen, I., M. de Haan, R. Veldhuizen, B.J. Vreman & J. van Tent 2012. Zwemwaterprofiel Krimpenerhout. Grontmij/DHV, Hoogheemraadschap Schieland en de Krimpenerwaard.
- Levesque, B., Brousseau, P., Simard, P., Dewailly, E., Meisels, M., Ramsay, D. & Joly, J. 1993. Impact of the ring-billed gull (*Larus delawarensis*) on the microbiological quality of recreational water. *Applied and Environmental Microbiology*, 59, 1228-1230.
- Loonen, M.J.J.E. & D. Bos 2003. Geese in the Wadden Sea: an effect of grazing on habitat preference. In: W.J. Wolff, K. Essink, A. Kellermann & M.A. van Leeuwe (eds.) – Challenges to the Wadden Sea. Proceedings of the 10th International Scientific Wadden Sea Symposium, Groningen, 2000. Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries / University of Groningen, Dept. of Marine Biology, 2003.
- de Man, H., M. Kuiper, I. Leenen, 2009. Volksgezondheid en water in het stedelijk gebied. Gezondheidsrisicoanalyse. STOWA rapport 2009-25. 62 pp.
- Manny, B.A., Wetzel R.G. & Johnson W.C. 1975. Annual contribution of carbon, nitrogen, and phosphorus by migrant Canada geese to a hardwater lake. *Verh. int. Ver. Limnol*, 19, 949-951.
- McLellan, S.L., A.D. Daniels & A.K. Salmore, 2003. Genetic characterization of *Escherichia coli* populations from host sources of fecal pollution by using DNA fingerprinting. *Applied and Environmental Microbiology*, 69, 2587-2594.
- Meerburg, B. G., Koene, M. G. J. & Kleijn, D. 2011. *Escherichia coli* concentrations in feces of geese, coots, and gulls residing on recreational water in The Netherlands. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 11, 601-603.
- Moriarty, E. M., Karki, N., MacKenzie, M., Sinton, L. W., Wood, D. R. & Gilpin, B. J. 2011. Faecal indicators and pathogens in selected New Zealand waterfowl. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 45, 679-688.
- Murphy, J., Devane, M. L., Robson, B. & Gilpin, B. J. 2005. Genotypic characterization of bacteria cultured from duck faeces. *Journal of Applied Microbiology*, 99, 301-309.
- Nelson, M., Jones, S. H., Edwards, C. & Ellis, J. C. 2008. Characterization of *Escherichia coli* populations from gulls, landfill trash, and wastewater using ribotyping. *Diseases of Aquatic Organisms*, 81, 53-63.
- Nichols, R.A.B., Paton C.A., & Smith H.V. 2004. Survival of *Cryptosporidium parvum* oocysts after prolonged exposure to still natural mineral waters. *J. Food Prot.*, 67, 517-523.
- Noble, R. T., Lee, I. M. & Schiff, K. C. 2004. Inactivation of indicator micro-organisms from various sources of faecal contamination in seawater and freshwater. *Journal of Applied Microbiology*, 96, 464-472.
- Oostveen, M. 2012. Zwemwaterprofiel Park van Luna 2007 t/m 2010. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier/ DHV.
- Owen, M. 1971. The selection of feeding site by white-fronted geese at the New grounds, Slimbridge. *J. Appl. Ecol.* 9: 385-398.

Pachepsky, Y. A. & Shelton, D. R. 2011. *Escherichia coli* and fecal coliforms in freshwater and estuarine sediments. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 41, 1067-1110.

Sassoubre, L. M., Walters, S. P., Russell, T. L. & Boehm, A. B. 2011. Sources and fate of *Salmonella* and fecal indicator bacteria in an urban creek. *Journal of Environmental Monitoring*, 13, 2206-2212.

Scheffer, M. 1998. *Ecology of shallow lakes*. Chapman & Hall, 357 pp.

Van Dyke, M. I., Morton, V. K., McLellan, N. L. & Huck, P. M. 2010. The occurrence of *Campylobacter* in river water and waterfowl within a watershed in southern Ontario, Canada. *Journal of Applied Microbiology*, 109, 1053-1066.

Vreman, B.J. 2011. Zwemwaterprofiel het Skarpet 2007 t/m 2010. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier/ DHV.

Waterschap Brabantse Delta 2008a. Zwemwaterprofiel Binnenschelde.

Waterschap Brabantse Delta 2008b. Zwemwaterprofiel Westpolderplas.

Waterschap Groot Salland, 2008. Zwemwaterprofiel Agnietenplas.

Waterschap Rivierenland 2008a. Zwemwaterprofiel De Rotonde.

Waterschap Rivierenland 2008b. Zwemwaterprofiel De Groene Heuvels.

Waterschap Rivierenland 2008c. Zwemwaterprofiel Walburgen.

Waterschap Rivierenland 2008d. Zwemwaterprofiel Rijkerswoerdse plassen.

Webster, P. 2012. Bathing Waters – Implementing the rBWD. Presentatie EPA 2012 National Water Event.

van de Wee, P. & Slot, D. 2007. Zwemwaterprofiel vijver camping Weltevreden.

Wetterskip Fryslân 2009. Zwemwaterprofiel van het zwemwater de Heide.

Whitman, R. L., Nevers, M.B., Korinek, G. C. & Byappanahalli, M. N. 2004. Solar and temporal effects on *Escherichia coli* concentration at a Lake Michigan swimming beach. *Applied and Environmental Microbiology*, 70, 4276-4285.

Wilkes, G., Edge, T.A., Gannon, V.P.J., Jokinen, C., Lyautey, E., Neumann, N.F., Ruecker, N., Scott, A., Sunohara, M., Topp, E., & Lapen, D.R. 2011. Associations among pathogenic bacteria, parasites, and environmental and land use factors in multiple mixed-use watersheds. *Water Research*, 45, 5807-5825.

Wright, M. E., Solo-Gabriele, H. M., Elmir, S. & Fleming, L. E. 2009. Microbial load from animal feces at a recreational beach. *Marine Pollution Bulletin*, 58, 1649-1656.

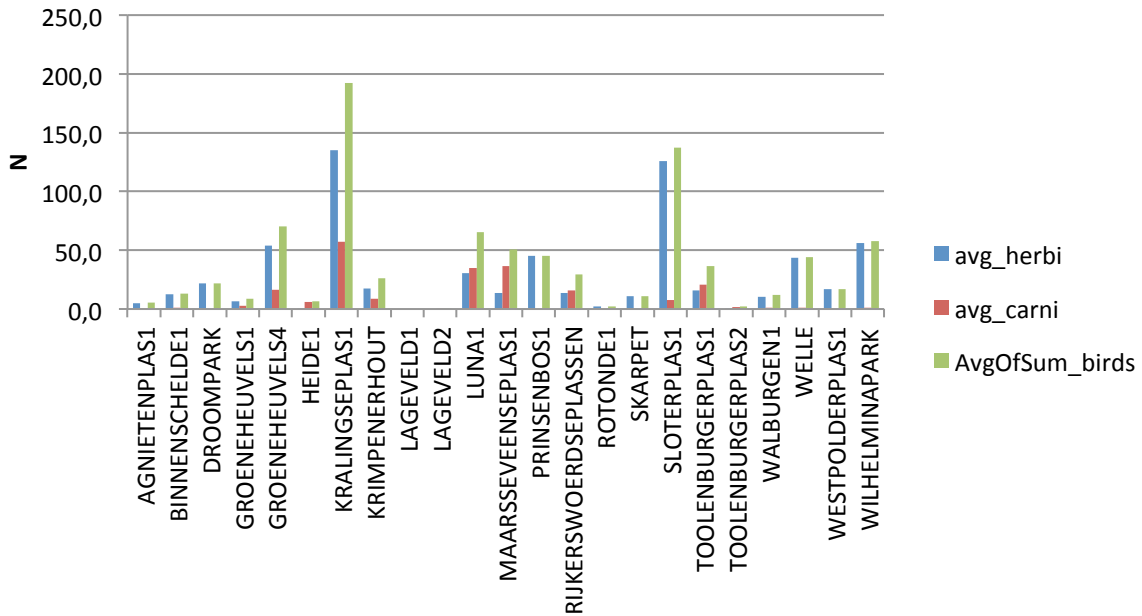
Zhou, L., Kassa, H., Tischler, M. L. & Xiao, L. 2004. Host-adapted *Cryptosporidium* spp. in Canada geese (*Branta canadensis*). *Applied and Environmental Microbiology*, 70, 4211-4215.

De bijlagen bij dit rapport kunt u vinden op [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl) bij het item van deze publicatie (rapport 2013-12) in de bibliotheek

BIJLAGE 1

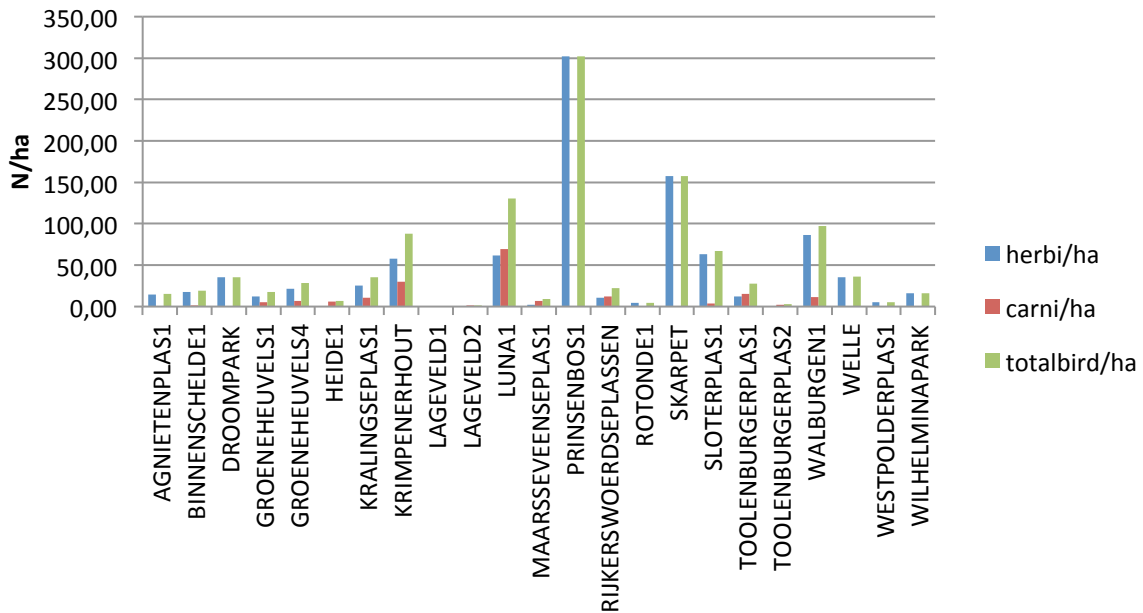
# VELDMETINGEN

## Avg Abundance



Gemiddelde abundantie van vogels in de zwemzone (gemiddelde van de drie telrondes). Carni = carnivoor (meeuwen, aalscholvers, futen, visdief), herbi = overige vogels

## Avg Density

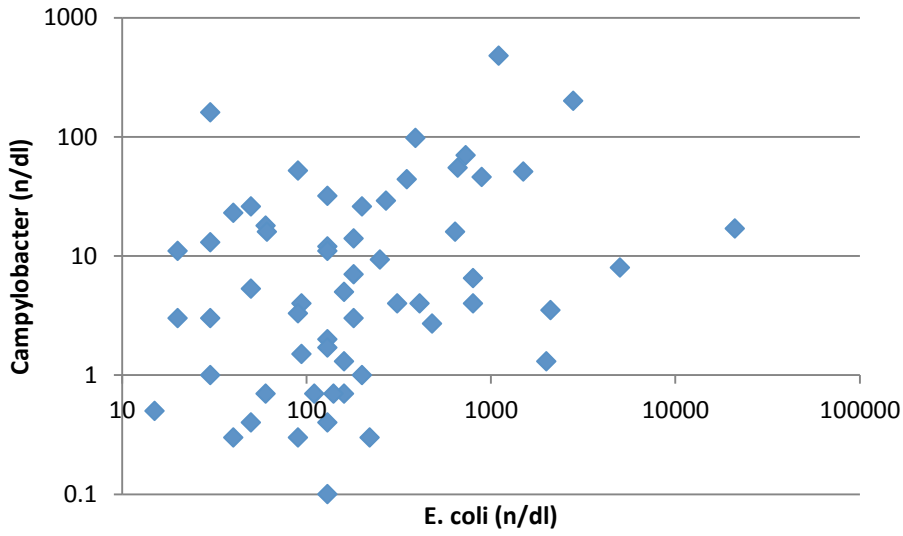


Gemiddelde dichtheid van vogels per oppervlakte zwemzone. Carni = carnivoor (meeuwen, aalscholvers, futen, visdief), herbi = overige vogels

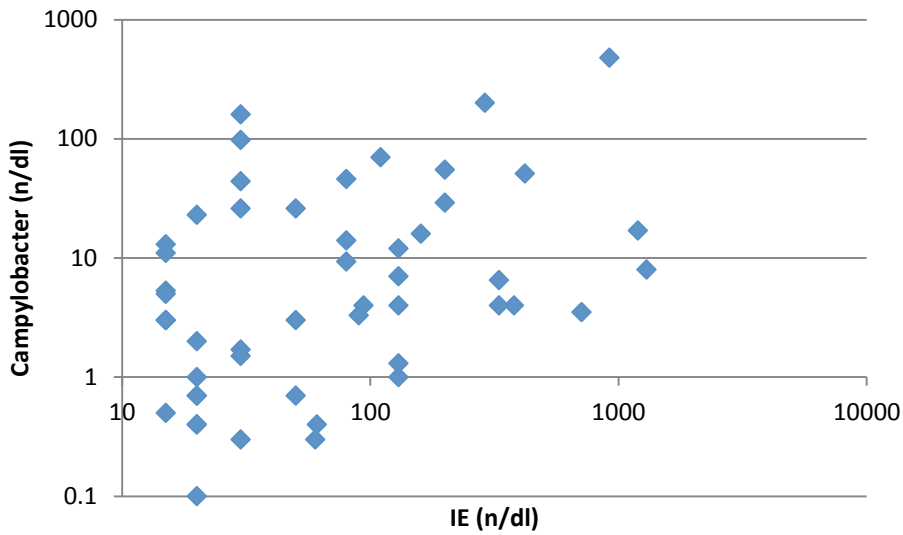
## GELDEDE VOGELSOORTEN, DIEET EN GEBRUIKTE AFKORTING IN FIGUREN RAPPORTAGE

	<b>dieet</b>	<b>afkorting</b>
Meerkoet	herbivoor	MK
Fuut	carnivoor	FU
Waterhoen	herbivoor	WH
Wilde eend	herbivoor	WE
Kuifeend	herbivoor	KE
Tafeleend	herbivoor	TE
Bergeend	herbivoor	BergE
Zilvermeeuw	carnivoor	ZM
Kleine mantelmeeuw	carnivoor	KM
Kokmeeuw	carnivoor	KokM
Stormmeeuw	carnivoor	StormM
Knobbelzwaan	herbivoor	KZ
Grauwe gans	herbivoor	GG
Soepgans	herbivoor	SoepG
Canadese gans	herbivoor	CanG
Nijlgans	herbivoor	NG
Brandgans	herbivoor	BrandG
Schoulekster	herbivoor	SE
Tureluur	herbivoor	Tu
Kievit	herbivoor	Ki
Grutto	herbivoor	Gr
Aalscholver	carnivoor	Aalsch
Visdief	carnivoor	Visdief
Blauwe reiger	herbivoor	BlReig
Dodaars	herbivoor	Dodaars

**SAMENHANG *E. COLI* EN *CAMPYLOBACTER* CONCENTRATIES, ALLE LOCATIES SAMENGEVOEGD. ALLEEN WAARDEN BOVEN DE DETECTIELIMIET GEBRUIKT**



**SAMENHANG IE EN *CAMPYLOBACTER* CONCENTRATIES, ALLE LOCATIES SAMENGEVOEGD. ALLEEN WAARDEN BOVEN DE DETECTIELIMIET GEBRUIKT**

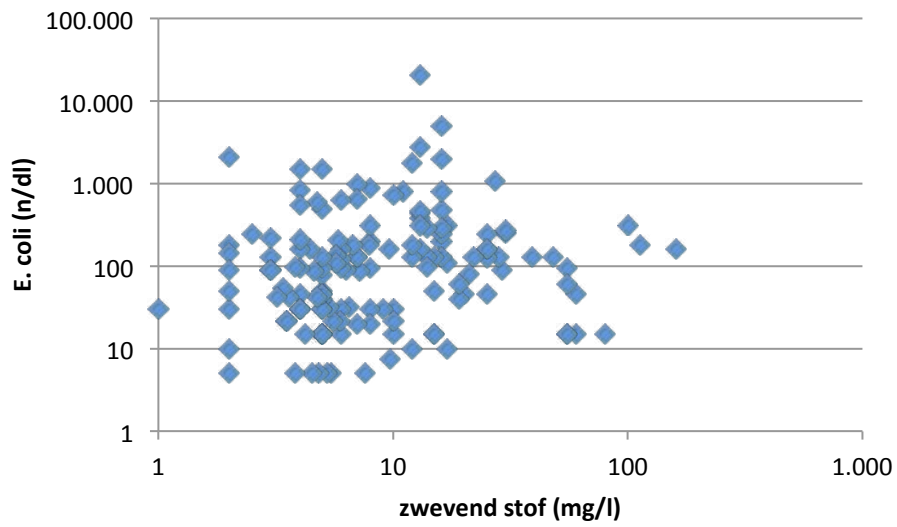


**SPEARMANRANGCORRELATIECOËFFICIËNTEN, P-WAARDES \*\* = <0.01**

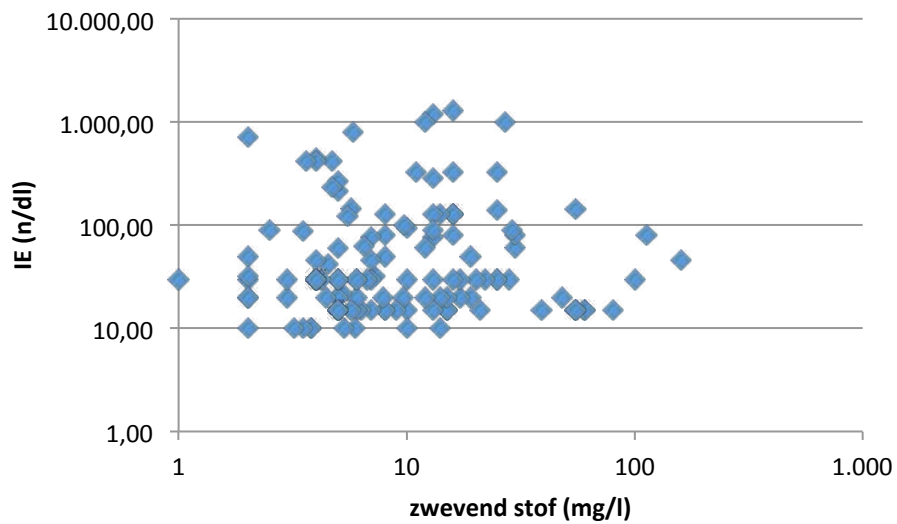
<i>Campylobacter</i>	1		
<i>E. coli</i>	0.398**	1	
IE	0.387**	0.789**	1
	<i>Campylobacter</i>	<i>E. coli</i>	<i>IE</i>



**SAMENHANG ZWEVEND STOF EN *E. COLI*, ALLE LOCATIES SAMENGEVOEGD. ALLEEN WAARDEN BOVEN DE DETECTIELIMIET GEBRUIKT**



**SAMENHANG ZWEVEND STOF EN IE, ALLE LOCATIES SAMENGEVOEGD. ALLEEN WAARDEN BOVEN DE DETECTIELIMIET GEBRUIKT**



**SPEARMANRANGCORRELATIECOËFFICIËNTEN, P-WAARDES \* = <0.05, \*\* = <0.01**

E. coli	1		
IE	0.605**	1	
Zwevend stof	0.189*	0.057	1
	<i>E. coli</i>	<i>IE</i>	<i>Zwevend stof</i>

## BIJLAGE 2

# KORTE KENSCHETS VAN DE LOCATIES

De kenschets per locatie kent de volgende onderdelen:

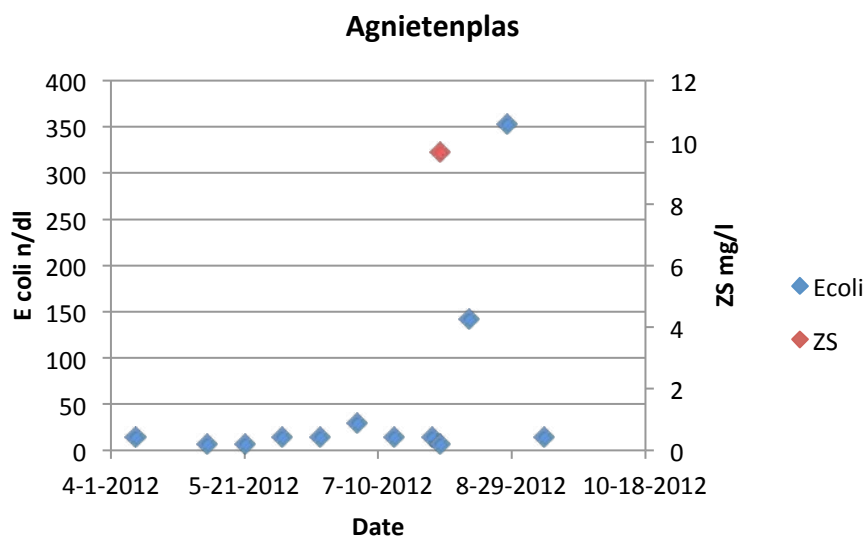
- Kaartje van de zwemplas, met daarin weergegeven de verschillende zones waarin de vogels zijn geteld.
- Een korte beschrijving van de locatie.
- Per meetpunt een figuur met concentratie E. coli en zwevend stof gedurende het zwemseizoen.
- Tabel met de aantallen vogels per soort (per zone het gemiddelde en de standaarddeviatie van de drie tellingen)
- Tabel met de gemeten fecale bacteriën (de extra meting is gemarkeerd).

De locaties staan in alfabetische volgorde.

## AGNIETENPLAS



De Agnietenplas is gelegen aan de rand van Zwolle en heeft een oppervlak van ca. 8 ha (Waterschap Groot Salland, 2008). Er werden drie zones onderscheiden bij de vogeltellingen. Tijdens het derde veldbezoek waren er ca. 150 mensen op het strand en in de zwemzone aanwezig. De plas kenmerkt zich door een matig doorzicht en het ontbreken van waterplanten. Onderstaande grafiek geeft een overzicht van het verloop tijdens de bemonsteringen door het waterschap van *E. coli* en zwevend stof op meetpunt lag12. Over het algemeen zijn de concentraties *E. coli* en IE zeer laag, de hoogste waarden voor *E. coli* en IE zijn in augustus, respectievelijk 353 en 292 (n/dl). De isolatie van het meetpunt is ingeschat als matig (2).



GETELDE VOGELS PER ZONE, GEMIDDELDE VAN DE DRIE TELLINGEN EN STANDAARDDEVIATIE (SD)

zone	1 zwemplek oost	sd	2 zwemplek west	sd	3 plas	sd
Meerkoet	1.0	1	0.7	1.2	1.0	1.7
Wilde eend	2.0	3.5	1.0	1.7	22.0	6.1
Kokmeeuw	0.0	0	0.3	0.6	1.0	1.0
Visdief	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Grauwe gans	1.7	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Nijlgans	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0

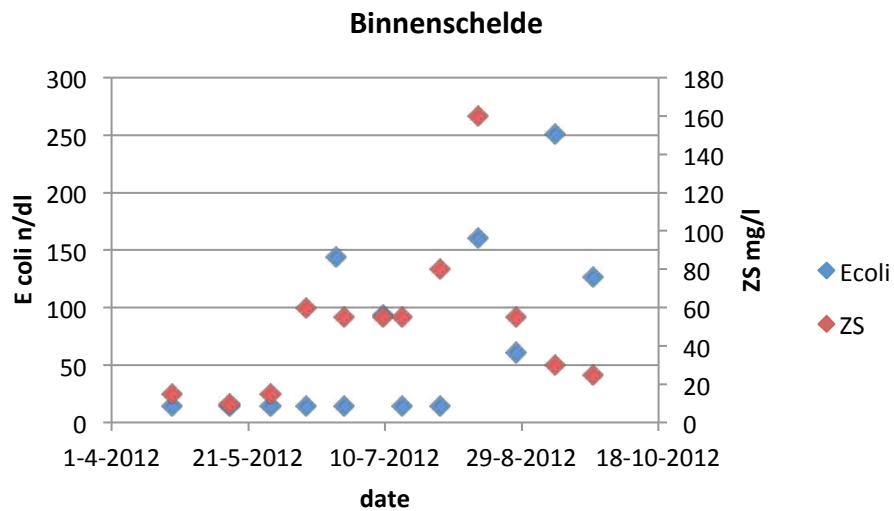
METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN (N/DL). DE EXTRA METING IS VETGEDRUKT

Datum	<i>E. coli</i>	IE
10-4-2012	15	<15
7-5-2012	7.5	<15
21-5-2012	7.5	<15
4-6-2012	15	<15
18-6-2012	15	<15
2-7-2012	30	<15
16-7-2012	15	<15
30-7-2012	15	110
<b>2-8-2012</b>	<b>7.5</b>	
13-8-2012	142	127
27-8-2012	353	292
10-9-2012	15	30

## BINNENSCHELDE



De Binnenschelde ligt in de gemeente Bergen op Zoom en beslaat ca. 180 ha (Waterschap Brabantse Delta, 2008a) waarvan de zwemzone ca. 1% uitmaakt. Er werden 4 telzones onderscheiden bij de vogeltellingen. Gedurende het veldbezoek werden geen recreanten op het strand en in de zwemzone (zone 1) waargenomen. De plas kenmerkt zich door een slecht doorzicht, maar heeft wel een zeer hoge bedekking met waterplanten. Onderstaande grafiek geeft een overzicht van het verloop tijdens de bemonsteringen door het waterschap van *E. coli* en zwevend stof op meetpunt 830.001. Over het algemeen zijn de concentraties *E. coli* en IE laag, de hoogste waarden voor *E. coli* en IE zijn in september, respectievelijk 251 en 330 (n/dl). Isolatie meetpunt is ingeschat als laag (1).



GETELDE VOGELS PER ZONE, GEMIDDELDE VAN DE DRIE TELLINGEN EN STANDAARDDEVIATIE (SD)

	1 strand	sd	2 noord	sd	3 west	sd	4 zuid	sd
Meerkoet	8.7	2.3	4.3	3.1	4.7	2.5	20.7	0.6
Fuut	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0
Wilde eend	1.7	1.5	4.3	4.0	4.7	4.7	20.0	8.2
Kuifeend	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0
Tafeleend	1.7	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.2
Zilvermeeuw	0.0	0.0	1.0	1.7	0.3	0.6	1.7	1.2
Kleine mantelmeeuw	0.3	0.6	2.3	2.3	0.0	0.0	1.7	2.1
Kokmeeuw	0.3	0.6	1.7	2.9	11.0	19.1	3.3	3.1
Stormmeeuw	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Knobbelzwaan	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	2.7	2.3
Canadese gans	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	4.0	14.3	0.6
Scholekster	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Aalscholver	0.0	0.0	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Blauwe reiger	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6

METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN (N/DL). DE EXTRA METING IS VETGEDRUKT

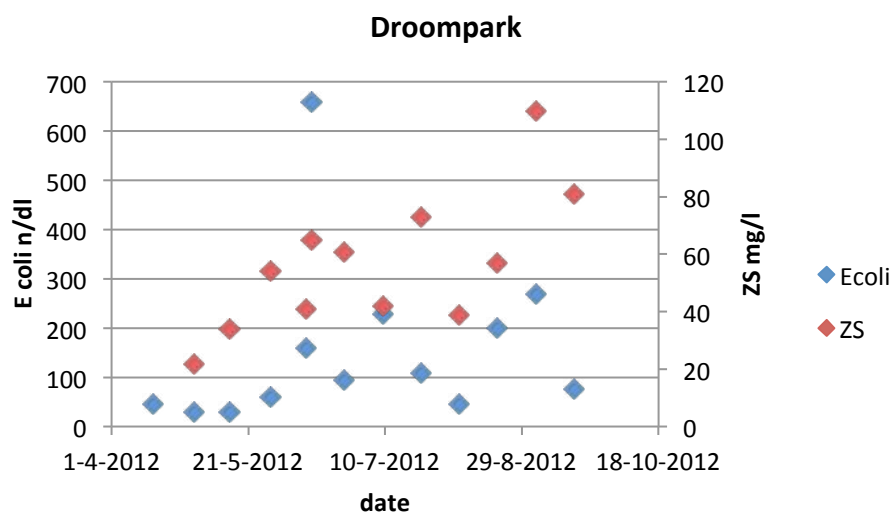
Datum	<i>E. coli</i>	IE
23-4-2012	15	15
14-5-2012	15	15
29-5-2012	15	15
11-6-2012	15	15
<b>22-6-2012</b>	<b>144</b>	<b>15</b>
25-6-2012	15	15
9-7-2012	94	15
16-7-2012	15	15
30-7-2012	15	15
13-8-2012	161	46
27-8-2012	61	144
10-9-2012	251	61
24-9-2012	127	330



## DROOMPARK BUITENHUIZEN



De zwembad ligt in het recreatiegebied Spaarnwoude in de Zuid-Spaarndammerpolder (Wee & Slot, 2007) en heeft een oppervlak van 12000 m<sup>2</sup>. Gezien de kleine omvang van de plas is geen onderscheid gemaakt tussen binnen en buiten de zwemzone. De plas kenmerkt zich door het ontbreken van waterplanten en heeft een slecht doorzicht. Gedurende het veldbezoek werden geen recreanten op het strand en in de zwemzone waargenomen. Onderstaande grafiek geeft een overzicht van het verloop tijdens de bemonsteringen door het waterschap van *E. coli* en zwevend stof op meetpunt ROP30914. Over het algemeen zijn de concentraties *E. coli* en IE matig hoog, de hoogste waarden voor *E. coli* is in juni (de extra meting) met een concentratie van 660 (n/dl). De hoogste waarde voor IE is in april, met een concentratie van 3000 (n/dl). De concentratie *Campylobacter* is redelijk hoog (55 n/dl). Het gehalte zwevend stof is hoog en neemt toe gedurende het zwemseizoen. Isolatie meetpunt is ingeschat als laag (1).



## GETELDE VOGELS PER ZONE, GEMIDDELDE VAN DE DRIE TELLINGEN EN STANDAARDDEVIATIE (SD)

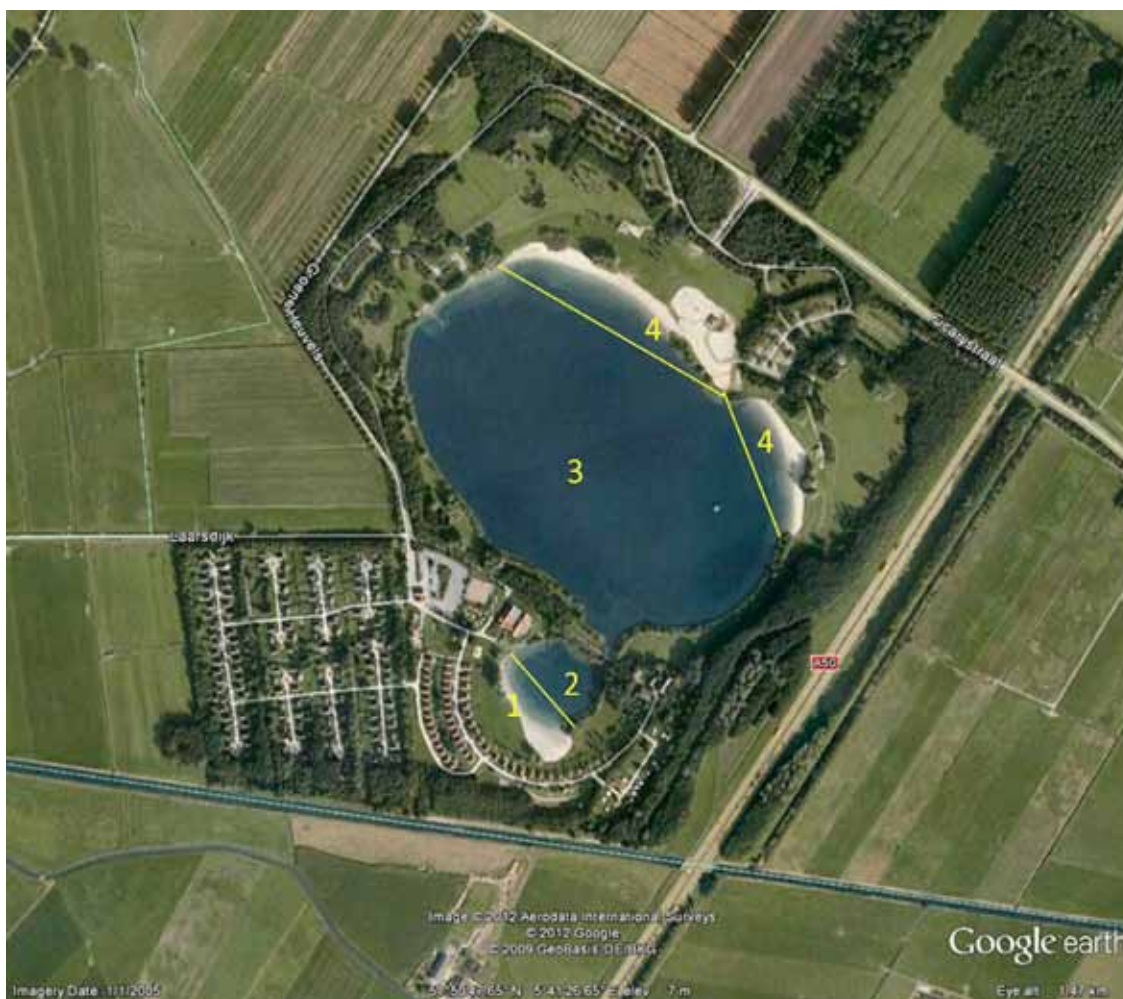
	Gehele plas	sd
Meerkoet	5.0	0.0
Wilde eend	2.7	1.5
Kuifeend	0.3	0.6
Grauwe gans	13.7	11.0
Waterhoen	0.3	0.6

## METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN (N/DL). DE EXTRA METING IS VETGEDRUKT

Datum	<i>E. coli</i>	IE	<i>Campylobacter</i>
16-4-2012	46	3000	
1-5-2012	30	30	
14-5-2012	30	30	
29-5-2012	61	30	
11-6-2012	160	30	
<b>13-6-2012</b>	<b>660</b>	<b>200</b>	<b>55</b>
25-6-2012	94	30	
9-7-2012	230	30	
23-7-2012	110	30	
6-8-2012	46	30	
20-8-2012	200	45	
3-9-2012	270	77	
17-9-2012	77	45	

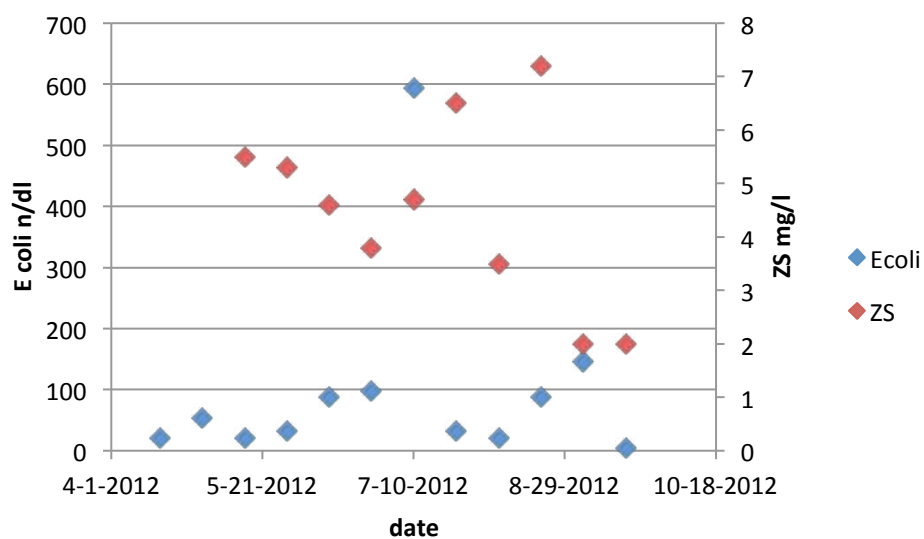


## DE GROENE HEUVELS



De recreatieplas Groene Heuvels nabij Bergharen is ca. 23 ha groot (Waterschap Rivierenland, 2008b). Er werden 4 zones onderscheiden bij de vogeltellingen. Er zijn drie zwemzones, waarvan er twee aan de noordzijde van de plas liggen (zone 4; meetpunt 162b) en één aan de zuidzijde bij een kleine plas bij een bungalowpark (zone 1; meetpunt 162). Tijdens de veldbezoeken was er geen verstoring door mensen op beide locaties. Beide locaties kenmerken zich door een zeer goed doorzicht en een hoge bedekking met waterplanten. Onderstaande grafieken geven een overzicht van het verloop tijdens de bemonsteringen door het waterschap van *E. coli* en zwevend stof op de twee meetpunten. Over het algemeen zijn de concentraties *E. coli* en IE op beide meetpunten redelijk laag. De hoogste waarde voor *E. coli* op meetpunt bungalowpark is in juli (594 n/dl), en op meetpunt plas in augustus (454 n/dl). De hoogste waarde voor IE op meetpunt bungalowpark is in juli (234 n/dl), op meetpunt plas in augustus (42 n/dl). Isolatie meetpunt bungalowpark is ingeschat als groot (3), isolatie meetpunt plas als laag (1).

## Groene heuvels bungalowpark



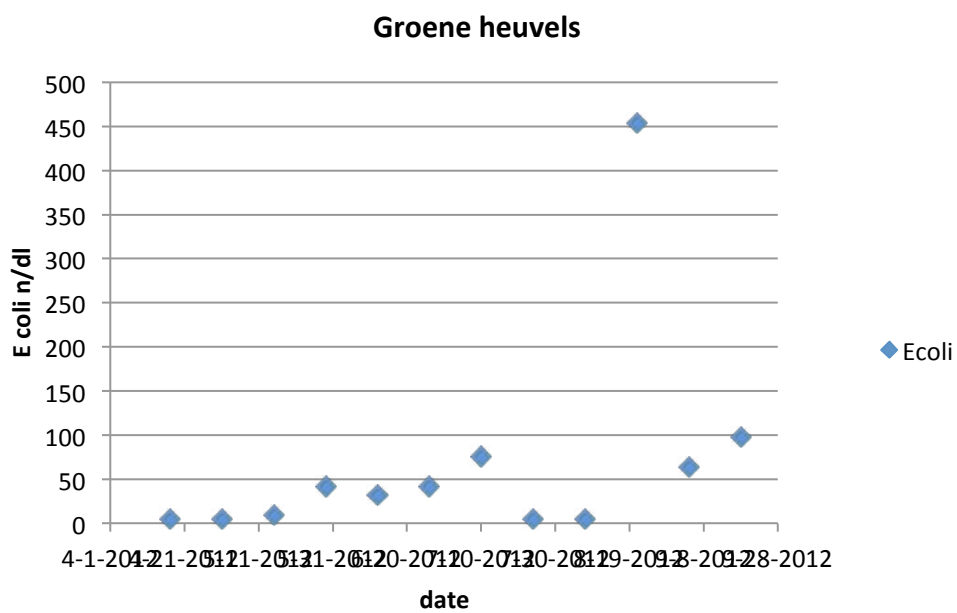
GETELDE VOGELS PER ZONE, GEMIDDELDE VAN DE DRIE TELLINGEN EN STANDAARDDEVIATIE (SD)

	1 strand	sd	2 plas	sd	3 grote plas	sd	4 strand	sd	5 strand	sd
Meerkoet	4.7	0.6	4.3	0.6	11.7	10.7	43.0	11.5	2.0	0.0
Fuut	0.0	0.0	0.0	0.0	6.7	4.0	1.0	1.7	0.0	0.0
Wilde eend	0.7	1.2	2.3	2.5	5.3	5.5	0.3	0.6	0.0	0.0
Kuifeend	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Kl. mantelmeeuw	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6	0.0	0.0
Kokmeeuw	2.7	2.1	0.0	0.0	3.0	5.2	15.0	11.3	0.7	0.6
Knobbelzwaan	0.7	0.6	0.0	0.0	1.3	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Grauwe gans	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7	6.1	2.7	4.6
Scholekster	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.6	0.3	0.6
Dodaars	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0

## METINGEN DOOR HET WATERSCHAP OP MEETPUNT 162 (BUNGALOWPARK) VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN (N/DL).

DE EXTRA METING IS VETGEDRUKT

Datum	<i>E. coli</i>	IE
17-4-2012	22	<10
1-5-2012	54	<10
15-5-2012	22	122
29-5-2012	32	10
12-6-2012	88	<10
26-6-2012	98	10
10-7-2012	594	234
13-7-2012	104	5
24-7-2012	32	64
7-8-2012	22	10
21-8-2012	88	32
4-9-2012	146	32
18-9-2012	5	<10



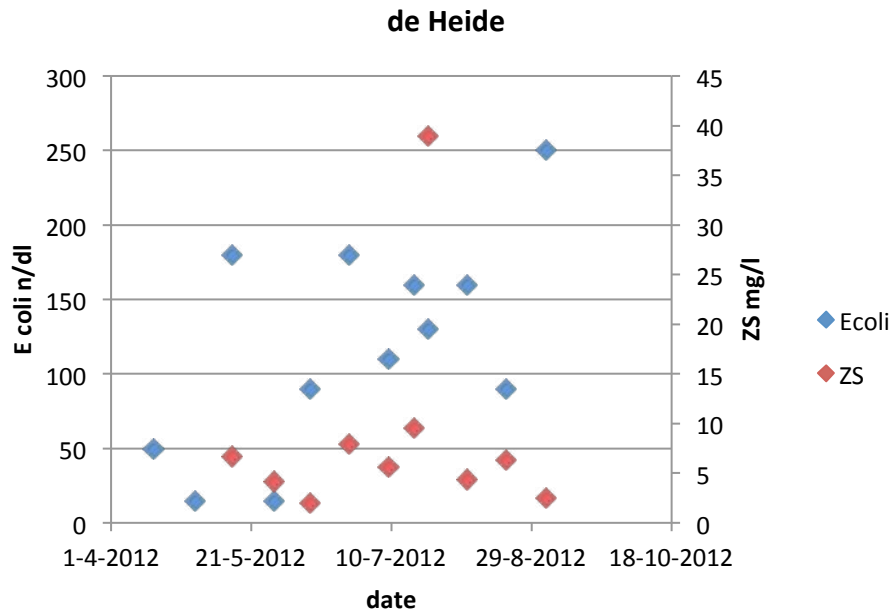
## METINGEN DOOR HET WATERSCHAP OP MEETPUNT 162B VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN (N/DL)

Datum	<i>E. coli</i>	IE
17-4-2012	5	<10
1-5-2012	5	<10
15-5-2012	10	<10
29-5-2012	42	<10
12-6-2012	32	10
26-6-2012	42	<10
10-7-2012	76	<10
24-7-2012	5	10
7-8-2012	5	10
21-8-2012	454	42
4-9-2012	64	32
18-9-2012	98	22

## DE HEIDE



Dit zwemwater is gelegen aan de zuidwest rand van Heerenveen (Wetterskip Fryslan, 2009). Er werden twee zones onderscheiden bij de vogeltellingen. De zwemzone heeft een oppervlak van 9600m<sup>2</sup>. Tijdens de veldbezoeken was er geen verstoring door mensen. De plas kenmerkt zich door een redelijk doorzicht en een redelijke bedekking aan waterplanten. Onderstaande grafiek geeft een overzicht van het verloop tijdens de bemonsteringen door het waterschap van *E. coli* en zwevend stof op meetpunt 9001. Over het algemeen zijn de concentraties *E. coli* en IE redelijk laag. De hoogste waarde voor *E. coli* en IE is in september, respectievelijk 250 (n/dl) en 90 (n/dl). De extra meting voor *Campylobacter* is zeer laag, <2 (n/dl). De isolatie van het meetpunt is ingeschat als matig (2).



GETELDE VOGELS PER ZONE, GEMIDDELDE VAN DE DRIE TELLINGEN EN STANDAARDEVIATIE (SD)

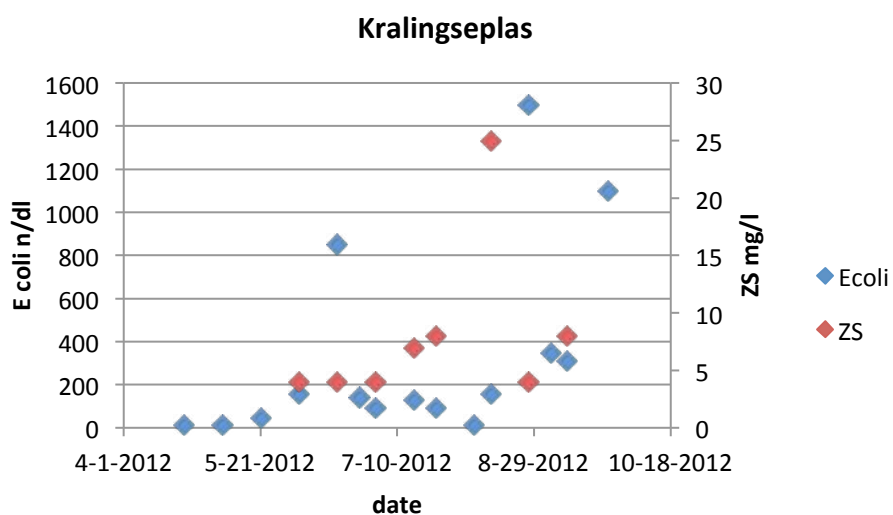
	1 strand	sd	2 plas	sd
Meerkoet	0.0	0.0	8.3	3.8
Fuut	0.0	0.0	6.0	1.7
Wilde eend	0.0	0.0	1.0	1.7
Kleine mantelmeeuw	0.3	0.6	0.3	0.6
Kokmeeuw	5.7	6.7	0.0	0.0
Visdief	0.0	0.0	1.3	1.2
Grauwe gans	0.0	0.0	6.0	0.0
Scholekster	0.3	0.6	0.0	0.0
Aalscholver	0.0	0.0	1.3	0.6
Blauwe reiger	0.0	0.0	0.3	0.6

METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN (N/DL). DE EXTRA METING IS VETGEDRUKT

Datum	E. coli	IE	Campylobacter
16-4-2012	50	15	
1-5-2012	15	30	
14-5-2012	180	30	
29-5-2012	15	30	
11-6-2012	90	20	
25-6-2012	180	20	
9-7-2012	110	15	
18-7-2012	160	20	<2
23-7-2012	130	15	
6-8-2012	160	20	
20-8-2012	90	15	
3-9-2012	250	90	







GETELDE VOGELS PER ZONE, GEMIDDELDE VAN DE DRIE TELLINGEN EN STANDAARDDEVIATIE (SD)

zone	1 strand	sd	2 plas noord	sd	3 plas oost	sd	4 plas zuid	sd
Meerkoet	59.7	22.0	111.3	82.3	13.7	7.1	224.7	94.2
Fuut	1.3	1.5	7.0	1.0	6.7	3.1	13.0	1.7
Wilde eend	5.3	4.7	2.7	2.5	9.0	8.5	30.0	23.6
Kuifeend	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	4.0
Zilvermeeuw	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	4.4
Kl. Mantelmeeuw	15.7	16.6	1.3	1.5	3.0	5.2	0.3	0.6
Kokmeeuw	39.3	36.5	0.0	0.0	2.3	4.0	3.7	4.6
Visdief	0.3	0.6	3.0	1.0	1.7	1.5	0.3	0.6
Knobbelzwaan	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	2.9	2.3	4.0
Grauwe gans	16.7	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	0.6
Soepgans	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	1.2
Canadese gans	25.0	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.2
Nijlgans	27.0	12.3	5.7	5.1	1.3	2.3	43.3	19.3
Brandgans	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.2
Aalscholver	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.7	1.0	1.0
Waterhoen	0.0	0.0	0.7	1.2	0.0	0.0	0.7	1.2
Blauwe reiger	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6

## METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN (N/DL). DE EXTRA METING IS VETGEDRUKT

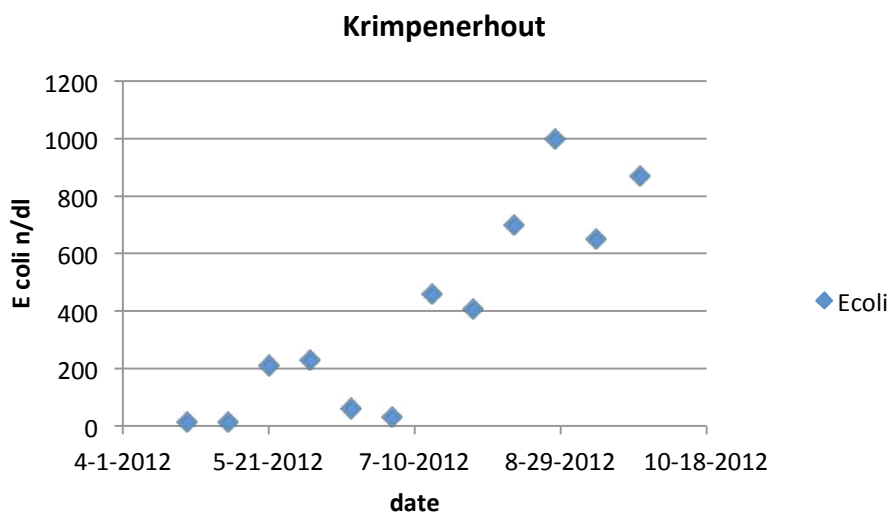
Datum	<i>E. coli</i>	IE	<i>Campylobacter</i>
23-4-2012	<15	<30	
7-5-2012	<15	<30	
21-5-2012	46	<30	
4-6-2012	160	46	
18-6-2012	850	450	
26-6-2012	140	<30	0.7
2-7-2012	94	30	1.5
16-7-2012	130	<30	32
<b>24-7-2012</b>	<b>94</b>	<b>&lt;30</b>	<b>&lt;0.7</b>
7-8-2012	<15	61	0.4
13-8-2012	160	<30	1.3
27-8-2012	1500	420	51
4-9-2012	350	30	44
10-9-2012	310	130	4
25-9-2012	1100	920	480



## KRIMPENERHOUT



De plas Krimpenerhout maakt deel uit van het recreatie- en natuurpark Krimpenerhout en heeft een oppervlak van ca. 3000m<sup>2</sup> (Leenen et al., 2012). Bij het derde veldbezoek waren er ca. 30 mensen op het strand aanwezig. De plas kenmerkt zich door een slecht doorzicht en waterplanten ontbreken. Onderstaande grafiek geeft een overzicht van het verloop tijdens de bemonsteringen door het waterschap van *E. coli*. Op deze locatie ontbreken de zwevend stof metingen. De concentratie *E. coli* neemt toe gedurende het zwemseizoen tot concentraties boven de 600 (n/dl). De hoogste waarde voor *E. coli* is in augustus (1000 n/dl). De hoogste waarde voor IE is in april (720 n/dl). De eenmalige meting voor *Campylobacter* is vrij laag (16 n/dl). De isolatie van het meetpunt is ingeschat als laag (1).


**GETELDE VOGELS PER ZONE, GEMIDDELDE VAN DE DRIE TELLINGEN EN STANDAARDDEVIATIE (SD)**

zone		sd
Meerkoet	1.0	1.0
Fuut	1.0	0.0
Wilde eend	5.0	2.0
Kl. mantelmeeuw	1.3	1.5
Visdief	4.7	1.5
Grauwe gans	1.3	2.3
Nijlgans	10.0	0.0
Aalscholver	2.0	2.0

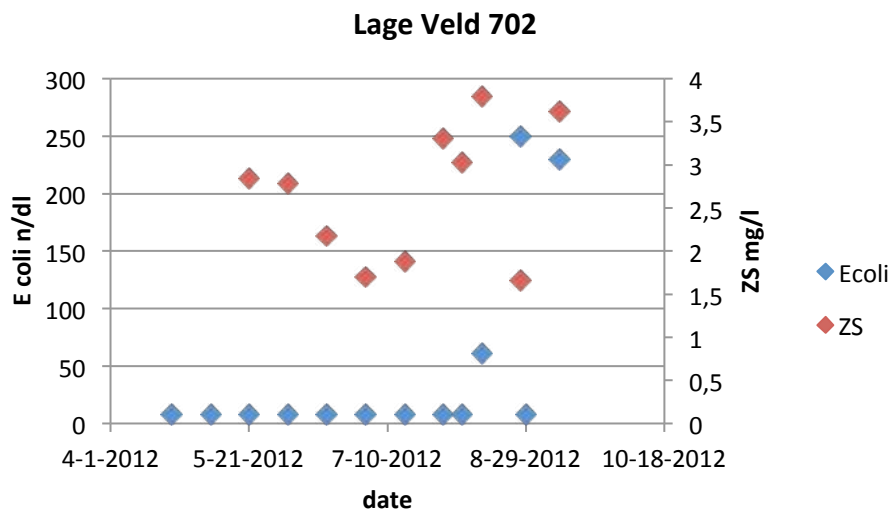
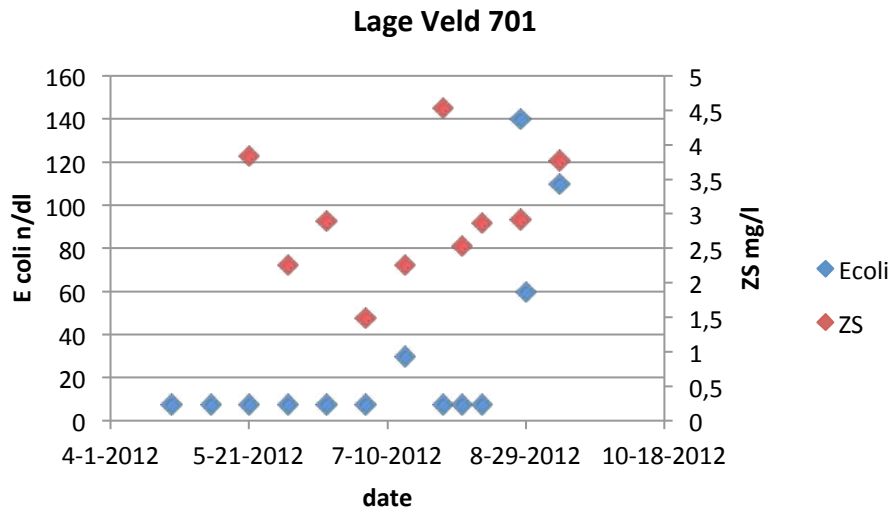
**METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN (N/DL)**

Datum	<i>E. coli</i>	IE	<i>Campylobacter</i>
23-4-2012	15	720	
7-5-2012	15	94	
21-5-2012	210	77	
4-6-2012	230	<30	
18-6-2012	61	160	16
2-7-2012	30	61	
16-7-2012	460	<30	
30-7-2012	410	<30	
13-8-2012	700	94	
27-8-2012	1000	160	
10-9-2012	650	<30	
25-9-2012	870	30	

## LAGEVELD



Recreatieplas het Lageveld heeft een oppervlak van ca. 6 ha (de Bruijne, 2011). Er zijn twee zwemzones; meetpunt 701 bij het beheercentrum en meetpunt 702 bij de kleutervijver. Na de eerste drie tellingen waren geen metingen verricht door het waterschap. Deze plas is nogmaals bezocht voor een hertelling op twee dagen die in de analyse gebruikt zijn. Op de tweede dag waren er maaiwerkzaamheden die voor verstoring zorgden. Het doorzicht van de plas is redelijk tot goed en de plas heeft een goede bedekking met waterplanten. Onderstaande grafieken geven een overzicht van het verloop tijdens de bemonsteringen door het waterschap van *E. coli* en zwevend stof. De concentratie *E. coli* is laag gedurende het zwemseizoen. De hoogste waarde voor *E. coli* op beide meetpunten is in augustus, respectievelijk 140 en 250 (n/dl) voor meetpunt beheercentrum en meetpunt kleutervijver. De hoogste waarde voor IE op beide meetpunten is in augustus, respectievelijk 61 en 290 (n/dl). De extra meting voor *Campylobacter* is laag, respectievelijk 18 en <0,3 (n/dl) voor meetpunt beheercentrum en meetpunt kleutervijver. De isolatie van beide meetpunten is ingeschat als hoog (3).



GETELDE VOGELS PER ZONE, GEMIDDELDE VAN DE TWEE TELLINGEN EN STANDAARDDEVIATIE (SD)

zone	1 strand beheercentrum	sd	2 strand kleutervijver	sd	3 plas	sd
Meerkoet	0.0	0.0	0.0	0.0	49.0	2.8
Wilde eend	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	12.7
Kuifeend	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	1.4
Kokmeeuw	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.7
Nijlgans	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.1
Aalscholver	0.0	0.0	0.5	0.7	0.0	0.0

## METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN OP MEETPUNT 701 BEHEERCENTRUM (N/DL).

DE EXTRA METING IS VETGEDRUKT

Datum	<i>E. coli</i>	IE	<i>Campylobacter</i>
23-4-2012	<15	30	
7-5-2012	<15	61	
21-5-2012	<15	<15	
4-6-2012	<15	<15	
18-6-2012	<15	<15	
2-7-2012	<15	<15	
16-7-2012	30	<15	
30-7-2012	<15	<15	
6-8-2012	<15	<15	
13-8-2012	<15	<15	
27-8-2012	140	61	
<b>29-8-2012</b>	<b>60</b>		<b>18</b>
10-9-2012	110	45	

## METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN OP MEETPUNT 702 KLEUTERVIJVER (N/DL).

DE EXTRA METING IS VETGEDRUKT

Datum	<i>E. coli</i>	IE	<i>Campylobacter</i>
23-4-2012	<15	<15	
7-5-2012	<15	<15	
21-5-2012	<15	30	
4-6-2012	<15	<15	
18-6-2012	<15	<15	
2-7-2012	<15	<15	
16-7-2012	<15	<15	
30-7-2012	<15	<15	
6-8-2012	<15	<15	
13-8-2012	61	<15	
27-8-2012	250	290	
<b>29-8-2012</b>	<b>&lt;15</b>		<b>&lt;0.3</b>
10-9-2012	230	<15	



## PARK VAN LUNA



Rondom de Stad van de Zon, aan de zuidkant van de gemeente Heerhugowaard, ligt het recreatiegebied Park van Luna (Oostveen, 2012). Dit recreatiegebied is 180 ha groot en omvat bos, weide, strand en water. Per december 2010 heeft de gemeente Heerhugowaard het beheer van het watersysteem van Park van Luna overgedragen aan het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. De zwemplas ligt aan de westkant van het gebied en heeft een grootte van ongeveer 70 hectare. Het watersysteem ligt geïsoleerd van de omringende polders. De lengte van het strand is ca. 500m. Het oppervlak van de met een ballenlijn begrensde zwemzone is ca. 5000m<sup>2</sup>. Er werden vijf zones onderscheiden bij de vogeltellingen (zie figuur). Gedurende het veldbezoek werden geen recreanten op het strand en in de zwemzone waargenomen. De zwemzone kenmerkt zich door een bedekking met Kranswieren van 5-40%. In onderstaande grafiek wordt een overzicht gegeven van de data: *E. coli* en zwevend stof op meetpunt 3N0601. De concentratie *E. coli* is redelijk laag gedurende het zwemseizoen, met een paar hoge waarden. De hoogste waarde voor *E. coli* is in juni (890 n/dl), de hoogste waarde voor IE is in augustus (330 n/dl), de hoogste waarde voor *Campylobacter* is in juli (98 n/dl). De isolatie van beide meetpunten is ingeschat als matig (2).



## METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN OP MEETPUNT 3N0601 (N/DL). DE EXTRA METING IS VETGEDRUKT

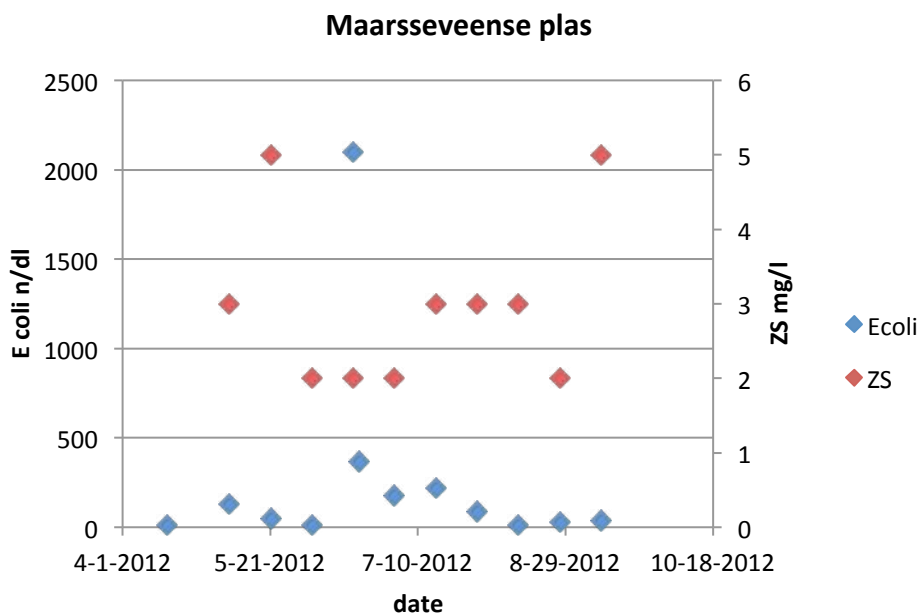
Datum	<i>E. coli</i>	IE	<i>Campylobacter</i>
23-4-2012	90	30	
1-5-2012	270	20	
14-5-2012	30	15	13
29-5-2012	30	15	3
<b>7-6-2012</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>3</b>
11-6-2012	890	80	46
25-6-2012	20	15	11
9-7-2012	390	30	98
23-7-2012	15	15	0.5
6-8-2012	800	330	4
21-8-2012	60	50	0.7
3-9-2012	110	20	0.7
17-9-2012	160	20	0.7



## MAARSSEVEENSE PLAS



De grote Maarsseveense plas heeft een oppervlak van 62 ha (Groot Abbenes & Stoffels, 2011). Bij de vogeltellingen werden 2 zones onderscheiden. Bij dit onderzoek is het niet publiekelijk toegankelijke strandbad (zone 1) met een oppervlak van 5.7 ha bemonsterd. Gedurende het veldbezoek was het bad gesloten voor recreanten. De plas kenmerkt zich door een goed doorzicht en een lage bedekking met waterplanten. Onderstaande grafiek geeft een overzicht van het verloop tijdens de bemonsteringen door het waterschap van *E. coli* en zwevend stof op meetpunt PMW007. De concentraties *E. coli* en IE variëren gedurende het zwemseizoen. De hoogste waarde voor *E. coli* en IE is in juni, respectievelijk 2100 en 710 (n/dl), dit is een overschrijding. De concentratie *Campylobacter* is daarentegen het gehele zwemseizoen laag, met de hoogste waarde ook in juni van 3.5 (n/dl). De isolatie van het meetpunt is ingeschat als matig (2).



GETELDE VOGELS PER ZONE, GEMIDDELDE VAN DE DRIE TELLINGEN EN STANDAARDEVIATIE (SD)

zone	1 zwemplek	sd	2 plas	sd
Meerkoet	2.7	2.1	11.7	5.8
Fuut	1.0	0.0	5.3	2.1
Wilde eend	6.3	3.2	0.3	0.6
Zilvermeeuw	0.0	0.0	1.3	2.3
Kl. mantelmeeuw	27.3	2.3	7.7	10.0
Kokmeeuw	6.7	4.5	0.3	0.6
Visdief	1.7	1.5	0.7	0.6
Knobbelzwaan	0.0	0.0	0.7	1.2
Grauwe gans	2.7	4.6	2.0	3.5
Nijlgans	1.0	1.7	0.0	0.0
Scholekster	1.0	1.0	0.0	0.0
Aalscholver	0.0	0.0	2.7	1.2
Blauwe reiger	0.3	0.6	0.0	0.0

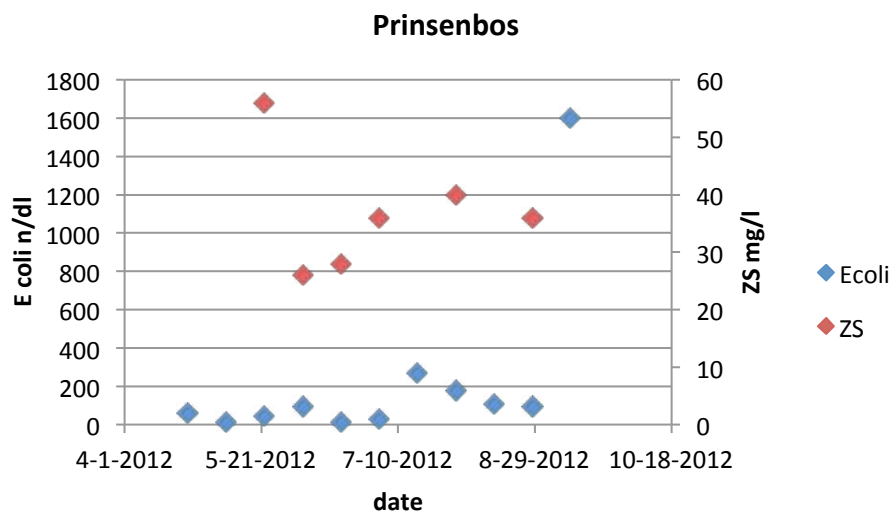
METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN (N/DL). DE EXTRA METING IS VETGEDRUKT

Datum	<i>E. coli</i>	IE	<i>Campylobacter</i>
16-4-2012	<15	<15	
7-5-2012	130	20	0.4
21-5-2012	50	20	0.4
4-6-2012	<15	<15	0.6
<b>18-6-2012</b>	<b>2100</b>	<b>710</b>	<b>3.5</b>
20-6-2012	370	60	
2-7-2012	180	50	3.0
16-7-2012	220	<15	0.3
30-7-2012	90	<15	0.3
13-8-2012	<15	30	0.3
27-8-2012	30	20	1.0
10-9-2012	40	60	0.3

## PRINSENBOS



De plas Prinsenbos ligt in Naaldwijk en is ca. 8 ha groot (de Haan, 2006). De plas kenmerkt zich door een slecht doorzicht zonder waterplanten. Er werden twee zones onderscheiden bij de vogeltellingen. Tijdens alle veldbezoeken waren er mensen op het strand aanwezig, waarbij de vogels niet werden verstoord. Onderstaande grafiek geeft een overzicht van het verloop tijdens de bemonsteringen door het waterschap van *E. coli* en zwevend stof op meetpunt OW015-05. De concentraties *E. coli* en IE zijn redelijk laag, en nemen toe gedurende het zwemseizoen. De hoogste concentraties voor *E. coli* en IE zijn in september, respectievelijk 1600 en 440 (n/dl). De concentratie *Campylobacter* is op 1 meting in juli na (29 n/dl) beneden de detectielimiet. De isolatie van het meetpunt is ingeschat als matig (2).



GETELDE VOGELS PER ZONE, GEMIDDELDE VAN DE DRIE TELLINGEN EN STANDAARDDEVIATIE (SD)

zone	1 strand	sd	2 plas	sd
Meerkoet	5.3	1.5	3.7	2.3
Fuut	0.0	0.0	1.3	1.2
Wilde eend	4.3	1.2	15.3	10.2
Kuifeend	0.7	1.2	11.7	3.1
Kl. mantelmeeuw	0.0	0.0	1.0	1.7
Kokmeeuw	0.0	0.0	0.3	0.6
Grauwe gans	0.0	0.0	7.3	8.1
Canadese gans	0.0	0.0	6.0	10.4
Nijlgans	35.0	10.0	17.3	3.1
Aalscholver	0.0	0.0	5.0	2.6
Blauwe reiger	0.0	0.0	1.0	1.0

METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN (N/DL). ER IS GEEN EXTRA BEMONSTERING UITGEVOERD

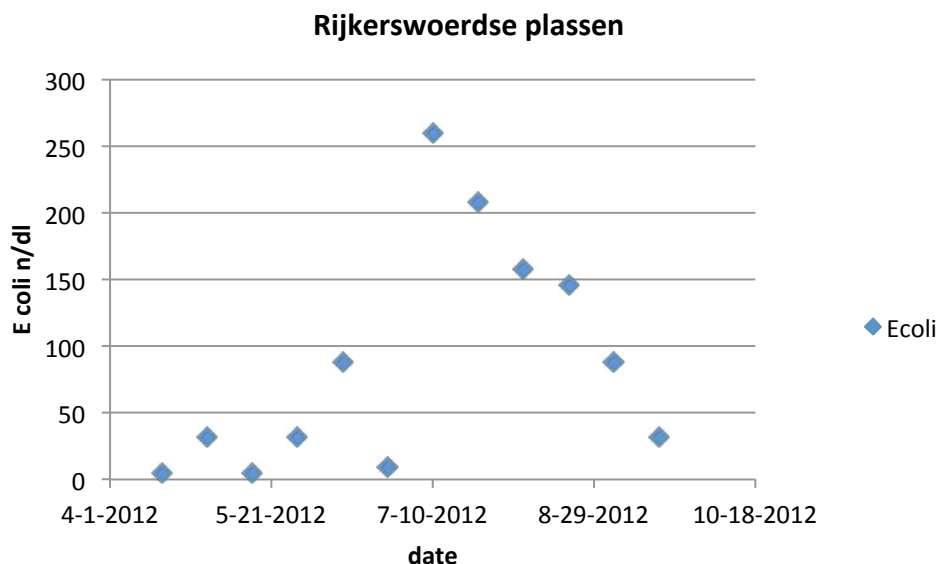
Datum	<i>E. coli</i>	IE	<i>Campylobacter</i>
24-4-2012	61	30	
8-5-2012	<30	<30	
22-5-2012	46	<30	<1.0
5-6-2012	94	46	<1.0
19-6-2012	<30	<30	<1.0
3-7-2012	30	<30	<1.0
17-7-2012	270	200	29
31-7-2012	180	77	<1.0
14-8-2012	110	61	<1.0
28-8-2012	94	140	<1.0
11-9-2012	1600	440	<1.0



## RIJKERSWOERDSE PLAS



De Rijkerswoerdse plassen liggen tussen Arnhem en Elst, waarbij de westelijke plas met een oppervlak van ca. 35.5 ha twee zwemzones bevat (Waterschap Rivierenland, 2008d). Er werden drie zones onderscheiden tijdens de vogeltellingen. Aan de zuidzijde van plas 3 werden op 26 juli twee roodwang- en 1 geelwang-schildpad waargenomen. Tijdens het derde veldbezoek waren er ca. 150 mensen op het strand en in de zwemzone aanwezig. De plas kenmerkt zich door een gemiddeld doorzicht en een matige bedekking aan waterplanten. Onderstaande grafiek geeft een overzicht van het verloop tijdens de bemonsteringen door het waterschap van *E. coli* op meetpunt 0204A. De concentraties *E. coli* en IE zijn laag, met een lichte toename in juli en eerste helft augustus. De hoogste concentraties voor *E. coli* en IE zijn in juli, respectievelijk 260 en 76 (n/dl). De isolatie van het meetpunt is ingeschat als hoog (3).


**GETELDE VOGELS PER ZONE, GEMIDDELDE VAN DE DRIE TELLINGEN EN STANDAARDDEVIATIE (SD)**

zone	1 strand klein	sd	2 strand groot	sd	3 plas	sd
Meerkoet	3.0	4.4	11.0	4.6	30.0	14.9
Fuut	0.0	0.0	1.7	2.9	8.7	3.1
Wilde eend	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	2.1
Zilvermeeuw	0.0	0.0	0.3	0.6	0.7	1.2
Kokmeeuw	3.3	5.8	13.3	12.2	52.3	72.5
Visdief	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.2
Grauwe gans	7.0	12.1	0.0	0.0	67.7	12.7
Canadese gans	7.0	12.1	0.0	0.0	3.7	3.2
Nijlgans	3.0	5.2	2.7	4.6	8.3	7.2
Aalscholver	0.7	1.2	0.3	0.6	2.7	0.6

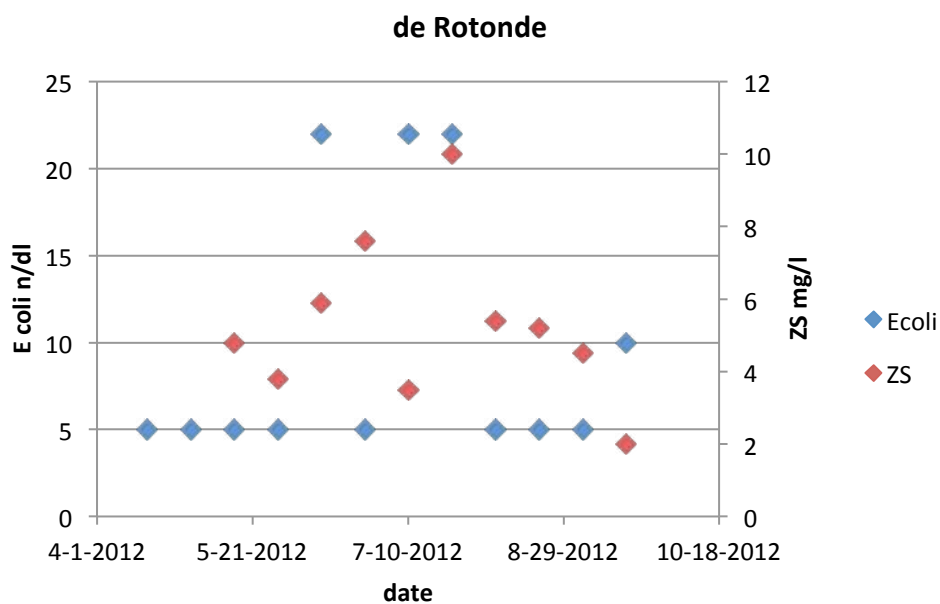
**METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN (N/DL). DE EXTRA METING IS VETGEDRUKT**

Datum	<i>E. coli</i>	IE
17-4-2012	5	10
1-5-2012	32	10
15-5-2012	5	<10
29-5-2012	32	<10
12-6-2012	88	<10
26-6-2012	10	<10
10-7-2012	260	<10
24-7-2012	208	76
<b>27-7-2012</b>	<b>194</b>	<b>62</b>
7-8-2012	158	54
21-8-2012	146	10
4-9-2012	88	<10
18-9-2012	32	<10

## DE ROTONDE



De Rotonde is een recreatieplas gelegen op enkele kilometers van Geldermalsen met een grootte van ca. 3.3 ha (Waterschap Rivierenland, 2008a). Er werden twee zones onderscheiden bij de vogeltellingen. Tijdens de veldbezoeken was er geen verstoring door mensen. De plas kenmerkt zich door een goed doorzicht en een hoge bedekking met waterplanten. Onderstaande grafiek geeft een overzicht van het verloop tijdens de bemonsteringen door het waterschap van *E. coli* en zwevend stof op meetpunt 205. De concentraties *E. coli* en IE zijn laag. De hoogste concentraties voor *E. coli* en IE zijn in juli, respectievelijk 43 en 88 (n/dl). De isolatie van het meetpunt is ingeschat als laag (1).



GETELDE VOGELS PER ZONE, GEMIDDELDE VAN DE DRIE TELLINGEN EN STANDAARDDEVIATIE (SD)

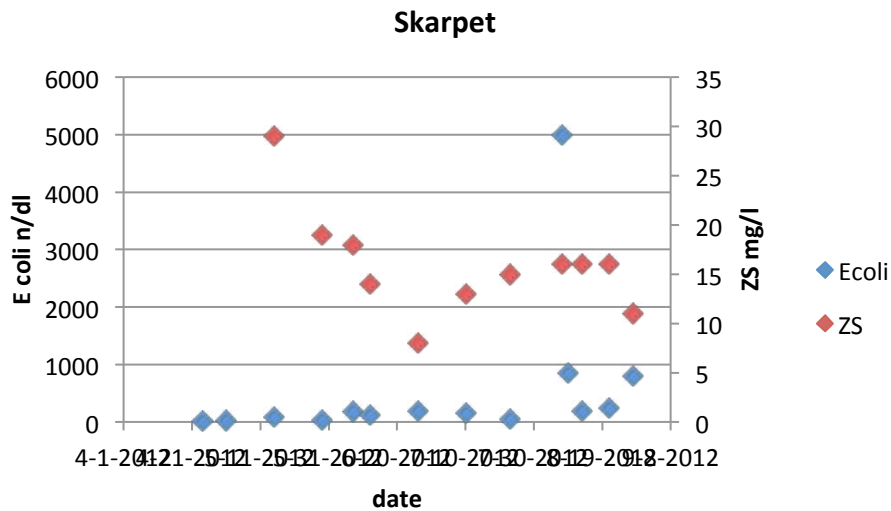
zone	1 zwemplek	sd	2 plas	sd
Meerkoet	2.0	2.0	4.7	2.1
Fuut	0.0	0.0	3.3	0.6
Nijlgans	0.0	0.0	1.3	0.6
Scholekster	0.0	0.0	1.0	1.7

METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECAL BACTERIËN (N/DL). DE EXTRA METING IS VETGEDRUKT

Datum	<i>E. coli</i>	IE
17-4-2012	5	<10
1-5-2012	5	<10
15-5-2012	5	<10
29-5-2012	5	10
12-6-2012	22	10
26-6-2012	5	<10
10-7-2012	22	88
<b>13-7-2012</b>	<b>43</b>	<b>72</b>
24-7-2012	22	10
7-8-2012	5	<10
21-8-2012	5	22
4-9-2012	5	42
18-9-2012	10	10







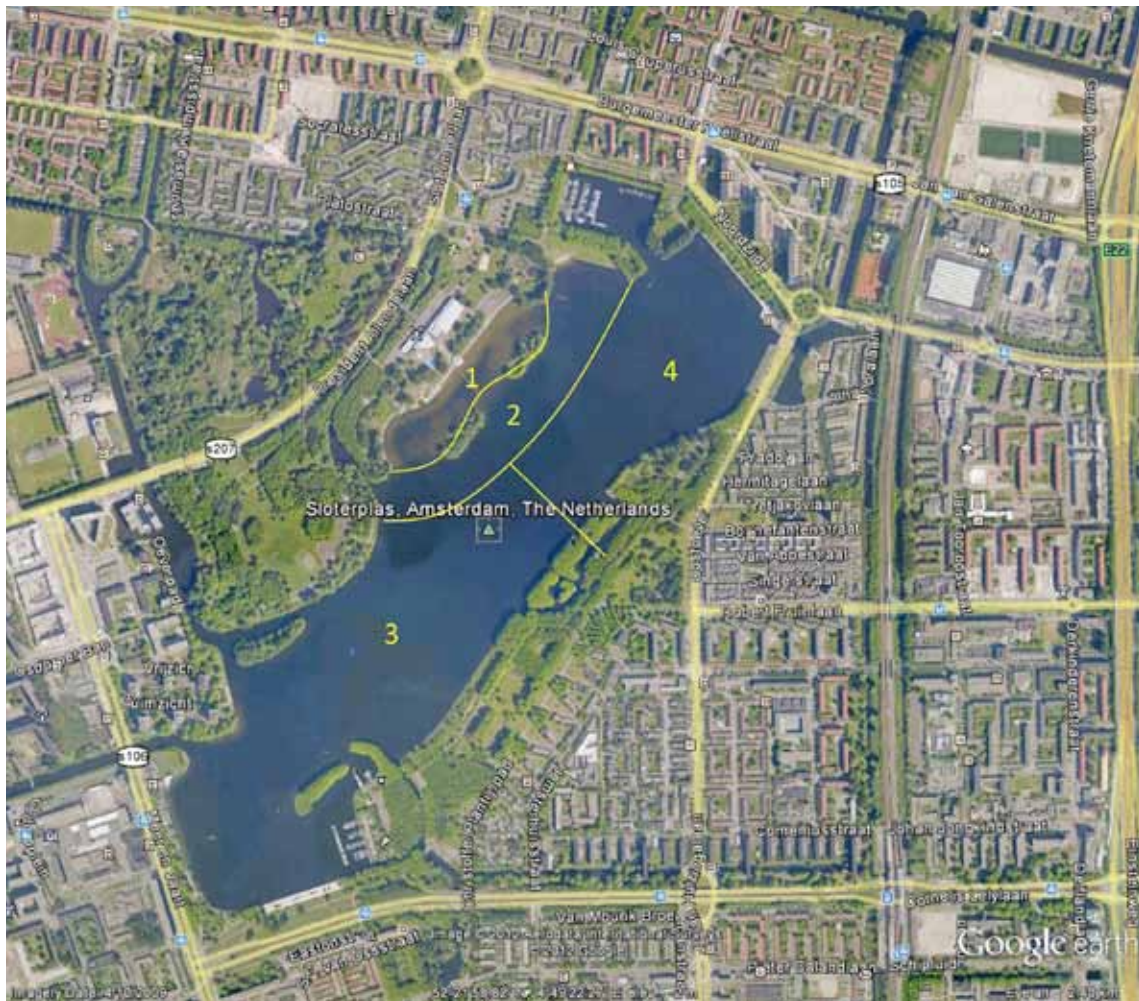
## GETELDE VOGELS PER ZONE, GEMIDDELDE VAN DE DRIE TELLINGEN EN STANDAARDDEVIATIE (SD)

zone		sd
Meerkoet	1.3	1.2
Wilde eend	9.0	4.4
Kuifeend	0.3	0.6
Scholekster	0.3	0.6

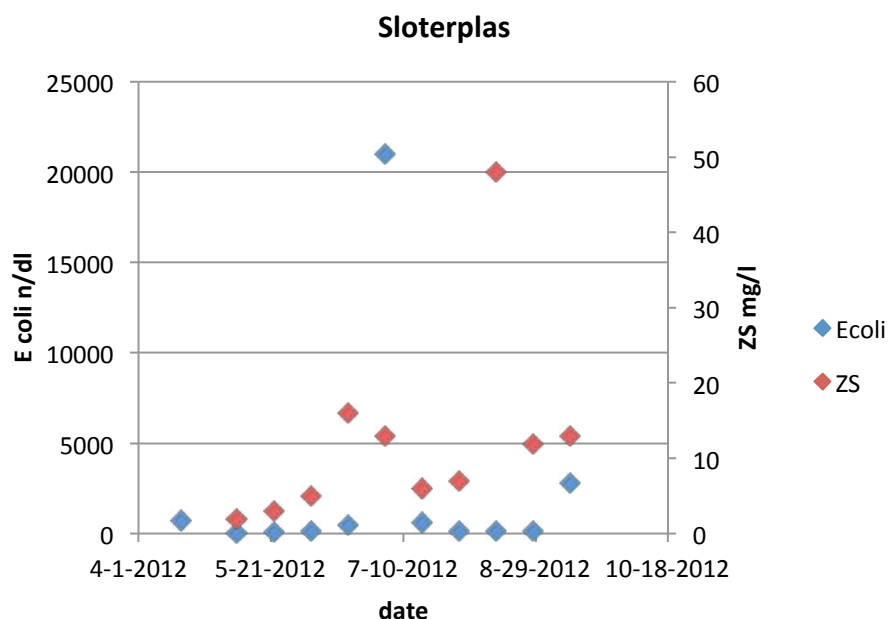
## METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN (N/DL). DE EXTRA METING IS VETGEDRUKT

Datum	<i>E. coli</i>	IE	<i>Campylobacter</i>
24-4-2012	15	40	
1-5-2012	30	15	
15-5-2012	90	90	3.3
29-5-2012	40	20	23
<b>7-6-2012</b>	<b>180</b>	<b>80</b>	<b>14</b>
12-6-2012	130	130	12
26-6-2012	200	50	26
10-7-2012	160	15	5
23-7-2012	50	15	5.3
7-8-2012	5000	1300	8
9-8-2012	850	110	
13-8-2012	200	130	1
21-8-2012	250	80	9.3
28-8-2012	800	330	6.5

## SLOTERPLAS



De in Amsterdam gelegen Sloterpark is ca. 89 ha groot (Groot Abbenes et al., 2011). Bij de vogeltellingen werden 4 zones onderscheiden. De zwemzone van het natuurbad (zone 1) is onderdeel van het Sloterparkbad en is ca. 40.000m<sup>2</sup> groot. Gedurende het veldbezoek was het bad gesloten voor recreanten. De zwemzone kenmerkt zich door een goed doorzicht en een hoge bedekking aan waterplanten (voornamelijk darmwier, draadalgen en kranswier). Onderstaande grafiek geeft een overzicht van het verloop tijdens de bemonsteringen door het waterschap van *E. coli* en zwevend stof op meetpunt SBI017. De concentraties *E. coli* en IE variëren gedurende het seizoen, met 2 opvallende uitschieters voor *E. coli*. De hoogste concentraties voor *E. coli* en IE zijn in juli, respectievelijk 21000 en 1200 (n/dl). De concentratie *Campylobacter* varieert gedurende het zwemseizoen, met de hoogste waarde in augustus (> detectielimiet, kweekplaat was volgegroeid). Ook in september wordt een hoge waarde gemeten (200 n/dl). De isolatie van het meetpunt is ingeschat als hoog (3).



GETELDE VOGELS PER ZONE, GEMIDDELDE VAN DE DRIE TELLINGEN EN STANDAARDDEVIAATIE (SD)

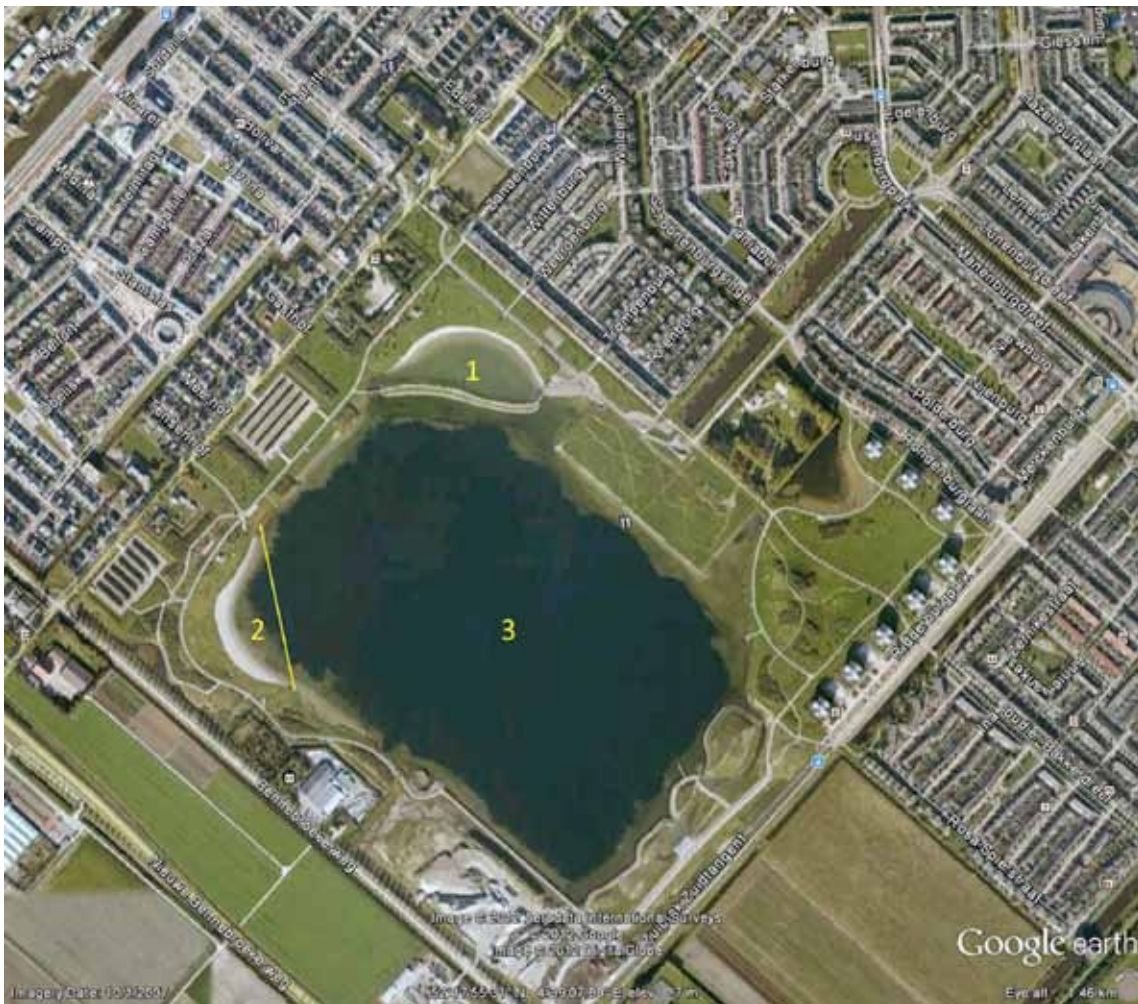
zone	1 zwemplek	sd	2 zuid v eilanden	sd	3 plas zuid	sd	4 plas noord	sd
Meerkoet	76.3	21.4	18.3	5.9	30.7	27.0	14.7	7.4
Fuut	4.3	1.5	6.7	5.0	8.7	7.5	4.0	1.7
Wilde eend	13.0	6.1	1.3	2.3	4.0	5.3	5.0	2.0
Kuifeend	0.0	0.0	0.7	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Zilvermeeuw	1.3	0.6	2.0	1.0	3.3	4.0	0.7	1.2
Kl. mantelmeeuw	0.3	0.6	12.0	11.5	9.7	14.2	16.7	14.8
Kokmeeuw	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6	0.0	0.0
Knobbelzwaan	12.3	3.8	0.3	0.6	1.3	1.2	0.7	1.2
Soepgans	0.0	0.0	0.0	0.0	11.3	1.5	10.7	12.9
Canadese gans	0.0	0.0	4.0	6.9	4.0	6.9	0.0	0.0
Nijlgans	24.3	2.1	9.0	2.0	18.3	15.9	6.7	11.5
Aalscholver	1.7	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.2
Blauwe reiger	3.7	1.5	0.3	0.6	0.7	1.2	1.0	1.7

METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN (N/DL). DE EXTRA METING IS VETGEDRUKT

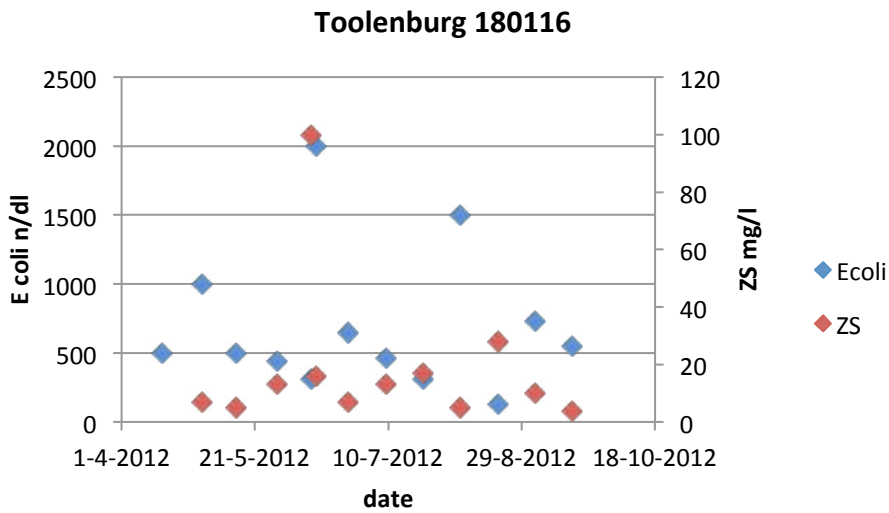
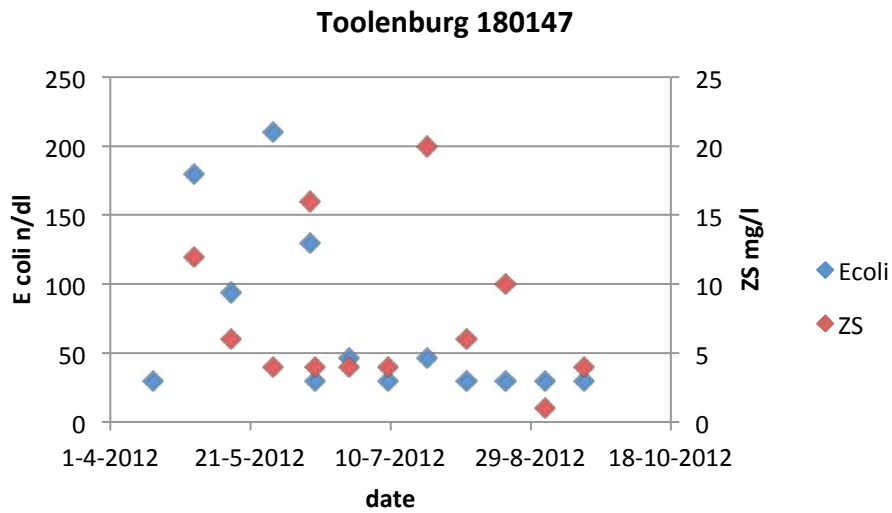
Datum	<i>E. coli</i>	IE	<i>Campylobacter</i>
17-4-2012	730	110	70
8-5-2012	50	30	26
22-5-2012	90	<15	52
5-6-2012	130	<15	11
<b>19-6-2012</b>	<b>480</b>	<b>&lt;15</b>	<b>2.7</b>
3-7-2012	21000	1200	17
17-7-2012	640	<15	16
31-7-2012	130	30	1.7
14-8-2012	130	20	> detectielimiet
28-8-2012	130	20	2
11-9-2012	2800	290	200



## TOOLENBURGERPLAS



De Toolenburgerplas ligt in de gemeente Haarlemmermeer bij Hoofddorp en is ca. 85 ha groot (Hulsegge & Haverkamp, 2008). Er werden 3 zones onderscheiden bij de vogeltellingen. De plas kent 2 zwemlocaties, de ondiepe Binnenmeerplas (zone 1; meetpunt ROP180116) en het Grote strand (zone 2; meetpunt ROP180147). De Binnenmeerplas is gescheiden van de grote plas (zone 3) door een strekdam/ schiereiland en heeft een oppervlak van 26100m<sup>2</sup>. De bedekking met waterplanten varieert tussen de 0-20% en bestaat voornamelijk uit Schedefonteinkruid. De zwemzone van het grote strand is 7500 m<sup>2</sup> groot. Gedurende het veldbezoek werden geen recreanten op het strand en in de zwemzone waargenomen, behalve bij het derde bezoek aan de ondiepe Binnenmeerplas waar ca. 100 kinderen sportdag hadden op het strand. De aanwezige vogels werden hierdoor niet verstoord. Onderstaande grafiek geeft een overzicht van het verloop tijdens de bemonsteringen door het waterschap van *E. coli* en zwevend stof op de twee meetpunten. De concentraties *E. coli* en IE op de locatie Grote strand zijn laag gedurende het seizoen. De hoogste concentraties voor *E. coli* en IE zijn in mei en juni, respectievelijk 210 en 130 (n/dl). De locatie Binnenmeerplas heeft meer variatie en hogere concentraties. De hoogste concentraties voor *E. coli* en IE zijn in juni en augustus, respectievelijk 2000 en 270 (n/dl). Opmerkelijk is de hoge concentratie *Campylobacter* op de locatie Grote strand (160 n/dl), en de lage concentratie *Campylobacter* op de locatie Binnenmeerplas (1.3 n/dl). De isolatie van beide meetpunten is ingeschat als laag (1).



GETELDE VOGELS PER ZONE, GEMIDDELDE VAN DE DRIE TELLINGEN EN STANDAARDDEVIATIE (SD)

zone	1 Speelvijver	sd	2 strand	sd	3 plas	sd
Meerkoet	9.0	2.0	0.7	1.2	42.3	1.2
Fuut	1.0	1.0	0.3	0.6	7.0	3.5
Wilde eend	5.7	3.5	0.0	0.0	0.7	0.6
Kuifeend	0.7	1.2	0.0	0.0	7.3	6.7
Zilvermeeuw	5.3	1.5	0.0	0.0	3.7	3.8
Kl. mantelmeeuw	9.3	8.6	0.0	0.0	1.7	2.1
Kokmeeuw	5.0	4.6	0.3	0.6	15.0	6.1
Visdief	0.0	0.0	0.7	1.2	1.7	2.9
Knobbelzwaan	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	2.1
Canadese gans	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.2
Tureluur	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Aalscholver	0.0	0.0	0.3	0.6	0.7	0.6
Waterhoen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6
Blauwe reiger	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0

## METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN (N/DL). DE EXTRA METING IS VETGEDRUKT.

## GROTE STRAND (ROP180147)

Datum	<i>E. coli</i>	IE	<i>Campylobacter</i>
16-4-2012	30	30	
1-5-2012	180	61	
14-5-2012	94	30	
29-5-2012	210	30	
11-6-2012	130	130	
<b>13-6-2012</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>160</b>
25-6-2012	46	30	
9-7-2012	30	30	
23-7-2012	46	30	
6-8-2012	30	30	
20-8-2012	30	30	
3-9-2012	30	30	
17-9-2012	30	30	

## METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN (N/DL). DE EXTRA METING IS VETGEDRUKT. BINNENMEERPLAS

## (MEETPUNT ROP180116)

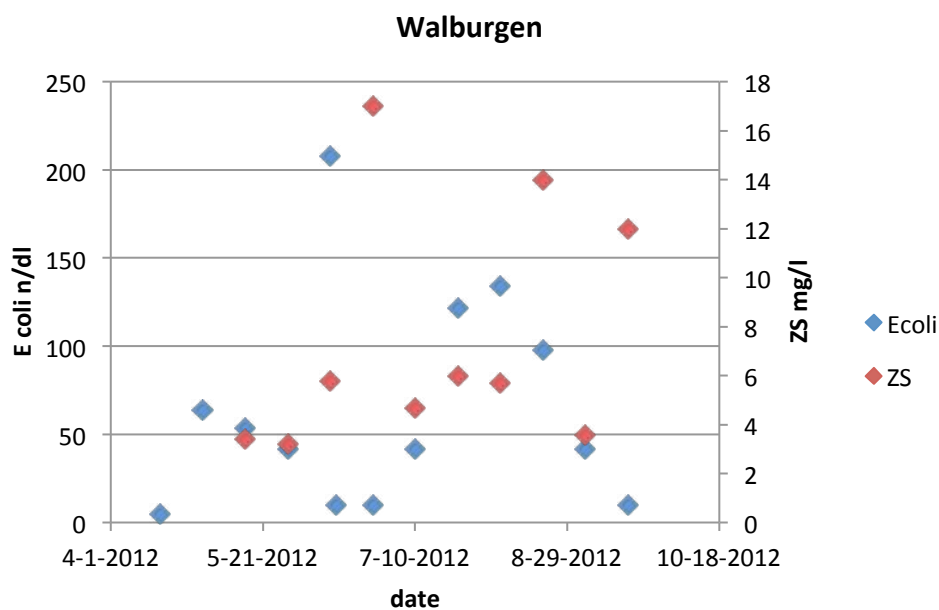
Datum	<i>E. coli</i>	IE	<i>Campylobacter</i>
16-4-2012	500	94	
1-5-2012	1000	77	
14-5-2012	500	30	
29-5-2012	440	130	
11-6-2012	310	30	
<b>13-6-2012</b>	<b>2000</b>	<b>130</b>	<b>1.3</b>
25-6-2012	650	46	
9-7-2012	460	77	
23-7-2012	310	30	
6-8-2012	1500	270	
20-8-2012	130	30	
3-9-2012	730	94	
17-9-2012	550	30	

## WALBURGEN



De Walburgen is een plas ten zuidwesten van Gendts met een oppervlak van ca. 3,8 ha (Waterschap Rivierenland, 2008c). Tijdens de veldbezoeken was er geen verstoring door mensen. De plas kenmerkt zich door een gemiddeld doorzicht en een hoge diversiteit en bedekking aan waterplanten. Onderstaande grafiek geeft een overzicht van het verloop tijdens de bemonsteringen door het waterschap van *E. coli* en zwevend stof op meetpunt 208. De concentratie *E. coli* is redelijk laag gedurende het seizoen, de concentratie IE varieert meer. De hoogste concentraties voor *E. coli* en IE zijn in juni, respectievelijk 208 en 804 (n/dl). De isolatie van het meetpunt is ingeschat als hoog (3).





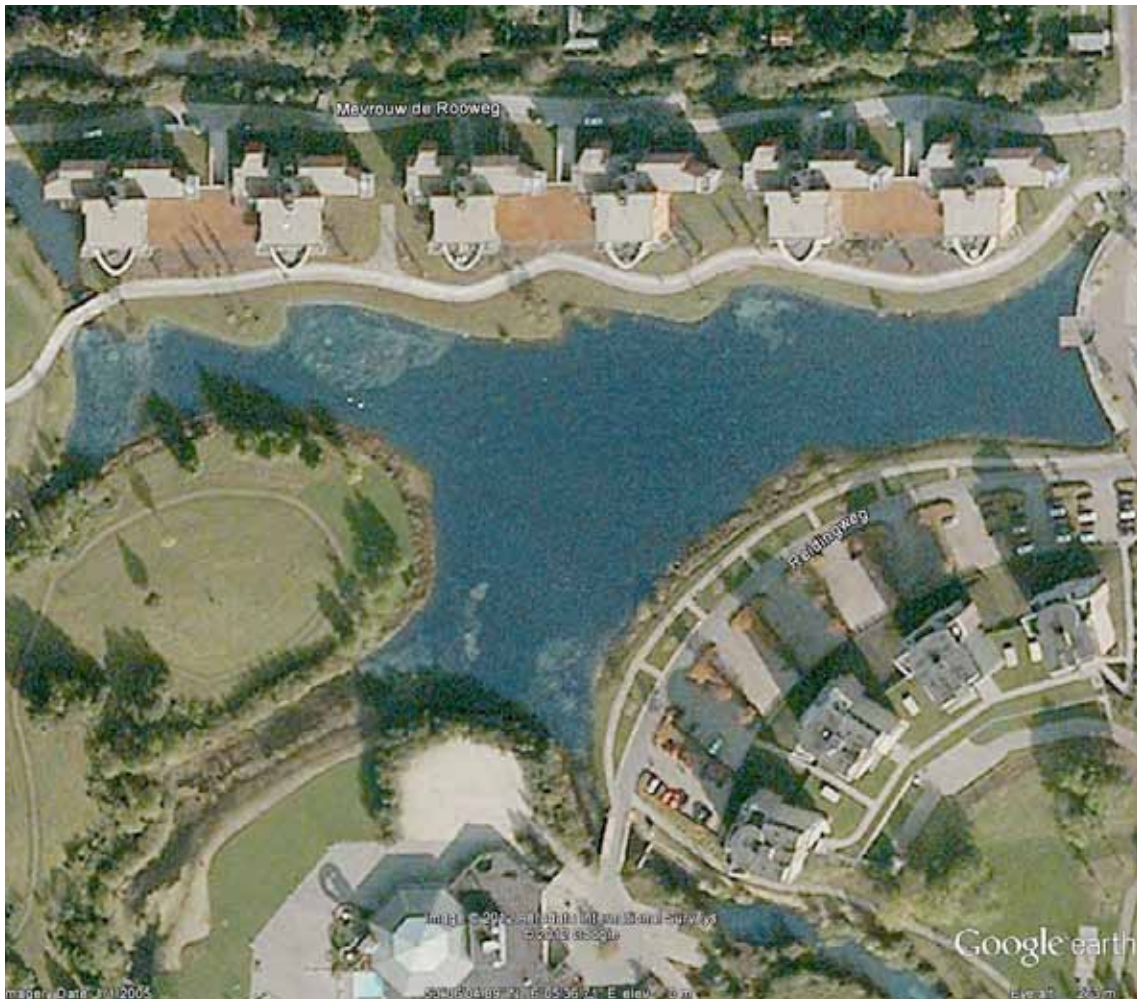
GETELDE VOGELS PER ZONE, GEMIDDELDE VAN DE DRIE TELLINGEN EN STANDAARDDEVIATIE (SD)

zone	1 zwemplek	sd	2 plas	sd
Meerkoet	1.3	1.5	1.3	1.2
Wilde eend	2.3	2.1	5.3	4.7
Kokmeeuw	1.0	1.0	0.7	1.2
Visdief	0.3	0.6	0.0	0.0
Grauwe gans	2.7	2.5	0.0	0.0
Canadese gans	4.0	3.5	0.0	0.0
Blauwe reiger	0.3	0.6	0.0	0.0

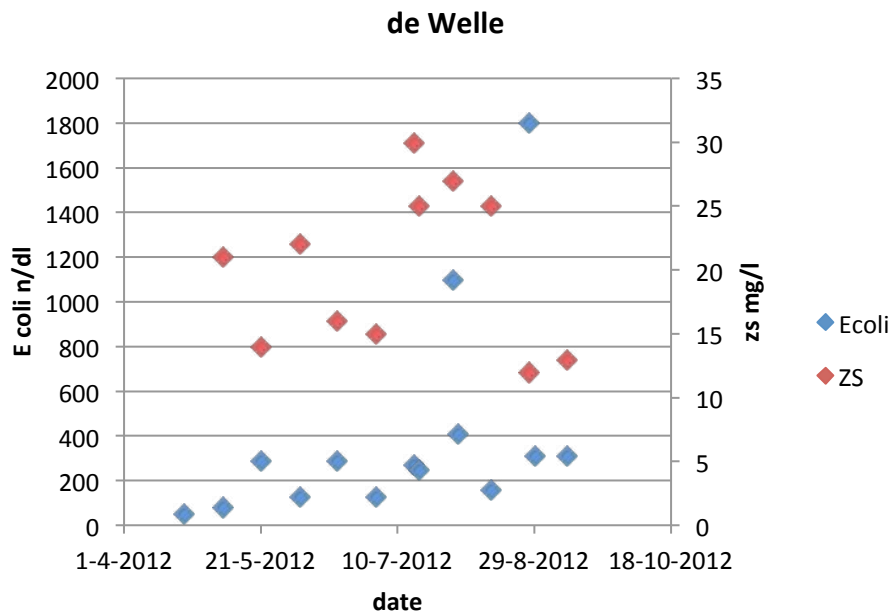
METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN (N/DL). DE EXTRA METING IS VETGEDRUKT

Datum	<i>E. coli</i>	IE
17-4-2012	5	<10
1-5-2012	64	88
15-5-2012	54	<10
29-5-2012	42	10
12-6-2012	208	804
14-6-2012	10	22
26-6-2012	10	<10
10-7-2012	42	422
24-7-2012	122	<10
27-7-2012	110	12
7-8-2012	134	146
21-8-2012	98	10
4-9-2012	42	422
18-9-2012	10	<10

## DE WELLE



De Welle is een plas gelegen in het centrum van Drachten. Tijdens de veldbezoeken was er geen verstoring door mensen. De Welle kenmerkt zich door een slecht doorzicht en een minimale bedekking met waterplanten in de plas zelf. In twee zijarmen/sloten is een hoge bedekking waargenomen. Onderstaande grafiek geeft een overzicht van het verloop tijdens de bemonsteringen door het waterschap van *E. coli* en zwevend stof op meetpunt 0813. De concentraties *E. coli* en IE variëren gedurende het seizoen. De hoogste concentraties voor *E. coli* en IE zijn in augustus, respectievelijk 1800 en 1000 (n/dl). De extra meting aan *Campylobacter* geeft een concentratie beneden de detectielimiet. De isolatie van het meetpunt is ingeschat als matig (2).



## GETELDE VOGELS PER ZONE, GEMIDDELDE VAN DE DRIE TELLINGEN EN STANDAARDDEVIATIE (SD)

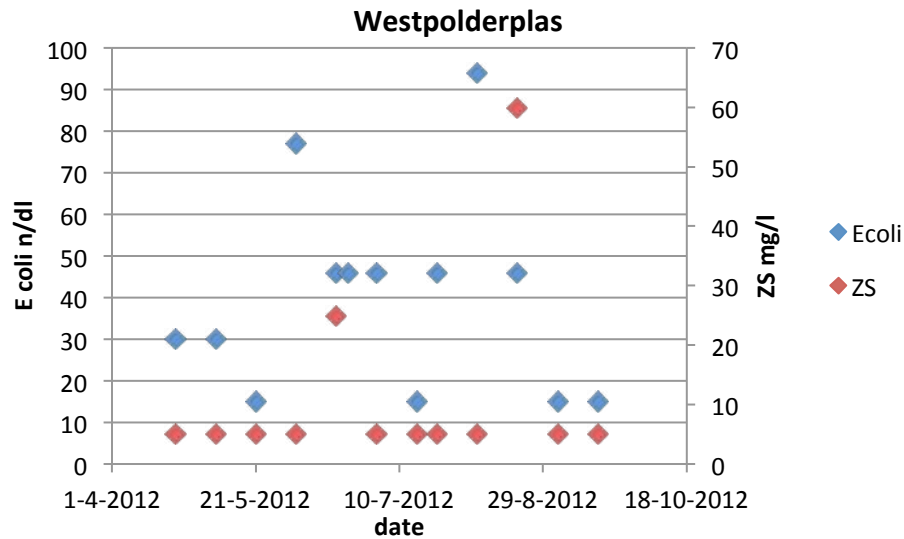
		sd
Meerkoet	3.3	1.2
Wilde eend	24.0	1.0
Kl. Mantelmeeuw	0.7	0.6
Kokmeeuw	0.3	0.6
Grauwe gans	0.7	0.6
Soepgans	2.0	0.0
Brandgans	13.3	0.6

## METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN (N/DL). DE EXTRA METING IS VETGEDRUKT

Datum	<i>E. coli</i>	IE	<i>Campylobacter</i>
23-4-2012	50	90	
7-5-2012	0		
7-5-2012	80	15	
21-5-2012	290	20	
4-6-2012	130	30	
18-6-2012	290	30	
2-7-2012	130	20	
16-7-2012	270	80	
<b>18-7-2012</b>	<b>250</b>	<b>140</b>	<2
30-7-2012	1100	1000	
1-8-2012	410	130	
13-8-2012	160	30	
27-8-2012	1800	1000	
29-8-2012	310	80	
10-9-2012	310	90	

**WESTPOLDERPLAS**

De Westpolderplas is eind 2007 door de gemeente Etten-Leur gegraven Waterschap Brabantse Delta 2008b) en heeft een oppervlak van ca. 8ha inclusief moeraszone. Er werden 2 zones onderscheidde bij de vogeltellingen. Tijdens twee van de drie veldbezoeken was er een geringe verstoring door mensen en drie geiten op het strand. De plas kenmerkt zich door een zeer goed doorzicht en een goede bedekking met waterplanten. Onderstaande grafiek geeft een overzicht van het verloop tijdens de bemonsteringen door het waterschap van *E. coli* en zwevend stof op meetpunt 202.603. De concentratie *E. coli* is laag gedurende het seizoen, de concentratie IE varieert iets meer. De hoogste concentraties voor *E. coli* en IE zijn in augustus en juni, respectievelijk 94 en 213 (n/dl). De isolatie van het meetpunt is ingeschat als hoog (3).



GETELDE VOGELS PER ZONE, GEMIDDELDE VAN DE DRIE TELLINGEN EN STANDAARDEVIATIE (SD)

zone	1 zwemplek	sd	2 plas	sd
Meerkoet	2.0	1.0	4.3	4.0
Wilde eend	1.3	2.3	10.7	8.5
Kuifeend	0.3	0.6	0.0	0.0
Kl. Mantelmeeuw	0.0	0.0	0.3	0.6
Knobbelzwaan	0.0	0.0	3.0	0.0
Grauwe gans	6.0	5.2	3.0	5.2
Canadese gans	6.0	0.0	0.0	0.0
Nijlgans	1.0	1.0	2.7	2.1
Aalscholver	0.0	0.0	0.3	0.6
Waterhoen	0.0	0.0	0.3	0.6

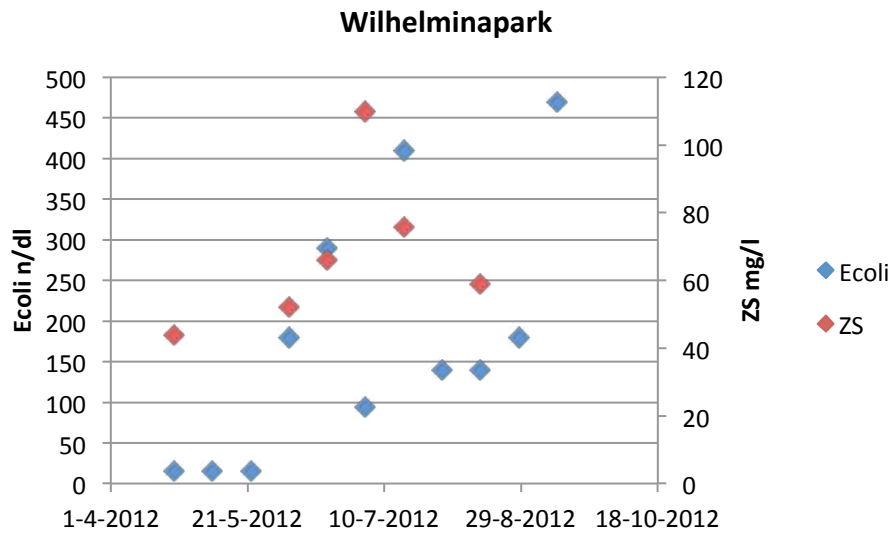
METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN (N/DL). DE EXTRA METING IS VETGEDRUKT

Datum	<i>E. coli</i>	IE
23-4-2012	30	30
7-5-2012	30	15
21-5-2012	15	15
4-6-2012	77	213
18-6-2012	46	30
22-6-2012	46	76
2-7-2012	46	15
16-7-2012	15	30
23-7-2012	46	15
6-8-2012	94	15
20-8-2012	46	15
3-9-2012	15	15
17-9-2012	15	15



**WILHELMINAPARK**

Zwemvijver Wilhelminapark is gelegen in de gemeente Rijswijk en is ca. 3.5 ha groot (Hoeijmakers, 2006). De plas kenmerkt zich door een zeer slecht doorzicht en het ontbreken van waterplanten. Tijdens het derde veldbezoek waren er ca. 50 kinderen aanwezig. Alleen bij het tweede veldbezoek werden grote aantallen ganzen geteld (150 individuen), bij de eerste en derde telling werden slechts enkele vogels waargenomen. Onderstaande grafiek geeft een overzicht van het verloop tijdens de bemonsteringen door het waterschap van *E. coli* en zwevend stof op meetpunt 412-29. De concentraties *E. coli* en IE nemen toe gedurende het seizoen. De hoogste concentraties voor *E. coli* en IE zijn in september, respectievelijk 470 en 440 (n/dl). De concentraties *Campylobacter* zijn laag gedurende het zwemseizoen, met een maximum van 7 (n/dl) in augustus. De isolatie van het meetpunt is ingeschat als laag (1).


**GETELDE VOGELS PER ZONE, GEMIDDELDE VAN DE DRIE TELLINGEN EN STANDAARDDEVIATIE (SD)**

zone		sd
Meerkoet	5.7	1.5
Fuut	0.7	1.2
Visdief	0.7	1.2
Grauwe gans	1.0	1.7
Soepgans	0.7	1.2
Canadese gans	48.3	83.7
Nijlgans	0.3	0.6
Blauwe reiger	0.7	1.2

**METINGEN DOOR HET WATERSCHAP VAN CONCENTRATIES FECALE BACTERIËN (N/DL). ER IS GEEN EXTRA METING UITGEVOERD**

Datum	<i>E. coli</i>	IE	<i>Campylobacter</i>
24-4-2012	<30	<30	
8-5-2012	<30	<30	
22-5-2012	<30	<30	<1
5-6-2012	180	94	<1
19-6-2012	290	30	<1
3-7-2012	94	94	4
17-7-2012	410	380	4
31-7-2012	140	200	<1
14-8-2012	140	45	<1
28-8-2012	180	130	7
11-9-2012	470	440	<1

**BIJLAGE 3**

# CORRELATIETABELLEN









## BIJLAGE 4

## RESULTATEN GLMM

*Dataset 1 E. coli*

Omdat er geen weersvariabelen uit de forward selectie kwamen, die als covariabelen worden beschouwd, is er geen aanvullende GLMM gedraaid.

*Dataset 1 IE*

Uitkomsten van de GLMM, waarbij temperatuur als covariabele (random factor) wordt meegenomen, geeft grotendeels vergelijkbare resultaten. Oppervlakte zwemzone, vegetatierang en aantallen vogels hebben een significant effect, waarbij opvalt dat aantal vogels nu een negatief effect heeft op IE.

## UITKOMSTEN GLMM IE

Variabele	effect	s.e.	F waarde Wald statistic
AvgT	-0.001988	0.0035974	
Oppp_zwemzone	0.00007443	0.000011417	<0.001
Veg_ranking	-0.6204	0.14557	0.001
avg_bird	-0.02717	0.009019	<0.001

*Dataset2 mediaan E. coli*

Geen GLMM want geen weersvariabelen uit de voorwaartse selectie, die als covariabelen worden beschouwd.

*Dataset2 max E. coli*

GLMM, met avgT als random factor, geeft diepte en volume als significante variabelen. Richting effect is nu positief voor diepte, en 0 voor volume.

## UITKOMSTEN GLMM MAX. E. COLI

Variabele	effect	s.e.	F waarde Wald statistic
AvgT	-0.00008136	0.001906820	
diepte	1.304	0.8185	<0.001
volume	0.	0.0	<0.001
Veg_ranking	-0.1534	0.19904	0.538
herbi_ha	-0.005739	0.0086898	0.518
isolatie	-0.1853	0.48538	0.569

*Dataset2 mediaan IE*

GLMM geeft alleen vegetatie rang als significant, negatief effect.

**UITKOMSTEN GLMM MEDIAN IE**

<b>Variabele</b>	<b>Effect grootte</b>	<b>s.e.</b>	<b>F waarde Wald statistic</b>
Volume	0.	0.0	0.196
Veg_ranking	-0.1692	0.07918	0.046
Isolatie	0.1586	0.20960	0.627
AvgT	0.	0.0	
SumQ	0.	0.0	
SumRH	0.	0.0	

*Dataset 2 max IE*

Geen GLMM want geen weersvariabelen uit de voorwaartse selectie, die als covariabelen worden beschouwd.