

Optimalisatie Waterkwaliteit Groenlose Slinge



Opdrachtnemer

Hogeschool van Hall Larenstein
Larensteinselaan 26a
6882 CT Velp

Opleiding

Deeltijd Land- en Watermanagement
Minor Grond- weg- en waterbouw

Student

Jibbe Kalkwijk
Arksteestraat 11
6511 MX Nijmegen
Studentnummer 840926103

Begeleiding VHL

Bert Meijer
Docent Land- en Watermanagement

Dhr. Bert Meijer
Interne begeleider VHL

Dhr. Jibbe Kalkwijk
Student deeltijdopleiding Land- en
Watermanagement

Opdrachtgever

Waterschap Rijn en IJssel
Liemersweg 2
7006 GG Doetinchem

Begeleiding WRIJ

Rutger Engelbertink
Adviseur Watersysteem

Dhr. Rutger Engelbertink
Waterschap Rijn en IJssel

Versie: 1.0

Datum: 2 juni 2015

VOORWOORD

Voor u ligt mijn afstudeerscriptie 'Optimalisatie Waterkwaliteit Groenlose Slinge'. In de periode februari tot en met mei 2015 heb ik met veel plezier en soms wat onvoorkomelijke frustratie gewerkt aan mijn afstudeeronderzoek bij het Waterschap Rijn en IJssel. Het is een boeiend onderzoek geweest waarvan ik hoop en verwacht dat de resultaten enige bijdrage kunnen leveren aan het verbeteren van de waterkwaliteit in de Groenlose Slinge en de bypass Slinge-Oosterholt.

Bij het Waterschap ben ik bijzonder prettig ontvangen door vriendelijke, betrokken en zeker ook behulpzame collega's. Uiteraard wil ik mijn afstudeerbegeleider bij WRIJ Rutger Engelbertink bedanken voor de nuttige feedback en de kritische noot bij mijn werk. Ook Bert Meijer als mijn begeleider vanuit van Hall-Larenstein wil ik graag bedanken voor zijn commentaar, en opbeurende woorden op z'n tijd. Johan Blom wil ik graag bedanken voor het delen van zijn kennis over waterharmonica's.

Het was een leuke en leerzame tijd. Het schakelen tussen mijn werk en het afstuderen vroeg veel van mijn flexibiliteit, wat me niet altijd gemakkelijk afging. Ook bleek het een uitdaging om de complexe processen die spelen bij waterkwaliteit overzichtelijk te houden. Over het algemeen kan ik echter met een positief gevoel terugkijken op dit sluitstuk van mijn deeltijd studie Land- en Watermanagement.

Nijmegen, 2 juni 2015,



Jibbe Kalkwijk

SAMENVATTING

Dit afstudeeronderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Waterschap Rijn en IJssel en richt zich op het in kaart brengen van de knelpunten in het kader van de waterkwaliteit in de Groenlose Slinge en de bypass Slinge-Oosterholt. De afgelopen circa 10 jaar heeft het Waterschap geïnvesteerd in de (her)inrichting van de Groenlose Slinge ter verbetering van de ecologische waterkwaliteit, echter de doelen die na worden gestreefd worden nog niet geheel bereikt.

Op basis van een water- en stoffenbalans zijn knelpunten in het kader van de waterkwaliteit bepaald. De onderzochte parameters in dit onderzoek zijn stikstof-totaal, fosfaat, ammonium en zuurstof. Ten aanzien van de opgestelde water- en stoffen balans wordt geconcludeerd dat de Ratumsebeek en de RWZI van Winterswijk de voornaamste aanvoerbronnen zijn van de Groenlose Slinge en dus in potentie de grootste invloed hebben op de waterkwaliteit. Vooral in de zomerperiode is het volume-aandeel van de RWZI relatief groot. Lozingen vanuit de gemengde riooloverstorten zorgen daarnaast voor piekaanvoeren vanuit de Whemerbeek. De geïdentificeerde knelpunten dragen bij aan het niet halen van de doelstellingen in het kader van het Goed Ecologisch Potentieel (GEP). Daarnaast worden de Groenlose Slinge en de bypass periodiek belast door piekmissies vanuit de Whemerbeek en de RWZI. Met betrekking tot de GEP doelstellingen wordt gesteld dat in de huidige situatie de waterkwaliteit in de Groenlose Slinge als “ontoereikend” wordt geclassificeerd, waar een doelstelling “goed” geldt. Voor totaal-stikstof wordt de norm ruim overschreden. De RWZI levert een bijdrage hierin, maar door de aangevoerde vrachten vanuit de Ratumsebeek zal het elimineren van de emissie stikstof bij de RWZI niet bijdragen aan het behalen van de doelstelling. De norm voor fosfaat wordt ook overschreden. De lozing van zuurstofarm water vanuit de RWZI zorgt voor het niet behalen van de normen voor zuurstofverzadiging. Piekbelastingen in de Groenlose Slinge worden veroorzaakt door verhoogde ammoniumconcentraties en zeer lage zuurstofconcentraties in het effluent van de RWZI en overstortgebeurtenissen met een grote zuurstofvraag vanuit de gemeentelijke overstorten. De voornaamste gevolgen van de heersende concentraties en periodieke stootbelastingen zijn (acute) zuurstofloosheid, emissie van hoge (toxische) concentraties ammonium en een afname van de soortenrijkheid van waterplanten. Als gevolg van het grote volume-aandeel in de zomerperiode van de RWZI wordt de kans vergroot dat de Groenlose Slinge belast wordt met pathogenen en actiefslib.

Op basis van de vastgestelde knelpunten zijn mogelijke maatregelen geïnventariseerd. De mogelijke maatregelen zijn beoordeeld op basis van maatregelspecifieke criteria. Vervolgens is in overleg met het Waterschap de voorkeursvariant vastgesteld. Op basis van deze voorkeursvariant worden aanbevelingen gedaan voor verdere uitwerking hiervan. De prioriteit bij het ingrijpen bij de RWZI ligt bij zuurstofverrijking van het effluent en het nitrificeren van ammonium en de afbraak van pathogenen en actiefslib. Een waterharmonica in combinatie met een cascade geniet de voorkeur als oplossingsmaatregel. De normen voor fosfaat en stikstof in de Groenlose Slinge zullen naar verwachting niet gehaald worden met deze oplossingsmaatregel, maar de piekbelastingen uit de zuivering kunnen op deze wijze worden voorkomen. Gezien de gevolgen van overstortgebeurtenissen op de zuurstofhuishouding wordt het afkoppelen van hemelwater in combinatie met lokale berging in het stedelijk gebied van Winterswijk als voorkeursvariant vastgesteld om overstortvolumes en de afvoer van verdund rioleringswater naar de RWZI te reduceren. Om een hoger debiet en meer variatie in stroomsnelheid te realiseren, ter voorkoming van het ontstaan van sliblagen en zuurstofarme omstandigheden, in de bypass wordt geadviseerd de ondergedoken duiker te vervangen door een grotere halfgevolde duiker en een regelbare stuw te installeren om de debieten te beheersen.

INHOUD

Voorwoord	3
Samenvatting.....	4
1 Inleiding	7
1.1 Doel.....	7
1.2 Onderzoeksvragen	8
1.3 Afbakening.....	9
1.4 Leeswijzer	9
2 Onderzoekopzet en methodiek	10
2.1 Literatuurstudie	10
2.2 Data-analyse	10
2.3 Werkwijze en uitgangspunten water- en stoffenbalans.....	11
2.4 Piekbelastingen.....	13
2.5 Bepalen knelpunten	15
2.6 Bepalen maatregelen	15
2.7 Vaststellen voorkeursvariant	15
3 Beschrijving van het oppervlaktewatersysteem	16
3.1 De Groenlose Slinge	16
3.2 De Ratumsebeek en Willinkbeek	16
3.3 De Whemerbeek.....	17
3.4 Rioolwaterzuivering Winterswijk	18
3.5 Knooppunt Beurzerbeek en Bypass Slinge-Oosterholt.....	18
4 Waterkwaliteitsdoelen van het Waterschap.....	19
4.1 Waterkwaliteitsbeleid	19
4.2 Doelstellingen van het Waterschap	19
4.3 Lozingseisen RWZI.....	20
5 Resultaten Water- en Stoffenbalans	21
5.1 Analyse waterbalans	21
5.2 Analyse stoffenbalans	25
5.3 Resultaten piekbelastingen	28
5.4 Conclusie stoffenbalans.....	31
6 Knelpuntenanalyse	32
6.1 Gemiddelde concentraties en piekbelastingen.....	32
6.2 Knelpunten gemiddelde concentraties en piekbelastingen.....	32
6.3 Waterkwantiteit Groenlose Slinge en Bypass.....	34
6.4 Samenstelling RWZI effluent.....	35

7	Mogelijke maatregelen en variantenafweging.....	36
7.1	Debietverdeling Groenlose Slinge en bypass.....	36
7.2	Maatregelen overstorten	36
7.3	Maatregelen bij de RWZI	37
8	Voorkeursvariant.....	40
8.1	Debietverdeling Groenlose Slinge en bypass.....	40
8.2	Overstorten Whemerbeek.....	40
8.3	Effluent RWZI.....	40
9	Conclusie.....	43
10	Discussie en aanbevelingen	45
10.1	Discussie	45
10.2	Aanbevelingen	46
	Bijlage 1 Regionale ligging	48
	Bijlage 2 Overzicht registratiepunten.....	50
	Bijlage 3 Locatie RWZI	52
	Bijlage 4 Overzicht debieten.....	54
	Bijlage 5 Overzicht concentraties en vrachten	59
	Bijlage 6 Berekening zuurstofdeficiet	69
	Bijlage 7 Trends in gemeten concentraties	71

Om te voldoen aan de waterkwaliteitsdoelen is de Groenlose Slinge in de afgelopen 10 jaar heringericht. In de Groenlose Slinge, de bypass Slinge-Oosterholt en in bepaalde gevallen ook in de Beurzerbeek worden echter hoge concentraties stikstof en fosfaat en aangetoond (WRIJ, 2014). Dit zorgt ervoor dat het water niet voldoet aan de normen voor Goed Ecologisch Potentieel (GEP), dat als doel voor de Groenlose Slinge is gesteld (KRW factsheet Groenlose Slinge, 2014).

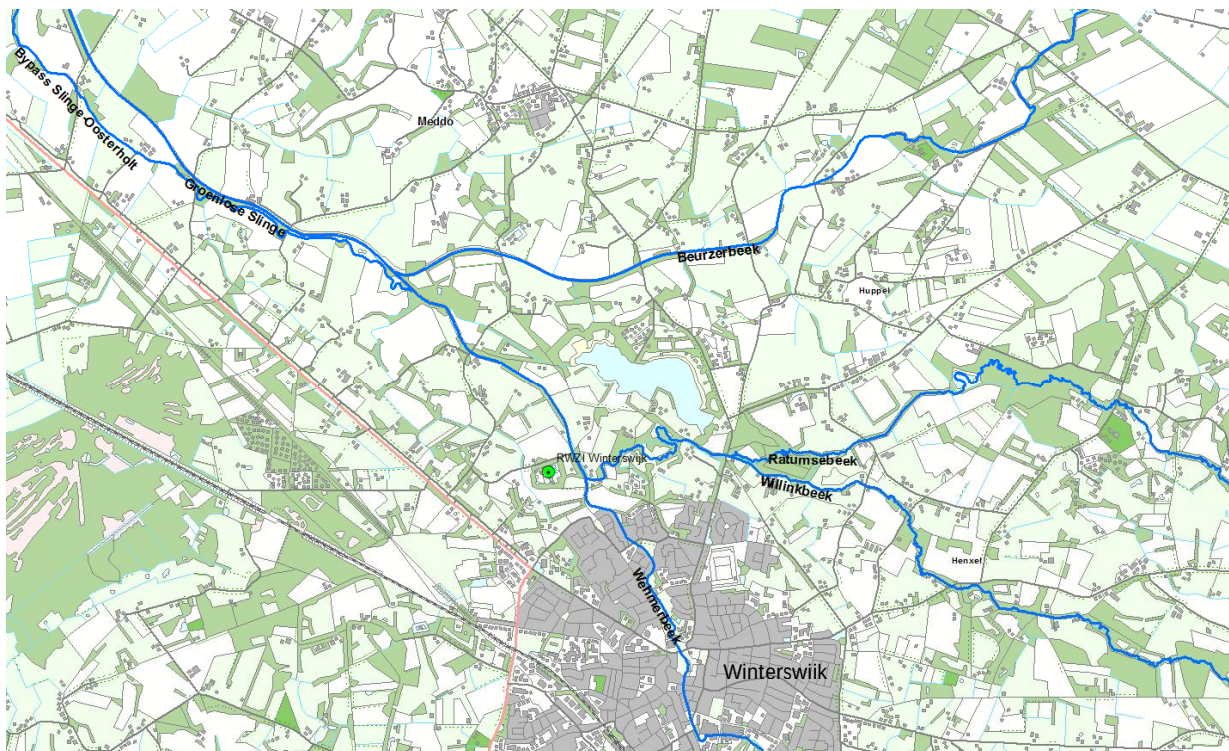
Als oorzaak van de achterblijvende waterkwaliteit wordt de emissie van de genoemde stoffen in het effluent van de RWZI te Winterswijk en de gemeentelijke overstorten van Winterswijk genoemd. De RWZI van Winterswijk loost direct op de Groenlose Slinge en de overstorten lozen op de Whemerbeek, die uitmondt in de Groenlose Slinge. Het effluent water van de RWZI voldoet in vrijwel alle gevallen aan de lozingsnormen voor rioolwaterzuiveringsinstallaties maar in de praktijk blijkt dat de emissies toch een negatieve invloed hebben op de waterkwaliteit (WRIJ, 2014). Daarnaast zorgen de lage aanvoerdebieten vanuit de Ratumsebeek, Willinkbeek en Whemerbeek in droge perioden ervoor dat het effluent van de RWZI ca. 95% van de aanvoer van water verzorgt, waardoor weinig verdunning door schoon water op kan treden.

De gevolgen van de emissie van stikstof en fosfaat zijn verlaagde zuurstofconcentraties en eutrofiëring in de Groenlose Slinge en de bypass. De verlaagde zuurstofconcentraties belemmeren de vismigratie in de bypass en leidt incidenteel tot vissterfte (specialist Ecologie WRIJ, 2015). De overvloed aan nutriënten leiden tot overdadige algengroei (FLAB) en een afname van de soortenrijkheid. In het veld wordt in de bypass een overdadige groei van sterrenkroos waargenomen. Bij twee veldbezoeken in 2014 van het Waterschap zijn in de bypass Slinge-Oosterholt lage zuurstofconcentraties gemeten (Kramer, 2014).

In figuur 1.1 is de ligging van de beken in het onderzoeksgebied weergegeven. De te onderzoeken beken bevinden zich aan het begin van de Groenlose Slinge. Naar aanleiding van de vraag van het Waterschap over hoe kan worden voldaan aan het GEP en haar eigen doelstellingen voor de Groenlose Slinge en de bypass Slinge-Oosterholt, wordt in dit afstudeeronderzoek gezocht naar een oplossing voor het verbeteren van de waterkwaliteit. Aangezien verdunning van verontreinigd water met schoon aanvoerwater een voorname factor is in de oppervlaktewaterkwaliteit, is het noodzakelijk dat in dit onderzoek zowel de emissies van verontreinigende stoffen als de waterkwantiteit (afvoerdebieten en –verdeling) te betrekken. De regionale ligging van het onderzoeksgebied is opgenomen in bijlage 1.

1.1 DOEL

Het doel van dit afstudeeronderzoek is het inzicht verkrijgen in de waterkwaliteit en de debietverdeling stroomopwaarts van het knooppunt Groenlose Slinge-Beurzerbeek en de bypass Slinge-Oosterholt. Op basis van deze gegevens wordt onderzocht welke maatregelen geschikt zijn om toe te passen zodat het Waterschap aan de gestelde waterkwaliteitsdoelen kan voldoen. Bij het vaststellen van de waterkwaliteit worden de zomergemiddelde situatie en pieksituaties ten aanzien van de waterkwaliteit gekwantificeerd. Naast de effectiviteit met betrekking tot rendementen van de diverse maatregelen wordt de duurzaamheid en de ecologische waarde van de mogelijke maatregelen meegewogen. De resultaten van het onderzoek bieden het Waterschap richting bij het verder verbeteren van de waterkwaliteit in de Groenlose Slinge.



Figuur 1.1: Overzicht onderzoeksgebied

1.2 ONDERZOEKSVRAGEN

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt:

“Op welke manier kan een optimalisatie van de waterkwaliteit en -kwantiteit worden gerealiseerd in de Groenlose Slinge en de bypass Slinge-Oosterholt zodat kan worden voldaan aan de door het Waterschap in dit kader gestelde doelen?”.

Om tot een antwoord op de hoofdvraag te komen, zullen de volgende deelvragen in het onderzoeksrapport worden beantwoord.

- Welke waterkwaliteitsdoelen heeft het Waterschap gesteld voor de Groenlose Slinge en de bypass?
- Wat is de zomergemiddelde afvoerverhouding van de verschillende deelstromen?
- Wat zijn de zomergemiddelde- en piekconcentraties van de onderzochte parameters in de Groenlose Slinge?
- Wat zijn de voornaamste emissiebronnen van de onderzochte parameters?
- Wat zijn de knelpunten in het kader van waterkwaliteit in de Groenlose Slinge en de bypass?
- Wat zijn de gevolgen van de geïdentificeerde knelpunten voor de waterkwaliteit?
- Welke maatregelen zijn er voor verbetering van de waterkwaliteit en -kwantiteit?
- Wat is op basis van mogelijke maatregelen de voorkeursvariant van het Waterschap?
- Wat is het effect van de gekozen oplossingsvariant op de waterkwantiteit- en kwaliteit?

1.3 AFBAKENING

Dit afstudeeronderzoek richt zich op het identificeren van de knelpunten in het kader van de waterkwaliteit en -kwantiteit in de Groenlose Slinge en de bypass Slinge-Oosterholt. Hierbij wordt de invloed van de RWZI, de bovenlopen Ratumsebeek en Whemerbeek en de gemeentelijke overstorten bepaald. De parameters voor het beoordelen van de waterkwaliteit zijn de zuurstofconcentraties en de concentraties totaal-fosfor, totaal-stikstof, nitraat en ammonium in de Groenlose Slinge.

Gezien de beperkte tijd van het onderzoek zal geen turn-key oplossing worden uitgewerkt maar in overleg met het Waterschap een advies worden gegeven voor de voorkeursvariant. Het in detail uitwerken van de voorkeursvariant kan in een vervolgstudie worden uitgevoerd. De geografische afbakening van de watergangen in het onderzoeksgebied is weergegeven in figuur 1.1. De regionale ligging van dit onderzoek is weergegeven in bijlage 1.

1.4 LEESWIJZER

Dit afstudeerrapport is in eerste instantie geschreven voor het Waterschap Rijn en IJssel. Daarnaast kan het een interessant rapport zijn voor lezers die geïnteresseerd zijn in waterkwaliteitsvraagstukken. Het rapport geeft de lezer inzicht in de emissiebronnen van nutriënten in het onderzoeksgebied en geeft richting bij het verder concretiseren van maatregelen om de waterkwaliteit te optimaliseren. Ter bevordering van de leesbaarheid van dit document wordt hier kort een beschrijving van de hoofdstukindeling gegeven.

In hoofdstuk 2 wordt de onderzoeksopzet en methodiek bij het totstandkomen van het onderzoek toegelicht. Hoofdstuk 3 beschrijft de geografische ligging en de kenmerken van het onderzochte oppervlaktewatersysteem en hoe dit systeem functioneert. In hoofdstuk 4 worden de waterkwaliteitsdoelstellingen van het Waterschap besproken. Hoofdstuk 5 beschrijft de analyse en conclusies van de water- en stoffenbalans. Hoofdstuk 6 gaat in op de knelpunten en gevolgen ten aanzien van zowel de gemiddelde fysisch-chemische waterkwaliteit en de piekbelastingen. In hoofdstuk 7 worden de maatregelen voor het verbeteren van de waterkwaliteit besproken. Hoofdstuk 8 gaat in op de vastgestelde voorkeursvarianten van het Waterschap en er worden aanbevelingen gedaan voor verdere concretisering van de maatregelen. Hoofdstukken 9 tot en met 11 bevatten de conclusie, de discussie en de aanbevelingen.

2 ONDERZOEKSOPZET EN METHODIEK

Globaal bestaat het onderzoek uit een analyse van het watersysteem, een probleemanalyse, het selecteren van maatregelen en het vaststellen van de voorkeursvariant. De methodiek wordt in dit hoofdstuk beschreven.

2.1 LITERATUURSTUDIE

In dit onderzoek wordt een literatuurstudie uitgevoerd om inzicht te krijgen in het functioneren van het watersysteem binnen het onderzoeksgebied. Hierbij worden rapporten geraadpleegd, maar ook de (digitale) legger van het Waterschap. De resultaten hiervan worden besproken in hoofdstuk 3. Daarnaast is bij het vaststellen van de doelen het waterkwaliteitsbeleid bestudeerd. Verder is voor het inventariseren van oplossingsmaatregelen voor het verbeteren van de waterkwaliteit kennis geput uit diverse artikelen en rapporten waarin zuiveringstechnieken worden besproken. De lijst met geraadpleegde bronnen is opgenomen achter in dit rapport.

2.2 DATA-ANALYSE

Voor de data-analyse is een inventarisatie gemaakt van relevante en beschikbare data bij het Waterschap. Hierbij is gezocht naar data waar debiet- en waterkwaliteitsmetingen zijn gedaan waarbij de data zoveel mogelijk in de tijd aan elkaar te verbinden is. Het doel van het verwerken en analyseren van deze data is het opstellen van een water- en stoffenbalans.

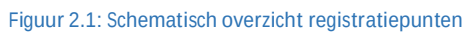
Er zijn gegevens verzameld die voortkomen uit waterkwaliteitsmetingen die door het waterschap zijn uitgevoerd in 2010 t/m 2014 in de beken en bij de RWZI. Daarnaast zijn voor deze periode overzichten gegenereerd van debietgegevens afkomstig van de Waterdata website (WRIJ, 2015) van het waterschap. In onderstaande tabel zijn de gebruikte dataseries weergegeven. Op basis van deze gegevens is de water- en stoffenbalans opgesteld.

Wanneer wordt gesproken van zomer- en wintergemiddelde waarden wordt de periode april t/m september en oktober t/m maart gehanteerd.

Tabel 2.1: Gebruikte data

Omschrijving	Locatie	Periode	Parameter(s)	Frequentie
Debiet en Effluentconcentraties	RWZI	12-01-2010 – 22-09-2014	m ³ /dag Kj-N, NO ₃ , t-N, t-P	4 x per maand
Debietregistratie Groenlose Slinge	GRS11	12-01-2010 – 22-09-2014	Daggem. m ³ /s	Continu
Debietregistratie Beurzerbeek	De Kip	12-01-2010 – 22-09-2014	Daggem. m ³ /s	Continu
Waterkwaliteitsmetingen	GRS01, RTB01,	12-10-2010 – 06-11-2013	NH ₄ , Kj-N, NO ₃ , t-N, t-P, O ₂	1 x per maand
Effluentconcentraties	RWZI	02-01-2012 – 22-04-2015	NH ₄	4 x per maand
Effluentconcentraties	RWZI	01-01-2010 – 31-12-2014	O ₂	Continu
Influentconcentraties	RWZI	03-02-2014 – 15-12-2014	BZV, CZV, Kj-N, t-P	4 x per maand

In figuur 2.1 zijn de registratiepunten schematisch weergegeven. In bijlage 2 zijn de registratiepunten op een kaart bijgesloten.



Om inzicht te krijgen in hoeverre de Ratumsebeek, de Whemerbeek en de RWZI invloed uitoefenen op de waterkwaliteit in de Groenlose Slinge en de bypass wordt een water- en stoffenbalans opgesteld. Bij het beoordelen van bronnen die van invloed zijn op de waterkwaliteit is het van belang dat zowel de aanvoerdebieten als de stofconcentraties worden geanalyseerd. Dit omdat de stoffen zich zullen mengen en dit, afgezien van overige processen, de uiteindelijke concentratie bepaalt. Op basis van deze concentraties kan worden vastgesteld of aan de waterkwaliteitsdoelen wordt voldaan. Daarnaast wordt door het vermenigvuldigen van het debiet met de op dat moment heersende stofconcentratie een stoffenvracht bepaald. Deze stoffenvracht geeft inzicht in welke mate de aanvoerstromen bijdragen aan de waterkwaliteit.

De geanalyseerde periode loopt van 12 januari 2010 tot en met 22 september 2014. Dit is ten tijde van het onderzoek de beschikbare periode waarin met de hoogste frequentie (4x per maand) de waterkwantiteit en -kwaliteit is gemonitord. De data van het effluent van de RWZI vormen het uitgangspunt.

De basis voor de gemeten debieten zijn de effluent dagvolumes van de RWZI. In de Groenlose Slinge (stroomafwaarts van het lozingspunt van de RWZI) en in de Beurzerbeek is continue debietregistratie aanwezig. Door op de corresponderende dagen de dagdebieten te vergelijken, worden de bekende dagafvoeren vastgesteld. De bekende gegevens zijn de basis voor het berekenen van de aanvoer van de Ratumsebeek en Whemerbeek, de bypass Slinge-Oosterholt en de Groenlose Slinge stroomafwaarts van het knooppunt Groenlose Slinge-Beurzerbeek. In de deze watergangen wordt het debiet niet geregistreerd. In deze studie is het voornamelijk van belang dat inzicht wordt verkregen in hoe de beken en de RWZI zich tot elkaar verhouden met betrekking tot de waterkwantiteit en -kwaliteit. Hierdoor is ervan uitgegaan dat neerslagoverschotten, verdamping en eventuele kwel en wegzijging constante factoren zijn die op de verhouding geen invloed uitoefenen. Deze variabelen worden aldus buiten de vergelijking gehouden.

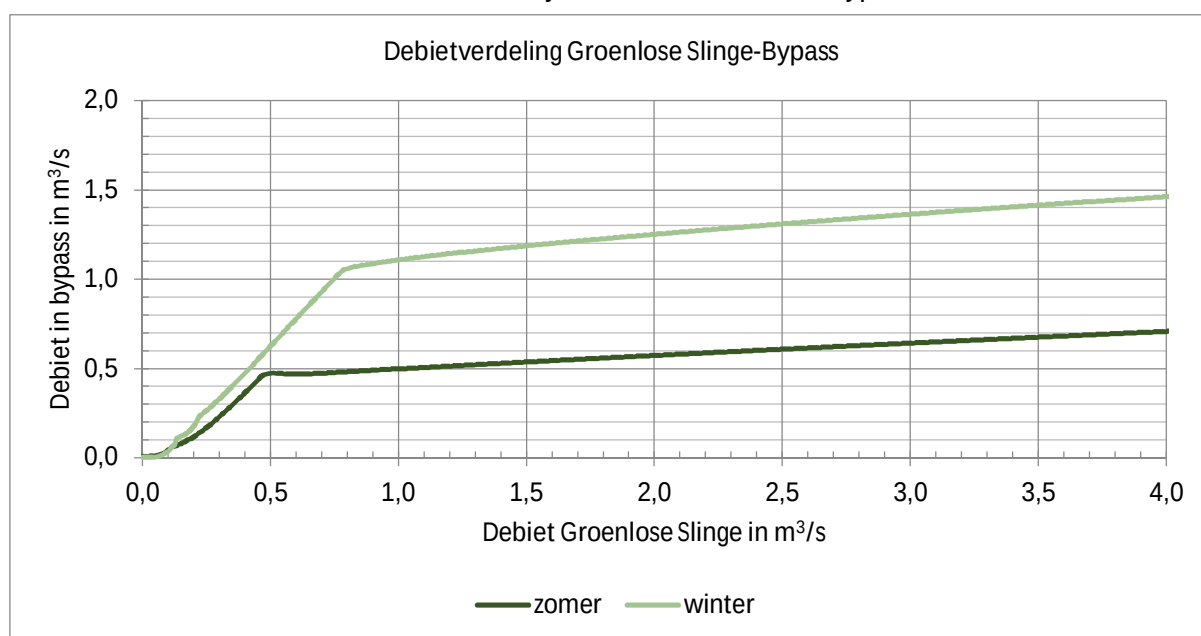
2.3.1.1 BEREKENING DEBIET RATUMSEBEK EN WHEMERBEEK

Bij het bepalen van de debieten stroomopwaarts van de RWZI is de aanname gedaan dat de afvoeren in de Ratumsebek en de Whemerbek zich verhouden naar stroomgebiedsgrootte. Deze bedragen respectievelijk 4010 ha (78%) en 1118 ha (22%). De som van deze aanvoeren is het dagdebiet ter plaatse van meetpunt GRS11 (Groenlose Slinge) minus het effluent dagdebiet van de RWZI.

Naast de vaste afvoer, vinden er overstorten vanuit het gemengde rioleringsstelsel van Winterswijk plaats op de Whemerbek. Met de beschreven methode zijn deze piekdebieten niet expliciet zichtbaar op de waterbalans. In paragraaf 5.1.4 wordt verder ingegaan op deze piekdebieten.

2.3.1.2 BEREKENING DEBIET BYPASS EN KNOOPPUNT GROENLOSE SLINGE-BEURZERBEEK

De afvoer door de bypass is afhankelijk van het waterpeil in de Groenlose Slinge, de afmeting van de aanwezige ondergedoken duiker en knijpstuw en de weerstand die wordt geboden door winter- of zomerbegroeiing. Voor het bepalen van het debiet in de bypass is gebruik gemaakt van SOBEK Rural. Hierbij is een simulatie gemaakt van een afvoer van 0 tot 10 m³/s in de Groenlose Slinge. Deze individuele debieten resulteren in een daarbij behorend debiet in de bypass.



Grafiek 2.1: Debietverdeling Groenlose Slinge en bypass

Op basis van de geregistreerde debieten in de Groenlose Slinge in de periode 2010-2014 zijn de debieten op elke balansdatum in de bypass bepaald. De afvoer stroomafwaarts van het knooppunt in de Groenlose Slinge wordt bepaald aan de hand van het debiet in de Beurzerbek plus het debiet in de Groenlose Slinge minus de afvoer door de bypass.

2.3.2 STOFCONCENTRATIES

In de periode van 12 januari 2010 tot en met 6 november 2013 zijn door het Waterschap in de Whemerbek en de Ratumsebek waterkwaliteitsmetingen uitgevoerd. Voor het vaststellen van de concentraties op een bepaalde datum zijn ook hier de effluentdata van de RWZI als basis genomen. De representatieve concentraties in de Whemerbek en Ratumsebek worden vastgesteld op basis van de bemonsteringsdatum in deze watergangen die in de tijd het dichtst bij de bemonsteringsdatum van het effluent van de RWZI ligt. Voor de periode van 6 november 2013 tot en met 22 september 2014 zijn de zomer- en wintergemiddelde concentraties gehanteerd. Er wordt tevens vanuit gegaan dat de

concentraties in de bypass gelijk zijn aan de concentraties in de Groenlose Slinge. De zuurstofconcentraties van het effluent van de RWZI zijn vastgesteld op basis van de resultaten van de procesmonitoring in het zuiveringsproces. De zuurstofconcentraties in de beluchtingscarrousel zijn hierbij aangehouden als representatieve gehalten.

Voor het afleiden van de heersende concentraties in de Groenlose Slinge direct ná de RWZI en in de bypass wordt uitgegaan van volledige menging van de deelstromen. Waardoor de volgende berekening de concentratie bepaalt:

$$C_{Gr.Sl} = \frac{V_{rwzi} \cdot C_{rwzi} + V_{rat} \cdot C_{rat} + V_{whe} \cdot C_{whe}}{V_{rwzi, rat, whe}}$$

Waarin:

$C_{aanvoer}$ = concentratie deelstroom

$V_{aanvoer}$ = dagvolume deelstroom

Deze benadering is een vereenvoudiging van de werkelijkheid. In werkelijkheid zullen ook onder andere atmosferische depositie en diverse naleveringen in het traject een invloed uitoefenen op de stofconcentraties en stoffenbalans. Daarnaast zullen bacteriële processen en reaeratie van invloed zijn op de zuurstofhuishouding. Voor het model wordt de aanname gedaan dat deze effecten elkaar opheffen.

2.3.3 VRACHTBEREKENING

De stofvrachten per tijdsstap in de Whemerbeek, de Ratumsebeek, de RWZI en de Groenlose Slinge worden bepaald door het volume (dagdebiet) te vermenigvuldigen met de op dat moment vastgestelde concentraties. Dit resulteert in een vracht in kg dag⁻¹. Doordat de afvoerdebieten en concentraties variëren in de tijd wordt inzicht verkregen in een gewogen gemiddelde stoffenbalans. Op basis van deze vrachtberekeningen en de gemeten concentraties worden de voornaamste emissiebronnen voor stikstof, fosfaat en zuurstof bepaald.

2.4 PIEKBELASTINGEN

Naast het vaststellen van de gemiddelde concentraties en stofvrachten wordt ingegaan op piekbelastingen op het systeem. Deze piekconcentraties hebben in potentie meer acute gevolgen in de Groenlose Slinge en de bypass. Hierbij worden de uitstoot van ammonium en lage zuurstofconcentraties bij de RWZI en de overstorten gekwantificeerd. Deze parameters worden geacht tot de grootste acute knelpunten te leiden.

2.4.1 OVERSTORTEN WHEMERBEEK

Voor het kwantificeren van het effect van een overstortgebeurtenis op de zuurstofhuishouding wordt een indicatieve berekening gemaakt van het zuurstofdeficiet als gevolg van een overstortgebeurtenis. Het biochemisch zuurstofverbruik (BZV) wordt aangehouden als bepalende parameter.

2.4.1.1 VASTSTELLEN OVERSTORTVOLUMES

De overstortvolumes zijn afkomstig uit het Basisrioleringsplan van Winterswijk voor neerslaggebeurtenissen die eens in het jaar, 2 jaar en 5 jaar voorkomen. Gelijk aan de methode in het basisrioleringsplan wordt ervan uitgegaan dat een bui bij zich in 4 uur voltrekt. Hierbij bouwt de bui

zich op zodat in het eerste half uur het piekdebiet wordt bereikt. Vervolgens wordt er gedurende 3 uur overgestort met het piekdebiet, waarna het in een half uur afbouwt naar 0. Bij het bepalen van het overstortdebiet is uitgegaan van het totale overstortvolume van de drie overstorten. Het piekdebiet dient als uitgangspunt voor het bepalen van het zuurstofverbruik van een overstortgebeurtenis bij T=1.

2.4.1.2 VASTSTELLEN CONCENTRATIES OVERSTORTWATER

Het vaststellen van representatieve concentraties bij overstortgebeurtenissen uit een gemengd stelsel is complex. Veel variabelen hebben invloed op de kwaliteit van het overstortende water. Zo is de concentratie afhankelijk van een voorgaande natte of droge periode, zowel in het riool als op het verharde oppervlak. Bij een voorgaande droge periode zal de verontreiniging als gevolg van de first flush en restmateriaal in het riool groter zijn. Daarnaast zullen de concentraties afnemen bij een groter overstortend volume door verdunning. Om toch een uitspraak te kunnen doen over de kwaliteit van het overstortende water uit het gemengde stelsel is de volgende werkwijze gehanteerd.

Over het jaar 2014 zijn de influentconcentraties en -debieten bij de RWZI en de neerslaggegevens geanalyseerd om vast te stellen wat het effect van verdunning is op de waterkwaliteit. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat er één emissiebron is op de Whemerbeek. In werkelijkheid betreft het 3 gemengde overstorten.

2.4.1.3 BEREKENING ZUURSTOFDEFICIET

Om de gevolgen van een overstortgebeurtenis vast te stellen wordt er een indicatieve berekening gemaakt voor het zuurstofverbruik in de ontvangende watergang. Voor het berekenen hiervan wordt het zuurstofdeficiet berekend dat wordt veroorzaakt door de afbraak van BZV. Het zuurstofdeficiet is het verschil tussen het zuurstofgehalte in de uitgangssituatie en na lozing van BZV. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de enige processen die invloed hebben op de zuurstofhuishouding het zuurstofverbruik door de afbraak van BZV en reaeratie zijn.

De basis voor het berekenen is de volgende differentiaalvergelijking:

$$\frac{dD_t}{dt} = k_1 \cdot C_{BZV(t)} - k_2 \cdot D_t$$

Waarbij:

D_t	Zuurstofdeficiet in mg/l
k_1	Afbraakcoëfficiënt BZV uur ⁻¹
$C_{BZV(t)}$	BZV-concentratie veranderlijk in de tijd in mg/l
k_2	Reaeratiecoëfficiënt uur ⁻¹

Wanneer wordt uitgegaan van de randvoorwaarde dat bij $t = 0$, $C_{BZV} = C_0$ en $D = 0$ resulteert dit in de volgende vergelijking waarmee het zuurstofdeficiet in de tijd kan worden berekend (STOWA, 2010):

$$D_t = C_0 \cdot \frac{k_1}{k_2 - k_1} \cdot (e^{-k_1 t} - e^{-k_2 t}) + D_0 \cdot e^{-k_2 t}$$

Voor de concentratie C_0 wordt uitgegaan van volledige menging van de overstortende stroom en de achtergrondstroming van de Whemerbeek. De achtergrondstroming van de Whemerbeek bedraagt tweemaal de zomergemiddelde afvoer. De BZV afbraakcoëfficiënt en de reaeratiecoëfficiënt zijn

standaardwaarden zoals deze worden aangehouden bij de TEWOR toetsing. (STOWA, 2004) Daarnaast wordt ervan uitgegaan dat het ontvangende water zuurstofverzadigd is bij 10 mg/l.

2.4.2 PIEKEMISSIONS RWZI

Om de piekbelastingen door de RWZI in kaart te brengen is het volgende uitgangspunt gehanteerd. De 10% hoogste waarnemingen voor totaal-N, ammonium, totaal-P en zuurstof worden inzichtelijk gemaakt. Deze piekemissionen komen ca. 4 maal per jaar voor in de periode 2010 – 2014. Voor zuurstof zijn de laagste 10% waarnemingen geïnterpreteerd.

2.5 BEPALEN KNELPUNTEN

Met betrekking tot de waterkwaliteit en –kwantiteit worden knelpunten vastgesteld op basis van zomergemiddelde concentraties en piekbelastingen. Binnen het beleidskader wordt getoetst op de chemische samenstelling van het oppervlaktewater. In het kader van de KRW en de daaruit voortvloeiende specifieke ecologische doelstellingen voor de beken worden de resultaten getoetst op zomergemiddelde concentraties. Hoewel deze gegevens een goed inzicht geven in een stationaire situatie en de langere termijn, bestaat de kans dat acute knelpunten als gevolg van piekbelastingen in het watersysteem worden *uitgemiddeld*. Naast de zomergemiddelde concentraties worden daarom ook piekbelastingen van de RWZI en de gemeentelijke overstorten geanalyseerd.

2.6 BEPALEN MAATREGELEN

Op basis van de knelpunten die voortkomen uit de water- en stoffenbalans en de vastgestelde piekbelastingen worden mogelijke maatregelen bepaald. De maatregelen worden beoordeeld op effectiviteit, duurzaamheid en ecologische waarde. Het duurzaamheidsaspect is gedefinieerd als het al dan niet verbruiken van (fossiele) energie en grondstoffen en ruimtelijke beleving. Ecologische waarde is gedefinieerd als de bijdrage die de methode levert aan verrijking van de ecologische kwaliteit van het ontvangende water. Voor de beoordeling van de diverse criteria worden de volgende variabelen gehanteerd:

- + positieve bijdrage
- 0 invloed nihil
- negatieve invloed

2.7 VASTSTELLEN VOORKEURSARIANT

In een georganiseerde sessie met specialisten van het Waterschap wordt de voorkeursvariant bepaald voor de maatregel(en) bij de RWZI, de overstorten en de bypass. De voorkeursvarianten geven sturing voor het Waterschap bij het initiëren van onderzoeken naar de verdere uitwerkingen van de voorkeursvarianten.

3 BESCHRIJVING VAN HET OPPERVLAKTEWATERSYSTEEM

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de Groenlose Slinge, de aansluitende beken en de rioolwaterzuivering. Dit geeft een overzicht van hoe de deelstromen in het onderzoeksgebied zich tot elkaar verhouden.

3.1 DE GROENLOSE SLINGE

De Groenlose Slinge heeft een lengte van ca. 34,1 kilometer en een stroomgebied van ca. 10.222 hectare. De Groenlose Slinge behoort tot de KRW categorie R5. De beek ligt in de provincie Gelderland en is volledig in beheer bij Waterschap Rijn en IJssel. (KRW factsheet Groenlose Slinge, 2014)

De Groenlose Slinge ontstaat ten noorden van Winterswijk, waar de Ratumsebeek en de Willinkbeek samenkomen. De Willinkbeek en Ratumsebeek ontspringen in Duitsland. Vanuit Winterswijk wordt de beek gevoed met water uit de Whemerbeek. Daarnaast loost de rioolwaterzuivering van Winterswijk haar effluent op de beek. Verder stroomafwaarts mondt de Beurzerbeek, eveneens afkomstig uit Duitsland, uit in de Groenlose Slinge. Vervolgens stroomt de Groenlose Slinge om Groenlo heen en richting Borculo. Vlak voor Borculo mondt de Meibeek uit in de beek. Bij stuw Beekvliet, benedenstrooms van Borculo, stroomt de Groenlose Slinge uit in de Berkel. De Groenlose Slinge is veelal genormaliseerd en heeft een verval van ca. 0,68 ‰. De beek varieert in breedte; van 4 meter bij Winterswijk tot 21 meter bij de uitmonding in de Berkel. In het traject van Winterswijk naar de monding bij Borculo passeert het water ruim dertig vaste overlaten, die vispasseerbaar zijn gemaakt. Op meerdere plaatsen heeft hermeandering plaatsgevonden en zijn natuurvriendelijke oevers gerealiseerd. De afvoer bedraagt gemiddeld $2,1 \text{ m}^3/\text{s}$ waarmee het ca. 1/3 van het debiet van de Berkel voor z'n rekening neemt wanneer deze beken samenkomen. (Engelbertink, 2015)

In de volgende paragrafen wordt meer specifiek ingegaan op de aanvoerbronnen in het onderzoeksgebied.

3.2 DE RATUMSEBEEK EN WILLINKBEEK

De bovenlopen Ratumsebeek, Willinkbeek en Beurzerbeek hebben een relatief natuurlijk karakter met veel met bomen begroeide oevers en meanderende delen. De beken ontspringen in Duitsland, zijn in totaal tussen de 10 en de 18 km lang en overbruggen een relatief groot hoogteverschil in een korte afstand. De Ratumsebeek en Willinkbeek zijn 1.5 tot 5.0 meter breed, liggen veelal diep ingesleten maar zijn zelf ondiep. De Beurzerbeek heeft het grootste stroomgebied van de drie en is met een breedte van ruim 18 m bij de Groenlose Slinge ook een stuk breder en dieper dan de andere twee bovenlopen. Bovenstrooms is de Beurzerbeek vrij 'natuurlijk' met begroeide oevers en meanders. Tussen de Ratumsebeek en de Beurzerbeek ligt een verbinding, de Koppelleiding. Deze leidt piekafvoeren van de Ratumsebeek naar de Beurzerbeek. Bij het benaderen van de Groenlose Slinge is de Beurzerbeek meer genormaliseerd met rechte oevers en minder natuurlijke begroeiing. Wel is dit deel voorzien van natuurvriendelijke oevers.

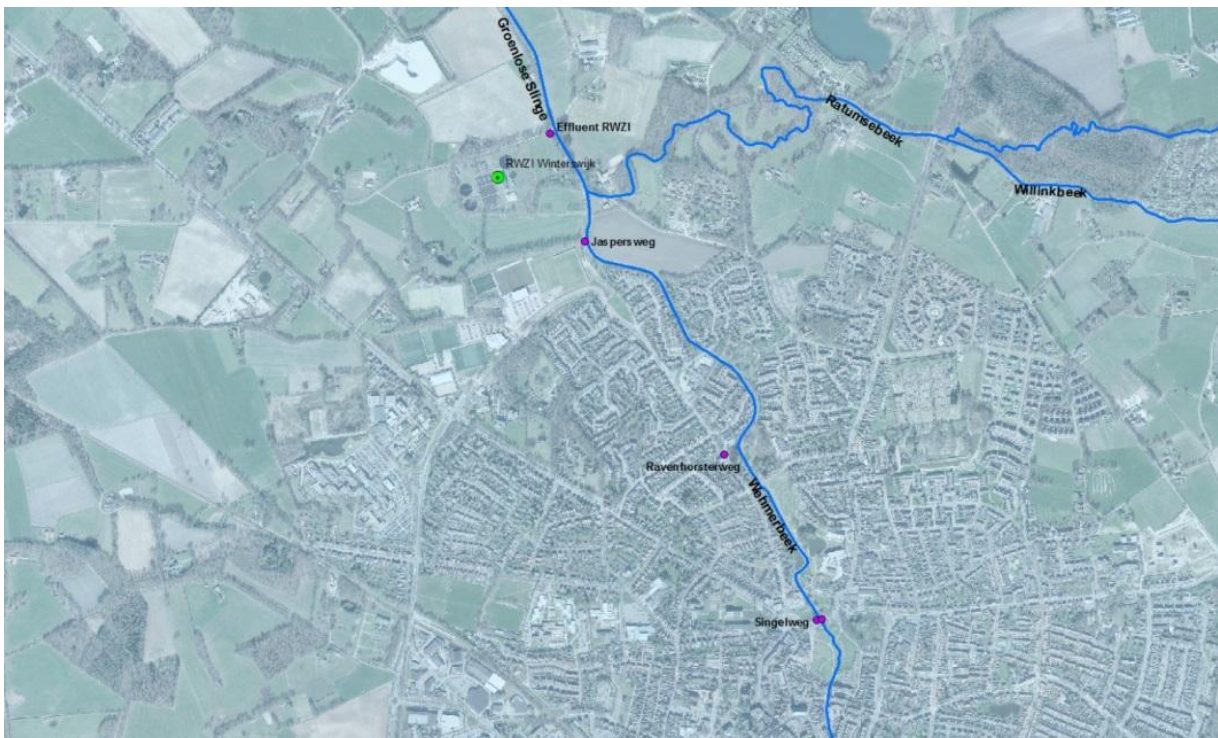
Kenmerkend voor de aanvoer vanuit Duitsland is het ontstaan van piekafvoeren bij neerslag. Door het grote verval in Duitsland en het beperkte bergend vermogen van de bodem stroomt overtollig water snel af naar het oppervlaktewater. (Engelbertink, 2015)



Afbeelding 3.1: Samenkomst Ratumsebeek (links) en Whemerbeek, bron: (DHV Milieu en Infrastructuur BV, 2004)

3.3 DE WHEMERBEEK

Aan de oostzijde van Winterswijk stroomt de Whemerbeek Winterswijk binnen. Buiten de bebouwde kom heet de Whemerbeek nog de Vossenveldsbeek. De beek wordt gevoed door verscheidene sloten in het Buurtschap Brinkheurne en door grondwater afkomstig uit de nabij gelegen steengroeve. De beek stroomt in noordwestelijke richting de bebouwde kom van Winterswijk door, waar het vervolgens samenkomt met de Ratumsebeek en vanaf daar de Groenlose Slinge vormt (DHV Milieu en Infrastructuur BV, 2004). De beek kenmerkt zich door lage afvoeren in de zomer en de aanwezigheid van een aantal gemengde overstorten.



Afbeelding 3.2: Locatie overstorten Whemerbeek

3.4 RIOOLWATERZUIVERING WINTERSWIJK

De RWZI van Winterswijk speelt een belangrijke rol in de aanvoer van de Groenlose Slinge. De RWZI is gebouwd in 1972 en vernieuwd in 2007 waarbij de ontwerpcapaciteit wat is verkleind. Het is een conventionele RWZI met een carrousel omloopsysteem. Naast de inzameling van water vanuit Winterswijk en de omliggende dorpen, wordt het afvalwater uit Groenlo ook ingenomen op de RWZI te Winterswijk. De maatgevende belasting bij 154 g TZV bedraagt 59.010 i.e. (inwonersequivalenten). Met een ondergrondse leiding wordt het effluent van de RWZI getransporteerd en geloosd op de Groenlose Slinge. Het lozingspunt bevindt zich circa 220 m stroomafwaarts van de samenkomen van de Ratumsebeek en Whemerbeek. In bijlage 3 is een kaart opgenomen met de locatie van de RWZI en de transportleidingen.

3.5 KNOOPPUNT BEURZERBEEK EN BYPASS SLINGE-OOSTERHOLT

Circa 1,9 km stroomafwaarts van de lozingspunt van de RWZI is de verbinding met de bypass Slinge-Oosterholt gelegen. Enkele meters stroomafwaarts komen de Beurzerbeek en de Groenlose Slinge samen. Beide beken passeren hierbij een vaste overlaat. Tussen de Beurzerbeek en de Groenlose Slinge is een verbindingsgeul aangelegd. De inlaat van water in de bypass wordt geregeld door een duiker en een vaste knijpstuw. De kleine meanderende bypass heeft een lengte van ca. 5 km en dient onder andere als vispassage, waarbij 5 stuwen in de Groenlose Slinge gepasseerd worden. (Legger WRIJ, 2015) Periodiek wordt in het veld waargenomen dat bij lage afvoeren het water voor de overlaten blijft staan en er een stroom van de Beurzerbeek richting de bypass ontstaat. Hierdoor kan de afvoer in de bypass groter zijn dan de afvoer in de Groenlose Slinge.



Afbeelding 3.3: Knooppunt Beurzerbeek-Groenlose Slinge, 2 april 2015, bron: J. Kalkwijk, 2014

4 WATERKWALITEITSDOELEN VAN HET WATERSCHAP

Dit hoofdstuk geeft een beknopte beschrijving van de door het Waterschap gestelde doelen. Naast de doelstellingen vanuit de KRW heeft het Waterschap ook als doel om inzicht te krijgen en in te grijpen in de piekbelastingen die de diverse emissiebronnen uitoefenen op de Groenlose Slinge.

4.1 WATERKWALITEITSBELEID

De KaderRichtlijn Water (KRW) is een Europese richtlijn met als doel om de kwaliteit van oppervlakte- en grondwater te waarborgen. In de richtlijn zijn met name doelen opgenomen ten aanzien van chemische componenten, waarbij er Europese normen zijn vastgesteld voor een aantal stoffen. Nederland heeft deze lijst verder nog aangevuld. Voorts moet ieder land ecologische doelstellingen formuleren waarbij wordt getoetst op de aanwezigheid van macrofauna, waterplanten, kiezelwieren en vis. Voor deze onderdelen wordt een Ecologische Kwaliteits Ratio (EKR) als doel gesteld. Deze ratio is gebaseerd op de verhouding tussen de werkelijke aanwezigheid en het (gewenste) referentieniveau. Voor de Groenlose Slinge zijn de onderstaande scores vastgesteld en gelden de onderstaande doelen.

Tabel 4.1: Ecologische doelen Groenlose Slinge

Omschrijving	Toestand 2014	Doel	Toelichting
Macrofauna	0,41	0,45	ongewervelde waterdieren
Macrophyten	0,37	0,35	Waterplanten/wieren
Vissen	0,17	0,3	

Volgens de KRW moeten in 2015 alle waterlichamen voldoen aan de kwaliteitsdoelstellingen voor 41 prioritaire stoffen. Volgens het Waterplan Gelderland voldoen alle waterlichamen in de provincie hieraan. De doelstellingen ten aanzien Goed Ecologisch Potentieel worden echter in de meeste gevallen nog niet bereikt en het beleid moet erop gericht zijn dat hieraan in 2027 kan worden voldaan. (Provincie Gelderland, 2009) Voor de concretisering van het waterbeheer op regionaal niveau speelt het Waterschap Rijn IJssel (WRIJ), als onderdeel van het gebied Rijn-Oost, een belangrijke rol. Het onderzochte gebied, de Groenlose Slinge, is één van de 35 waterlichamen, zoals deze door het Waterschap Rijn IJssel zijn gedefinieerd. Het waterlichaam Groenlose Slinge valt onder de categorie R5 (= langzaam stromende midden- en benedenloop op zand) met een ambitieniveau “goed” ten aanzien van ecologische doelen. Gezien de probleemstelling beperkt dit onderzoek zich tot de zuurstofhuishouding en nutriënten (totaal P, totaal N).

Tevens maakt de de Groenlose Slinge deel uit van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) met een Hoog Ecologisch Niveau (HEN) doelstelling. In het kader van dit beleid is de Groenlose Slinge ook aangewezen als Ecologische Verbindingszone (EVZ).

4.2 DOELSTELLINGEN VAN HET WATERSCHAP

Ter verdere invulling van concrete waarden voor de fysisch-chemische kwaliteitselementen zijn door de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) referenties en bijbehorende maatlaten opgesteld voor de diverse watertypen. Ten aanzien van de fysisch-chemische kwaliteit van het water in de Groenlose Slinge zijn de onderstaande waarden als doel gesteld voor het nagestreefde Goed Ecologisch Potentieel (GEP).

Tabel 4.2: Fysisch-chemische kwaliteitseisen voor GEP-doelstelling

Richtwaarden	R5
Zuurstof (zomergemiddelde verzadiging %)	Tussen 70 en 120
Totaal fosfaat (zomergem. mg P / l)	≤ 0,11
Totaal stikstof (zomergem. mg N / l)	≤ 2,3

De bypass Slinge-Oosterholt is niet aangewezen als een KRW-waterlichaam dus er ligt op deze watergang geen resultaatsverplichting in het kader van de KRW. In het veld wordt echter waargenomen dat de bypass niet voldoet aan het streefbeeld dat het Waterschap heeft bij deze beek. Zo wordt een eenzijdige soortensamenstelling van planten waargenomen (sterrenkroos) en zijn in de zomer zuurstofloze omstandigheden gemeten. Gezien het aan de bypass gehechte belang worden dezelfde doelen als hierboven vermeld aangehouden als doelstelling voor de bypass Slinge-Oosterholt.

4.3 LOZINGSEISEN RWZI

De lozingseisen voor de RWZI te Winterswijk zijn vastgelegd in het Activiteitenbesluit. Om de belasting van de Groenlose Slinge te beperken is daarnaast een maatwerkvoorschrift opgelegd voor de uitstoot van fosfor-totaal. De lozingsnormen voor de stoffen die worden behandeld in dit onderzoek staan in onderstaande tabel. Voor ammonium- en zuurstofconcentraties zijn geen lozingsnormen vastgelegd.

Tabel 4.3: Lozingseisen RWZI

Parameter	Lozingsnorm
Totaal-stikstof	10 mg/l
Totaal-fosfor	1,0 mg/l

5 RESULTATEN WATER- EN STOFFENBALANS

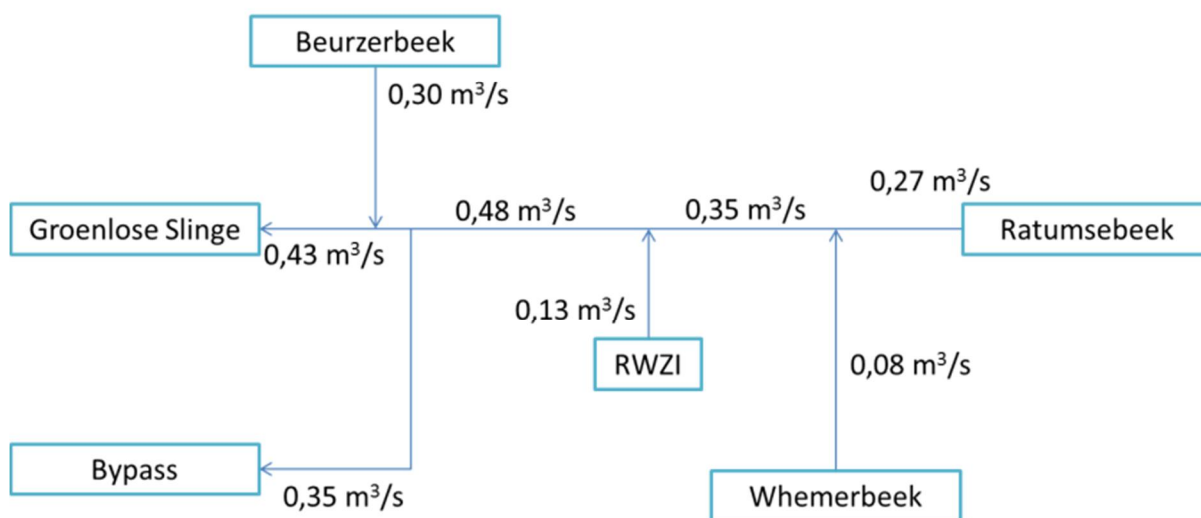
De debieten en concentraties van (verontreinigende) stoffen bepalen de aanvoer van vracht en de mate van verdunning. Voor het vaststellen van de emissiebronnen van verontreinigende stoffen in de Groenlose Slinge is het aldus noodzakelijk dat er inzicht wordt verkregen in de debieten en concentraties stikstof, fosfaat en zuurstof van de relevante watergangen binnen het onderzoeksgebied.

Aangezien de toetsing volgens de GEP uitgaat van zomergemiddelde concentraties worden de maatgevende debieten en concentraties voor de zomerperiode geanalyseerd. Hierbij wordt de hydrologische zomerperiode aangehouden die loopt van 1 april tot en met 30 september.

5.1 ANALYSE WATERBALANS

Door de waterbalans wordt inzicht verkregen in hoe de beken zich met betrekking tot de waterkwantiteit zich tot elkaar verhouden. In figuur 5.1 is de waterbalans geschematiseerd op basis van zomergemiddelden. In de volgende paragrafen worden de kenmerken van de deelstromen verder toegelicht.

Waterbalans zomergemiddeld 2010 - 2014



Post	AANVOER (m³/s)	AFVOER (m³/s)
Ratumsebeek	0,27	
Whemerbeek	0,08	
RWZI	0,13	
Beurzerbeek	0,30	
Bypass		0,35
Groenlose Slinge		0,43
Totaal	0,78	0,78

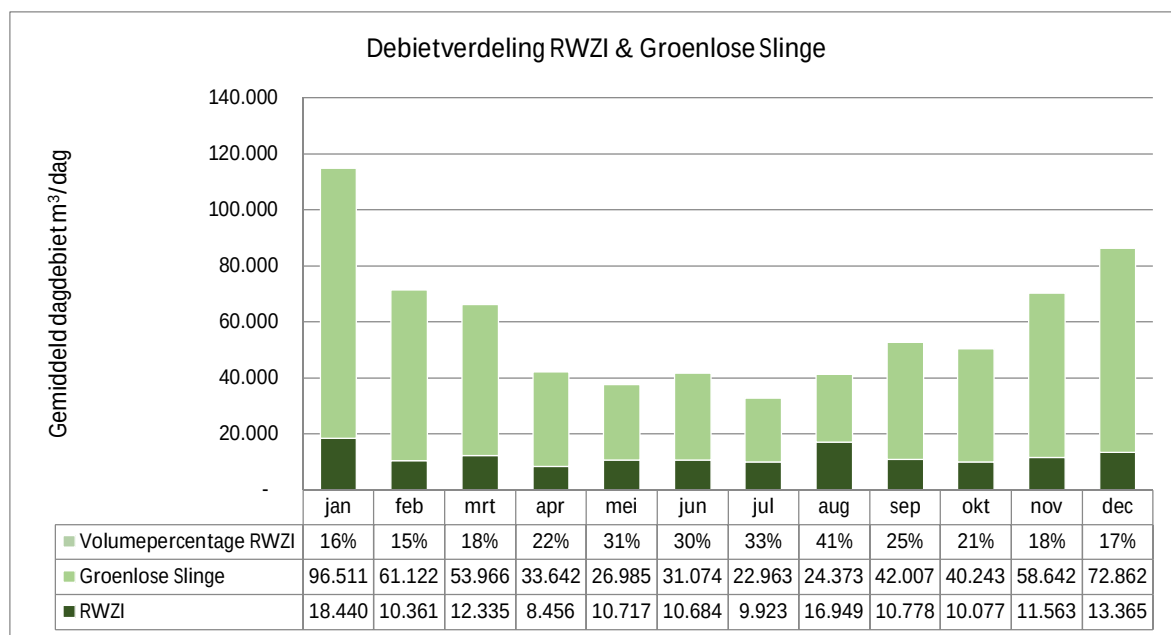
Figuur 5.1: Zomergemiddelde waterbalans

5.1.1 AANVOER RATUMSEBEEK EN WHEMERBEEK

Uit de berekende debietverdeling blijkt dat de Ratumsebeek de voornaamste aanvoerbron is op de Groenlose Slinge. Het gemiddelde zomerdebiet bedraagt 0,27 m³/s. De Whemerbeek levert een relatief kleine bijdrage met een zomergemiddeld debiet van 0,08 m³/s. Kenmerkend zijn de periodiek lage afvoeren in de zomerperiode in beide beken waarbij de debieten kunnen teruglopen naar respectievelijk 0,02 en 0,01 m³/s. Het (nagenoeg) droogvallen van beide beken wordt ook in het veld geconstateerd.

5.1.2 AANVOER RWZI

De RWZI van Winterswijk heeft een relatief groot aandeel in de afvoer van de Groenlose Slinge. In onderstaande figuur is per maand het gemiddelde dagdebiet van de RWZI afgezet tegen het aanvoerdebiet van de Groenlose Slinge.



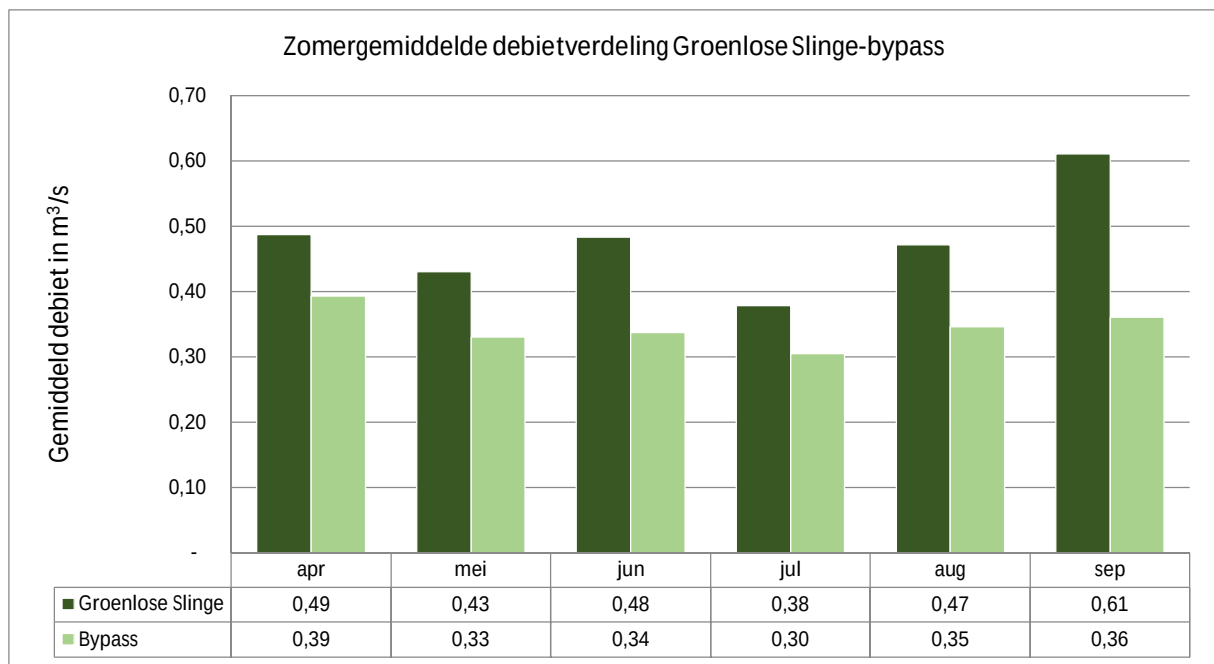
Grafiek 5.1: Debietverdeling RWZI Groenlose Slinge

Uit deze debietverdeling komt naar voren dat het effluent van de RWZI in de winter ca. 18% bedraagt. In de zomerperiode is dit gemiddeld 30% met het hoogste aandeel in augustus van 41%. De hoogste piek die wordt waargenomen in de periode 2010 – 2014 is een aandeel van 95%. Dit relatief grote aandeel in de afvoer van de Groenlose Slinge impliceert dat ook de bijdrage aan de fysisch-chemische waterkwaliteit groot is in de zomerperiode.

5.1.3 GROENLOSE SLINGE EN BYPASS SLINGE-OOSTERHOLT

Nadat het effluent van de RWZI is geloosd op de Groenlose Slinge bedraagt het zomergemiddelde debiet ter plaatse ca. 0,48 m³/s. Een groot deel stroomt vervolgens in de bypass en iets verder stroomafwaarts stroomt de Beurzerbeek bij het knooppunt uit met een zomergemiddeld debiet van 0,30 m³/s. Opvallend bij de verdeling is dat het debiet in de bypass bij lage afvoeren in de Groenlose Slinge hoger kan zijn dan in de Groenlose Slinge. De verklaring hiervoor is dat aanvoer vanuit de Beurzerbeek via de verbindingsgeul de bypass instroomt.

Op basis van de in SOBEK gemodelleerde afvoerverhoudingen wordt een zomergemiddeld debiet van 0,35 m³/s vastgesteld. In grafiek 5.2 zijn de afvoerverhoudingen in de zomermaanden weergegeven.



Grafiek 5.2: Debieten in Groenlose Slinge en bypass

Na passage van de duiker en knijpstuw is het natte oppervlak van het profiel van de bypass ca. 5 m², dit betekent dat de zomergemiddelde stroomsnelheid in de bypass ca. 0,07 m/s bedraagt. Tevens is er door de knijpstuwconstructie en de duiker weinig variatie in de stroomsnelheid te realiseren. Stroomafwaarts van het knooppunt bedraagt het debiet in de Groenlose Slinge ca. 0,43 m³/s. Bij een nat oppervlak van 6 m² (schatting) bedraagt de stroomsnelheid ca. 0,07 m/s.

In potentie leiden deze lage en constante stroomsnelheden tot bezinking van (dood) organisch materiaal en het ontstaan van sliblagen, waardoor opgelost zuurstof wordt onttrokken bij de afbraak hiervan.

5.1.4 OVERSTORTEN WHEMERBEEK

Gemiddeld levert de Whemerbeek zoals besproken een relatief klein volume aan de Groenlose Slinge. Periodiek treden echter de overstorten van het (deels) gemengde rioolstelsel van Winterswijk in werking. Op basis van de uitgangspunten worden onderstaande piekdebieten gedurende 3 uur afgevoerd in de Whemerbeek.

Tabel 5.1: Overstorten en piekdebieten Whemerbeek

Omschrijving	verhard oppervlak	Overstortingshoeveelheid (m3) bij herhalingstijd		
		ha	T=1	T=2
Neerslag in mm		21,1	25,8	32,9
Jaspersweg/Zandweg	145,2	6329,9	10641,9	21724,5
Singelweg	15,0	28,0	1101,6	2462,1
Ravenhorsterweg (laag)	83,7	3624,3	7803,6	15016,1
Totaal m³	260	9.982	19.547	39.203
Piekdebiet m³/s		0,69	1,36	2,72

Deze piekdebieten zijn niet zichtbaar op de waterbalans, aangezien daarbij de verdeelsleutel op basis van stroomgebiedsgrootte (zowel landelijk en stedelijk) wordt gehanteerd.

5.1.5 CONCLUSIE WATERBALANS

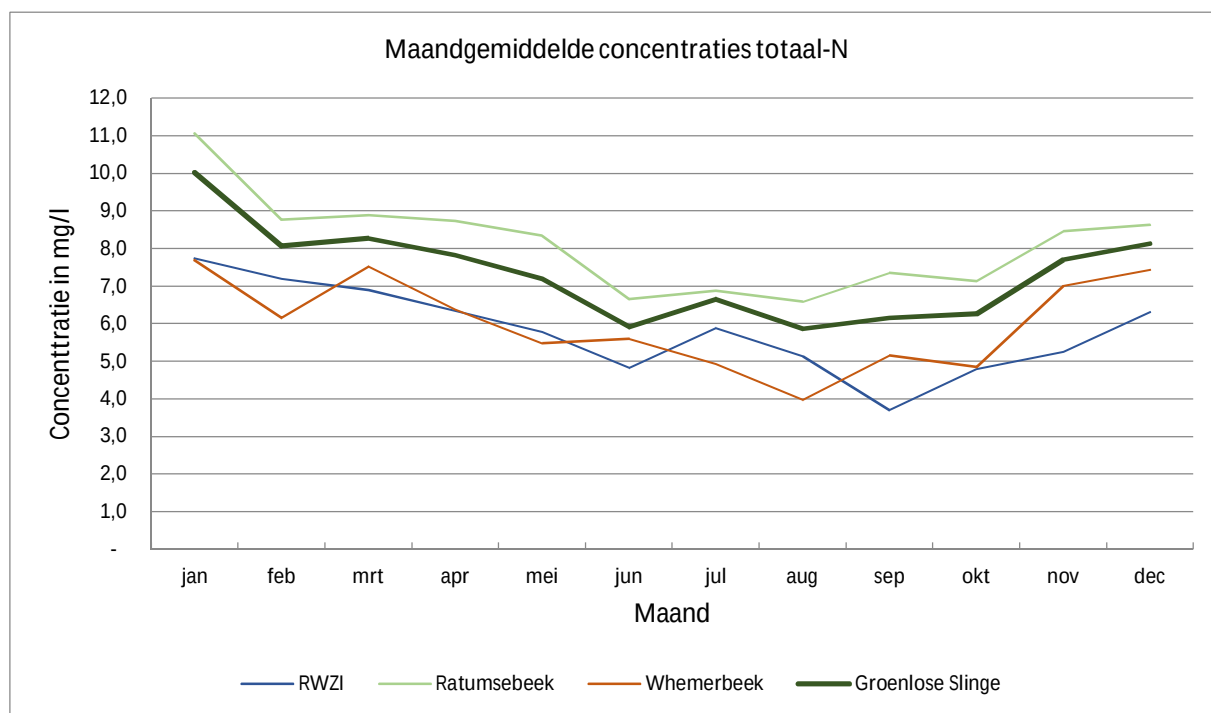
De waterverdeling in het onderzoeksgebied is opvallend. Naast de aanvoer vanuit de – met de Willinkbeek samengekomen – Ratumsebeek en de Whemerbeek, wordt de Groenlose Slinge vooral in de zomerperiode voor een relatief groot aandeel gevoed met effluentwater van de RWZI van Winterswijk. De Whemerbeek levert gemiddeld een kleine bijdrage aan de aanvoer naar de Groenlose Slinge. Periodiek stort het gemengde rioolstel van Winterswijk echter over, waardoor er verhoogde afvoeren plaatsvinden. De bypass Slinge-Oosterholt kent in de zomer een vrij constante stroomsnelheid als gevolg van de debiet-limiterende duiker en knijpstuw. Een overzicht van de geregistreerde en berekende debieten is opgenomen in bijlage 4.

5.2 ANALYSE STOFFENBALANS

In de volgende paragrafen worden de resultaten van de concentratie- en vrachtberekeningen besproken en wordt per stof de voornaamste emissiebron aangewezen. In paragraaf 6.1 wordt een overzicht gegeven van de maatgevende concentraties.

5.2.1 STIKSTOF

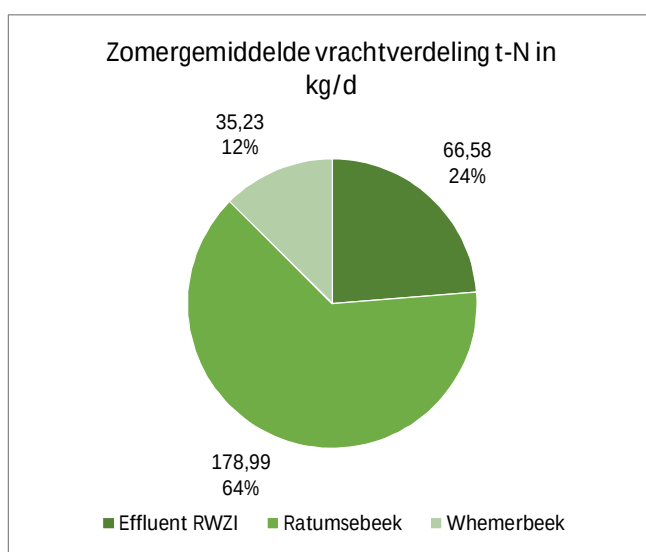
De concentratie stikstof totaal (t-N) is in de winterperiode in alle watergangen hoger dan in de zomerperiode. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de hogere neerslag en het uitspoelingskarakter van het landelijk gebied. De hoogste concentraties t-N worden waargenomen in de Ratumsebeek. De zomergemiddelde concentratie bedraagt 6,58 mg/l in de Groenlose Slinge.



Grafiek 5.3: Maandgemiddelde concentraties deelstromen t-N

In combinatie met de relatief hoge debieten in de Ratumsebeek wordt de vracht in de Groenlose Slinge voor 64% bepaald door de aanvoer vanuit de Ratumsebeek en vanuit de RWZI 24%. De Ratumsebeek is dan ook de voornaamste emissiebron voor stikstof.

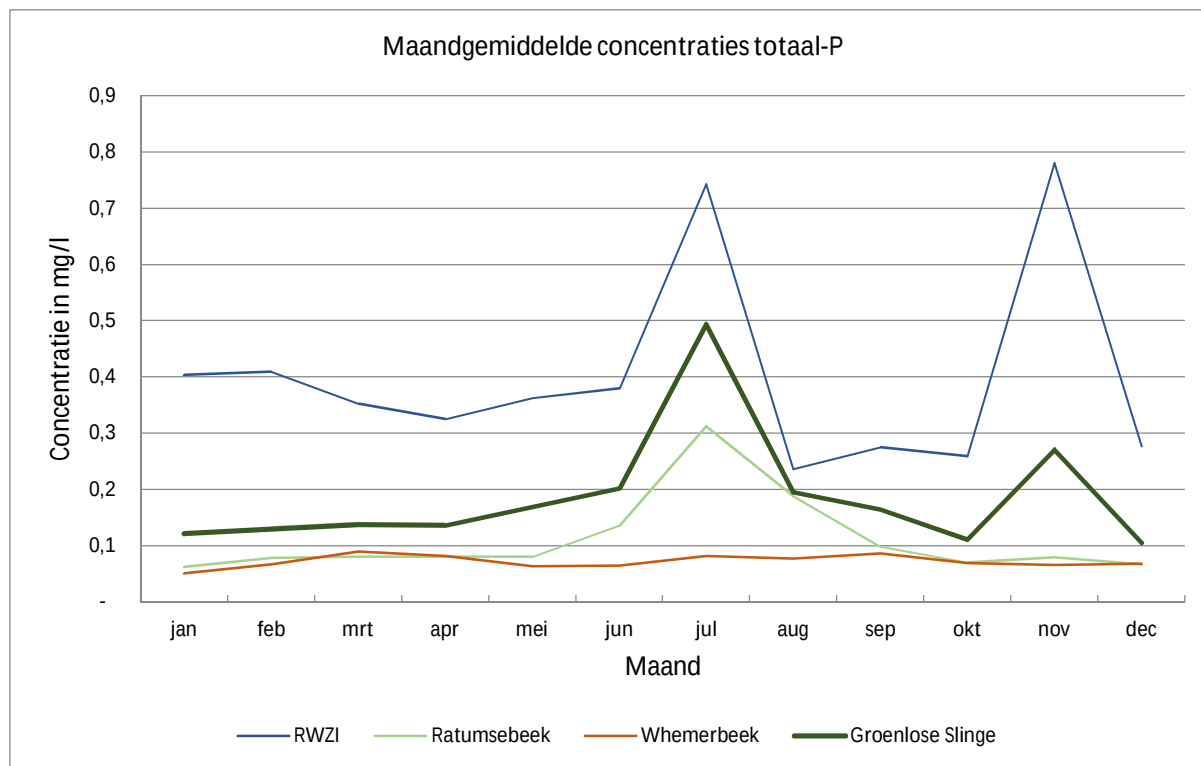
Belangrijk hierbij op te merken is de samenstelling van de t-N concentratie. De aanwezige stikstof bestaat in de Ratumsebeek voornamelijk uit nitraat, terwijl in het effluent van de RWZI voornamelijk ammonium en organisch gebonden stikstof wordt aangetroffen.



Figuur 5.2: Vruchtverdeling stikstof totaal

5.2.2 FOSFAAT

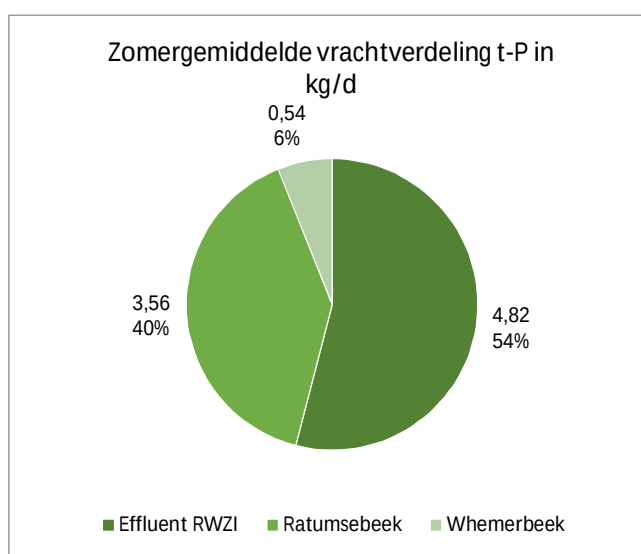
In de Ratumsebeek en de Whemerbeek worden in de zomer hogere concentraties totaal-P waargenomen dan in de winterperiode, de concentraties bedragen respectievelijk 0,15 en 0,08 mg/l. Bij de RWZI liggen de concentraties juist in de winter hoger. De pieken in de maandgemiddelde concentratie worden veroorzaakt door hoge concentraties bij het effluent van de RWZI. De zomergemiddelde concentratie in het effluent van de RWZI bedraagt 0,38 mg/l. De zomergemiddelde concentratie bedraagt in de Groenlose Slinge 0,22 mg/l bij een norm van 0,11 mg/l.



Grafiek 5.4: Maandgemiddelde concentraties deelstromen t-P

De voornaamste emissiebron van totaal-fosfor is de RWZI. De RWZI bepaalt voor 54% de vracht in de zomerperiode. De Ratumsebeek heeft een aandeel van 40% in de vracht. Hoewel de concentraties relatief laag zijn wordt de vracht veroorzaakt door het grootste volumeaandeel van de Ratumsebeek.

Daarnaast wordt geconstateerd dat circa 58% van de uitgestoten fosfor bij de RWZI ortho-fosfaat betreft. De mogelijke gevolgen hiervan worden in de knelpuntenanalyse verder toegelicht.

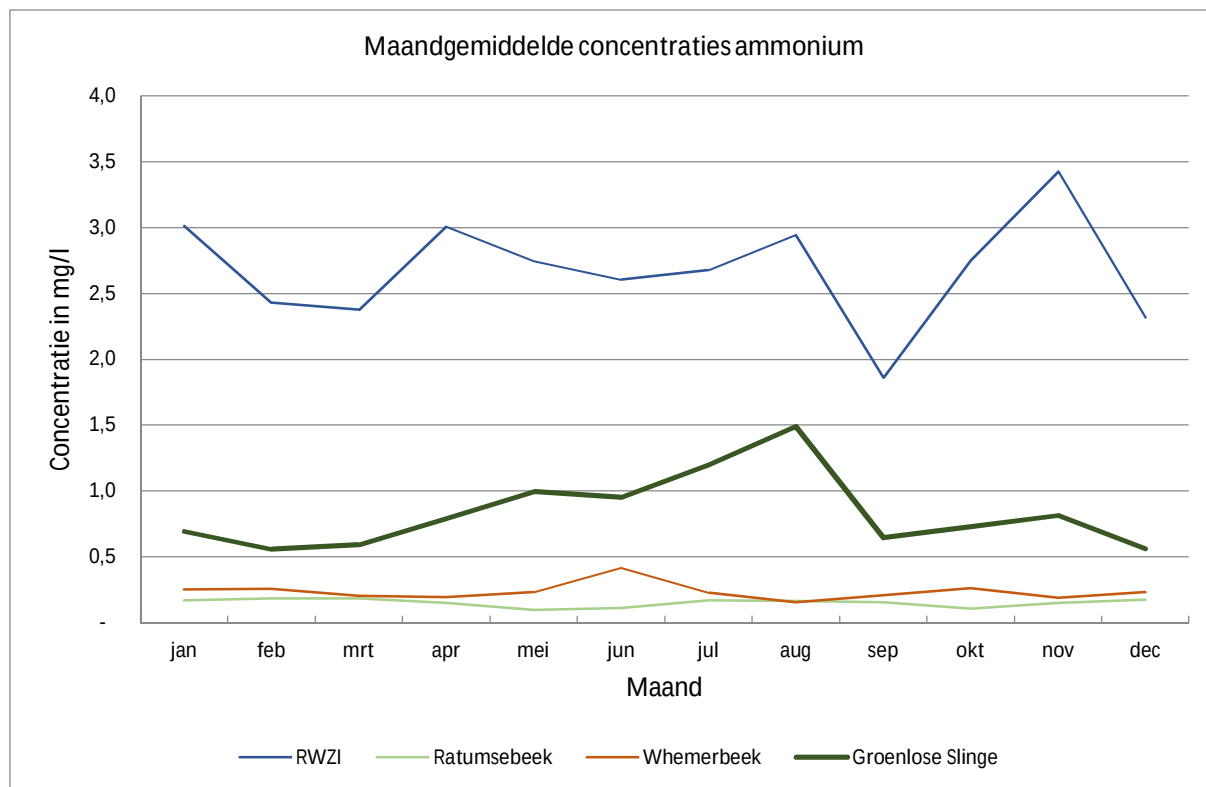


Figuur 5.3: Vruchtverdeling totaal fosfor

5.2.3 AMMONIUM

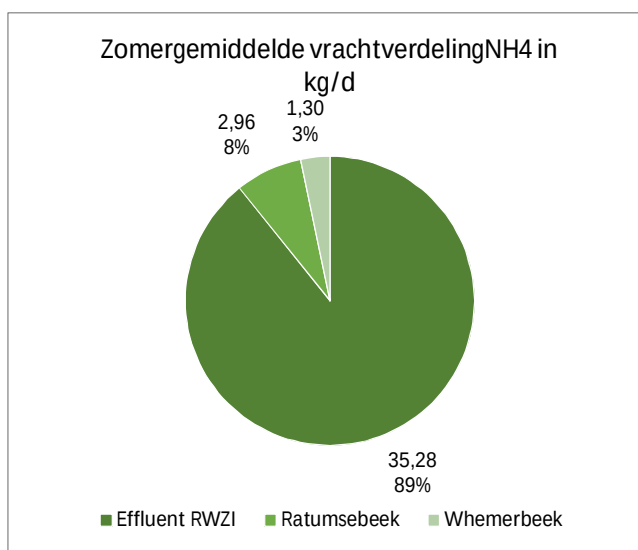
Aangezien ammonium is geïdentificeerd als een probleemstof in de Groenlose Slinge is ook hiervoor een stoffenbalans opgesteld.

De zomergemiddelde concentratie ammonium in de Ratumsebeek en Whemerbeek bedraagt respectievelijk 0,14 en 0,23 mg/l. Voor de RWZI ligt de concentratie aanzienlijk hoger met 2,65 mg/l. De berekende zomergemiddelde concentratie ammonium in de Groenlose Slinge is 1,01 mg/l.



Grafiek 5.5: Maandgemiddelde concentraties deelstromen ammonium

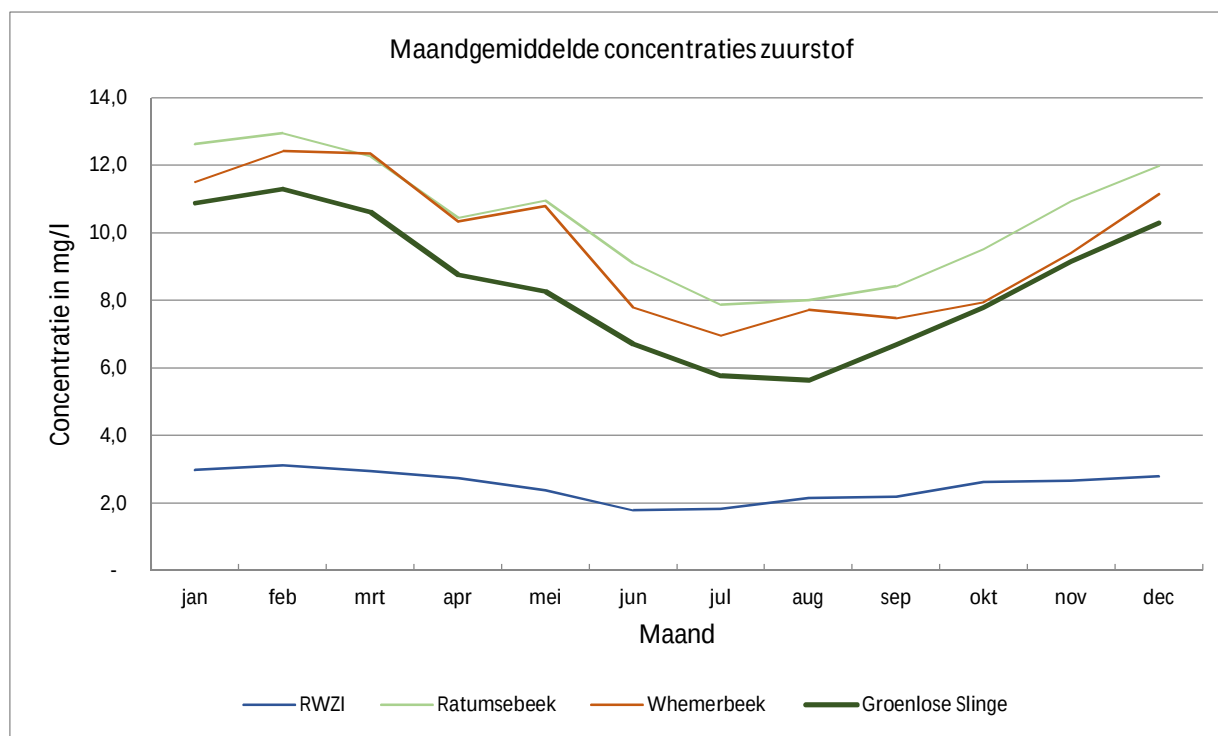
Uit de vrachtbalans blijkt dat de RWZI een aandeel van 89% ammonium heeft; resulterend in 35,5 kg ammonium per dag. Hieruit blijkt dat de RWZI een significante bijdrage levert aan de ammoniumvracht in de Groenlose Slinge en de voornaamste emissiebron is.



Figuur 5.4: Vruchtverdeling ammonium

5.2.4 ZUURSTOF

Grafiek 5.6 geeft een overzicht van de gemeten maandgemiddelde zuurstofconcentratie in de Ratumsebeek, de Whemerbeek en het effluent van de RWZI. In de aanvoerende beken worden zuurstofconcentraties aangetoond die voldoen aan de norm.



Grafiek 5.6: Maandgemiddelde zuurstofconcentraties deelstromen

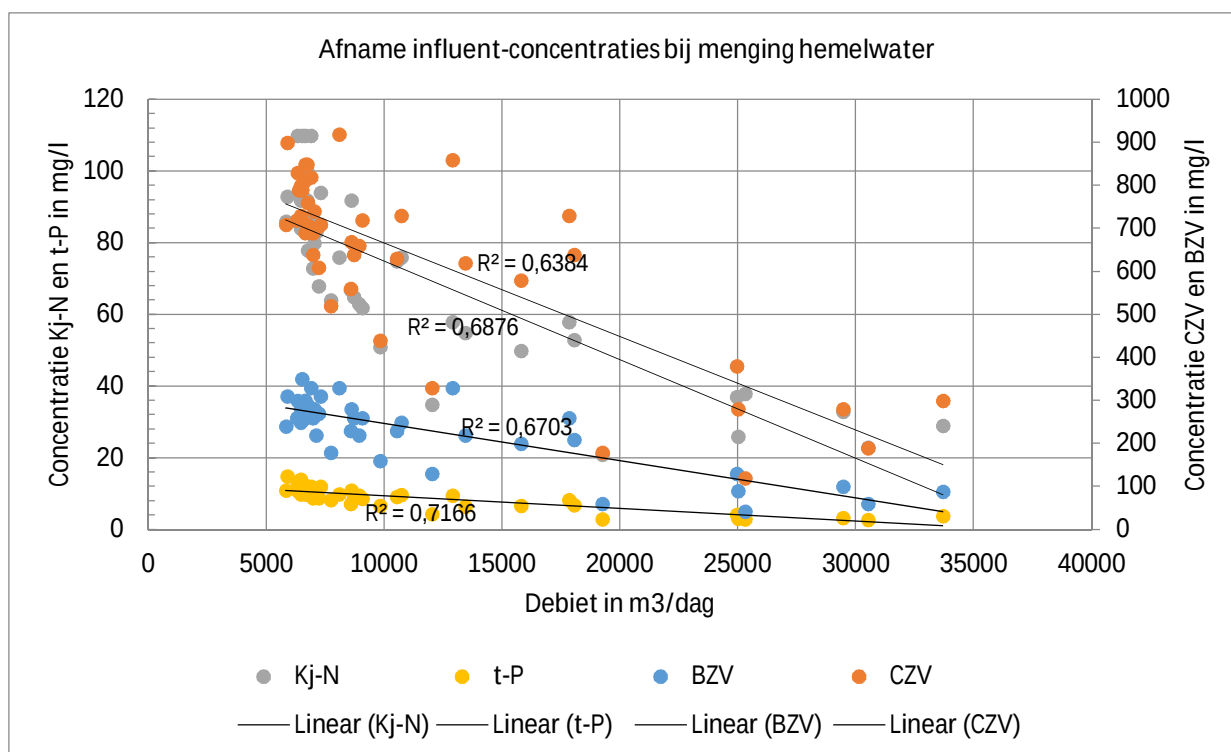
De zuurstofconcentratie in het effluent van de RWZI is vrij constant met een concentratie van ca. 2,5 mg/l. De RWZI veroorzaakt aldus een sterke daling van de zuurstofconcentratie in de Groenlose Slinge. Zeker wanneer in de zomerperiode het volumeaandeel toeneemt.

5.3 RESULTATEN PIEKBELASTINGEN

In de volgende paragrafen worden de piekbelastingen vanuit de RWZI en de gemeentelijke overstorten besproken.

5.3.1 OVERSTORTEN WHEMERBEEK

Voor het vaststellen van representatieve concentraties van het overstortende water is de influentconcentratie op 13 mei 2014 aangehouden. Op deze dag is er 15,9 mm neerslag gevallen, de dag ervoor was dat 5,6 mm. Op 13 mei heeft de RWZI een volume van 30.518 m³ water ingenomen en is dus bezig geweest met het aanvoeren van de in het stelsel geborgen en verdunde afval- en hemelwater. De influentconcentraties op 13 mei geven aldus een redelijke inschatting van de kwaliteit van overstortend water. Onderstaande tabel geeft een overzicht van een gemiddelde situatie en de verdunning als gevolg van de aanvoer van hemelwater. In grafiek 5.7 wordt zichtbaar gemaakt hoe de influentconcentraties zich verhouden tot het ingenomen watervolume.



Grafiek 5.7: Concentraties bij toenemende debieten

Tabel 5.3 geeft een overzicht van de concentraties die als uitgangspunt worden genomen voor de kwaliteit van het overstortende water.

Tabel 5.2: Concentraties overstortwater

	Dagdebiet RWZI m ³	CZV mg O ₂ /l	BZV mg O ₂ /l	Kj-N mg/l	t-P mg/l
Jaargemiddeld	11.979	615	227	68	8,6
Verdund	30.518	190	61	23	2,7
Verdunde concentratie		30%	27%	34%	31%

5.3.1.1 BEREKENING ZUURSTOFDEFICIET

Voor de concentratie C_0 in de Whemerbeek wordt uitgegaan van een BZV concentratie van het overstortende water van 61 mg/l en een piekdebiet van 0,69 m³/s. Bij een BZV achtergrondconcentratie van 1,26 mg/l (metingen WRIJ) en een aangenomen achtergronddebiet van 2 maal de zomergemiddelde afvoer van 0,16 m³/s resulteert dit in een gemengde concentratie van BZV = 49,8 mg/l. De BZV afbraakcoëfficiënt en de reeratiecoëfficiënt zijn standaardwaarden zoals deze worden aangehouden bij de TEWOR toetsing. (STOWA, 2004)

De volgende waarden worden gehanteerd:

$$C_0 = 49,8$$

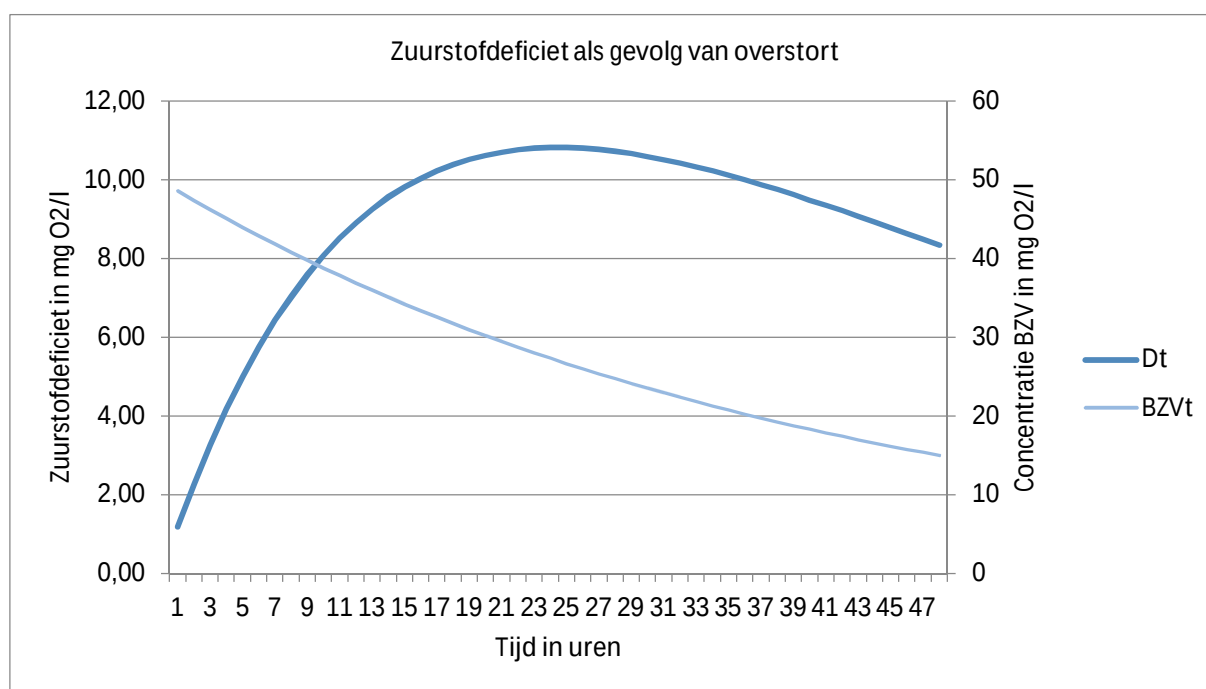
$$k_1 = 0,25$$

$$k_2 = 0,063$$

$$D_0 = 0 \text{ (uitgangspunt zuurstofverzadigd water in ontvangende water)}$$

Uit de vergelijking blijkt dat na 5 uur de zuurstofconcentratie onder de 5 mg/l is gedaald. Na 16 uur is het water zuurstofloos bij een verzadigingsgraad van 10 mg/l. Hierbij moet worden opgemerkt dat het zuurstofarme (-loze) water ook verder zal stromen en de zuurstoftekorten zich niet vanzelfsprekend in de Whemerbeek hoeven voor te doen maar dat dit verder benedenstrooms ook mogelijk is. Op basis van deze berekening kan wel worden gesteld dat als gevolg van een overstortgebeurtenis een zuurstofarme 'prop' het watersysteem in vloeit.

In onderstaande grafiek is de afbraak van BZV en het daarmee gepaarde zuurstofdeficiet weergegeven.



Grafiek 5.8: Berekend zuurstofdeficiet als gevolg van overstortgebeurtenis T=1

5.3.2 PIEKBELASTINGEN RWZI

Naast de zomergemiddelde concentraties blijkt dat er in het onderzoeksgebied piekbelastingen voorkomen vanuit de RWZI. In tabel 6.3 is de range van concentraties behorend bij de 10% hoogste waarnemingen weergegeven. De mogelijke gevolgen van deze belastingen worden besproken in hoofdstuk 6.

Tabel 5.3: Piekbelastingen RWZI - Groenlose Slinge

Omschrijving	Totaal-P max 10% mg/l	NH ₄ max 10% mg/l	Totaal-N max 10% mg/l	O ₂ min 10% mg/l
RWZI	0,57 - 9,60	4,90 - 14,00	9,60 - 15,60	0,83 - 1,92
Groenlose Slinge	0,29 - 2,84	1,69 - 5,75	10,42 - 12,45	2,28 - 4,85

5.4 CONCLUSIE STOFFENBALANS

Uit de stoffenbalans blijkt dat de RWZI in de zomerperiode voor de stoffen fosfaat, ammonium en de lage zuurstofconcentraties de voornaamste emissiebron is. Dit is het gevolg van de hogere concentraties van deze stoffen in het effluent van de RWZI dan in de Groenlose Slinge en het relatief grote volume-aandeel (zomergemiddeld 30%). Wanneer totaal-stikstof wordt beschouwd wordt geconcludeerd dat de Ratumsebeek de voornaamste emissiebron is. De aangevoerde stikstof in de Ratumsebeek wordt voornamelijk in de vorm van nitraat waargenomen.

Naast de meer constante aanvoer van stoffen worden piekbelastingen vastgesteld als gevolg van de overstorten op de Whemerbeek. Dit resulteert in een zuurstofarme propbelasting in de Groenlose Slinge voor een overstortsituatie die eenmaal per jaar voorkomt. De RWZI emitteert periodiek hoge concentraties nutriënten, ammonium en zuurstofarm water. Een overzicht van de concentraties en berekende vrachten is opgenomen in bijlage 5. In bijlage 6 is de uitwerking van de berekening van het zuurstofdeficiet bijgesloten.

6 KNELPUNTENANALYSE

In dit hoofdstuk worden de knelpunten als gevolg van de huidige water- en stoffenbalans in het onderzoeksgebied besproken. Er wordt gekeken naar knelpunten bij het halen van het Goed Ecologisch Potentieel (GEP), maar ook worden beknopt de gevolgen van verhoogde nutriëntenaanvoer en zuurstofarme omstandigheden besproken.

6.1 GEMIDDELDE CONCENTRATIES EN PIEKBELASTINGEN

Ter beoordeling van de waterkwaliteitstoestand van waterlichamen type R5 worden de onderstaande kwaliteitsklassen gehanteerd, conform de door STOWA opgestelde maatlatten. De doelstelling voor de Groenlose Slinge en de bovenlopen is “goed” ten aanzien van de fysisch-chemische kwaliteit.

Tabel 6.1: Fysisch-chemische kwaliteitselementen

Kwaliteitselement	Indicator	Eenheid	Zeer goed	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
Zuurstofhuishouding	verzadiging	%	70 – 110	70 – 120	60 – 70	50 – 60	< 50
					120 – 130	130 – 140	> 140
Nutriënten	totaal-P	mgP/l	≤ 0,06	≤ 0,11	0,11 – 0,22	0,22 – 0,33	> 0,33
	totaal-N	mgN/l	≤ 2,0*	≤ 2,3	2,3 – 4,6	4,6 – 9,2	> 9,2

In onderstaande tabel zijn de maatgevende zomergemiddelde concentraties in de watergangen en de RWZI weergegeven en de kwaliteitsbeoordeling vastgesteld. Het effluent van de RWZI wordt niet getoetst in het kader van de waterkwaliteitsbepaling. Het toetsen van de zuurstofverzadiging gebeurt op basis van de watertemperatuur ten tijde van de zuurstofmeting aangezien de watertemperatuur van invloed is op de oplosbaarheid van zuurstof. De temperatuurmetingen zijn niet beschikbaar bij dit onderzoek, dus wordt in onderstaande tabel inzicht gegeven in de gemiddelde zuurstofconcentratie en de standaardafwijking in de zomerperiode.

Tabel 6.2: Maatgevende zomergemiddelde concentraties nutriënten en ammonium

Omschrijving	Volumeaandeel	totaal-N mg/l	totaal-P mg/l	NH ₄ mg/l	O ₂ mg/l gem. stdev
Ratumsebeek	55%	6,68	0,15	0,14	9,18 2,12
Whemerbeek	15%	5,22	0,08	0,23	8,59 2,49
RWZI	30%	5,33	0,38	2,65	2,20 0,47
Groenlose Slinge	100%	6,58	0,22	1,21	7,06 2,01

Uit deze toetsing blijkt dat de Groenlose Slinge na de RWZI van de RWZI de status ‘ontoereikend’ heeft met betrekking tot de nutriënten stikstof en fosfaat.

6.2 KNELPUNTEN GEMIDDELDE CONCENTRATIES EN PIEKBELASTINGEN

In de volgende paragrafen worden de knelpunten als gevolg van de continue belasting van het watersysteem besproken en de piekbelastingen van de RWZI en de overstorten.

6.2.1 EMISSIE STIKSTOF EN AMMONIUM

Voor totaal-stikstof wordt in de Groenlose Slinge met een zomergemiddelde concentratie van 6,58 mg N/l niet voldaan aan de zomergemiddelde doelstelling van 2,3 mg N/l. Hoewel het effluent van de RWZI geen positieve bijdrage levert aan het stikstofgehalte, zal het terugdringen van de emissie van stikstof bij de RWZI niet leiden tot het halen van de doelstelling. De reden hiervoor is dat er een te hoge concentratie nitraat in combinatie met een relatief groot debiet wordt aangevoerd door de Ratumsebeek. De zomergemiddelde concentratie ammonium wordt niet individueel getoetst in het kader van de KRW. In het rapport van (Boedeltje, 2014) wordt gesteld dat positief scorende (EKR) waterplanten voorkomen bij een zomergemiddelde concentratie ammonium van $\leq 0,3$ mg/l. Aangezien de concentratie ammonium in de Groenlose Slinge 1,01 mg/l bedraagt mag het als een probleemstof worden aangeduid. Emissie van ammonium wordt voornamelijk veroorzaakt door de RWZI en de gemeentelijke overstorten.

Bij hoge aanvoer van nitraat treedt een toename van denitrificatie – en nitrificatie – op. Het gevaar hiervan voor de ecologie is de vorming van het tussenproduct nitriet dat toxisch is voor organismen. Bij een gebrek aan voldoende zuurstof blijft de omzetting van nitriet naar nitraat uit. (Nijboer, 2001) Door de consistente aanvoer van ammonium in de Groenlose Slinge en bypass wordt een gezonde zuurstofhuishouding bedreigt aangezien deze aanvoer van ammonium en de daarmee gepaard gaande nitrificatie zorgt voor zuurstofverbruik. Ammonium levert een belangrijke bijdrage aan de zuurstofhuishouding in het oppervlaktewater. De oxidatie van ammonium gebeurt in twee stappen waarbij eerst nitriet en vervolgens nitraat wordt gevormd. Hierbij wordt per gram stikstof 4,57 g zuurstof verbruikt (Delft, 2008). Bij piekbelastingen van zowel de RWZI als bij overstortgebeurtenissen worden deze effecten versterkt. Het verdient aldus aanbeveling om naast de gemiddelde concentraties voor stikstof een oplossing te zoeken voor het terugbrengen van piekmissies.

Ten aanzien van het reduceren van de totaal-stikstof concentraties in de Groenlose Slinge kan niet worden volstaan met het ingrijpen bij de RWZI. Wanneer de uitstoot van totaal-N bij de RWZI volledig wordt geëlimineerd wordt volgens de prognose een zomergemiddelde totaal-N concentratie van 4,86 mg/l verwacht bij de huidige aanvoerverdeling. Voordat kan worden voldaan aan de doelstelling voor stikstof zal aldus een oplossing moeten worden gevonden voor de emissie van stikstof vanuit het landelijke gebied in Duitsland en ten oosten van Winterswijk. Dit valt buiten de scope van dit onderzoek. Dit neemt niet weg dat het raadzaam is om in te grijpen bij de RWZI om de uitstoot van stikstof te beperken. Zeker aangezien het voornamelijk uitstoot van organisch gebonden stikstof en ammonium betreft. De oplossingsmaatregel zal zich moeten concentreren op het reduceren van ammonium en organisch gebonden stikstof belasting bij normale en piekafvoeren.

6.2.2 EMISSIE FOSFAAT

De als doel gestelde norm voor fosfaat wordt bij een zomergemiddelde concentratie van totaal-P van 0,22 mg P/l in de Groenlose Slinge overschreden. Uit de stoffenbalans blijkt dat de RWZI de voornaamste emissiebron is van totaal-P.

Het gevolg van de uitstoot van fosfaat, in het bijzonder ortho-fosfaat, is het voorkomen van een kleine soortenrijkdom van waterplanten. Uit het onderzoek van (Boedeltje, 2014) blijkt dat bij ortho-fosfaatconcentraties $\geq 0,05$ mg/l soorten voorkomen die slecht scoren op de Ecologische Kwaliteits Ratio (EKR) van de KRW. Het in overmaat voorkomen van Stomphoekig sterrenkroos in de Groenlose Slinge en de bypass is een gevolg van hoge ortho-fosfaat concentraties. In de bypass wordt een groot gedeelte van het wateroppervlak bedekt met dit kroos.

Met betrekking tot de gewenste effluent-concentratie t-P kan op basis van de prognose het volgende worden gesteld. Wanneer wordt uitgegaan van gelijkblijvende concentraties fosfaat in de Ratumsebeek en Whemerbeek kan de norm voor fosfaat van 0,11 mg/l gerealiseerd worden wanneer de concentratie van het effluent van de RWZI maximaal 0,07 mg/l bedraagt.

Voor het totaal-P gehalte is er overigens de welkome ontwikkeling dat het waarschijnlijk is dat het gebruik van fosfaten in vaatwastabletten (zorgend voor ca. 20% van de fosfaat belasting) beperkt zal gaan worden met ingang van 2017. (WRIJ, 2014)

6.2.3 ZUURSTOF

Ten aanzien van het zuurstofgehalte wordt getoetst op een dagwaarde. Hierbij wordt voor een Goed Ecologisch Potentieel een verzadigingsgraad tussen de 70 en 120 % beoogd. Uit het overzicht van zuurstofconcentraties blijkt dat in de afgelopen jaren in de periode juni tot en met september veelal niet wordt voldaan aan deze doelstelling. De maandgemiddelde zuurstofconcentratie in de Groenlose Slinge fluctueert in deze maanden tussen de 5,5 en 6,7 mg/l. Periodiek kan het zuurstofgehalte echter ook zakken tot ca. 2,28 mg/l. Deze dips in zuurstofconcentraties hebben een bijzonder negatief effect op de vismigratie en kan mogelijk vissterfte tot gevolg hebben. De functie die de bypass in de basis heeft als vispassage komt hierbij sterk in het gedrang.

Zoals gesteld zorgt het effluent van de RWZI voor de aanvoer van water met een laag zuurstofgehalte. Het ingrijpen bij de RWZI zodat zuurstofrijker water geloosd wordt zal vanzelfsprekend leiden tot een kwaliteitsverbetering. In combinatie met het verminderen van de uitstoot van ammonium kunnen nog betere resultaten worden bereikt.

6.2.4 OVERSTORTEN WHEMERBEEK

Naast de aanvoer van zuurstofarm water door de RWZI dragen de overstorten uit het gemengde stelsel van Winterswijk periodiek voor de emissie van zuurstofarm water.

Op basis van de gemiddelde concentraties en vrachten in de Groenlose Slinge en de Whemerbeek is het moeilijk een inschatting te maken in welke mate de overstortgebeurtenissen op de lange termijn invloed hebben op de chemische samenstelling van het oppervlaktewater voor stikstof en fosfaat. Wel kan worden gesteld dat overstortgebeurtenissen een negatieve invloed hebben op de zuurstofconcentraties in de ontvangende watergang. De indicatieve berekening in paragraaf 5.3.1.1 laat zien dat er zelfs sprake kan zijn van zuurstofloze propbelasting. Daarnaast zorgt de uitstoot van ammonium voor toxische omstandigheden in het watersysteem. Het ingrijpen bij de overstortgebeurtenissen zal zich voornamelijk moeten richten op het verkleinen en/of bergen van het overstortende water.

6.3 WATERKWANTITEIT GROENLOSE SLINGE EN BYPASS

De resultaten uit de waterbalans impliceren dat de Groenlose Slinge stroomafwaarts van het knooppunt met de Beurzerbeek en de bypass overgedimensioneerd zijn voor de huidige afvoeren. In de bypass en Groenlose Slinge worden zomergemiddelde stroomsnelheden van 0,07 m/s aangetroffen op basis van de modellering. Tevens is er in de bypass weinig variatie in debiet door de duiker en de knijpstuw die de inlaat regelen. Het gevolg van deze lage stroomsnelheden is het neerslaan van organisch materiaal en sliblagen. Hiervoor geldt dat het sediment zuurstofverbruik zal toenemen. Evenals een toename van anaerobe afbraak van aanwezig sulfaat waarbij het toxische H₂S gevormd wordt. Dit is onwenselijk voor de watergang. In het rapport Handreiking Ontwikkeling Watergangen

(Buskens & Aalders, 2012) wordt op basis van een in Brabant uitgevoerd onderzoek gesteld dat voor watergangen met het type R5 en R6 de optimale stroomsnelheid 0,18 m/s bedraagt.

6.4 SAMENSTELLING RWZI EFFLUENT

Uit de maatgevende concentraties blijkt dat het effluent van de RWZI weliswaar aan de normen voldoet zoals deze zijn gesteld in de lozingsvergunning (t-N 10 mg/l t-P 0,5 mg/l), maar het effluent alsnog een negatieve werking heeft op de waterkwaliteit. Met het relatief grote volumeaandeel van de RWZI in de zomer levert de RWZI een belangrijke bijdrage aan de chemische kwaliteit van het oppervlaktewater. Oppervlaktewater wordt echter door meer gekarakteriseerd dan alleen de parameters stikstof, fosfaat en zuurstof. De kwaliteit en eigenschappen van oppervlaktewater wordt gedefinieerd door een complex ecosysteem met primaire producenten, planteneters, carnivoren en detritivoren. De aanwezigheid van organismen, micro- en macrofauna en de daarbij horende koolstof-, zuurstof- en nutriëntenkringlopen ontbreken in het effluent van de RWZI. Kenmerkend voor de samenstelling van het effluent van de RWZI is dat een energetisch evenwicht prevaleert boven een biologisch evenwicht. (STOWA, 2005)

In dit onderzoek wordt niet primair ingegaan op de belasting van het oppervlaktewater door de RWZI met betrekking tot de emissie van pathogenen (bacteriën, virussen, E.coli). Gezien het grote volumeaandeel van de RWZI zou het echter onzorgvuldig zijn dit niet als een aandachtspunt te benoemen. De Groenlose Slinge wordt recreatief gebruikt (vissen, kanovaren) en daarbij dient het water zoveel mogelijk vrij te zijn van pathogenen.

7 MOGELIJKE MAATREGELEN EN VARIANTENAFWEGING

In dit hoofdstuk worden de meest geschikte maatregelen kort besproken en wordt de beoordeling van de maatregel specifieke criteria inzichtelijk gemaakt. In hoofdstuk 8 worden de voorkeursvarianten vastgesteld.

7.1 DEBIETVERDELING GROENLOSE SLINGE EN BYPASS

Teneinde een hoger debiet en meer variatie in de stroomsnelheid in de bypass te realiseren dienen aanpassingen te worden gedaan aan de inlaat van de bypass. Daarnaast kan het maaibeheer worden geïntensiveerd om een betere doorstroming te bewerkstelligen. Het vergroten van het debiet in de bypass zal echter zorgen voor een nóg lagere stroomsnelheid in de Groenlose Slinge stroomafwaarts van het knooppunt met de Beurzerbeek. Bij de huidige breedteprofielen zal ter compensatie verondieping moeten worden toegepast om in beide watergangen hogere stroomsnelheden te realiseren.

Tabel 7.1: Oplossingsmaatregelen debietverdeling Groenlose Slinge en bypass

Criterium	Methode			
	Intensiever maaibeheer	Vergroten inlaat	Regelbare stuw	Verondieping
Stroomsnelheid vergroten	+	+	+	+
Debietvariatie	0	+	+	0
Vorming sliblagen beperken	+	+	+	+
Duurzaamheid	-	0	0	0
Ecologie	0	0	0	0

7.2 MAATREGELEN OVERSTORTEN

Oplossingsmaatregelen bij de overstorten zijn gericht op het verminderen van de overstortvolumes en emissies van zuurstofverbruikende stoffen. De mogelijke oplossingen zijn weergegeven in tabel 7.2.

7.2.1 AFKOPPELEN EN LOKALE BERGING

Een effectieve methode voor het terugbrengen van overstortvolumes en emissies is het afkoppelen van hemelwater in combinatie met lokale berging als het toepassen van wadi's. Neerslagpieken worden op deze wijze op wijkniveau geborgen en geïnfiltreerd in de bodem. Eventuele overtollige aanvoer kan met een slokop naar het oppervlaktewater worden geleid.

Op het gebied van duurzaamheid scoort het afkoppelen van hemelwater gunstig. De RWZI wordt ontlast bij neerslag omdat minder verdund rioleringswater wordt aangeboden. Daarnaast kunnen regenwatervoorzieningen als wadi's bijdragen aan een groenere omgeving in woongebieden.

7.2.2 GROENE BERGING

Bij groene berging kan het overstortende water worden omgeleid naar een bezinkvijver in de openbare ruimte, eventueel aangevuld met helofyten om nutriënten vast te leggen. Hierbij kan organische stof en ammonium worden afgebroken en nutriënten worden vastgelegd in de begroeiing. De voorwaarde hiervoor is dat er voldoende verblijftijd is voor het realiseren van deze processen. Het inzetten van

groene berging leidt niet tot een verlaagde aanvoer van verdund rioolwater naar de RWZI, maar lozingen direct op de Whemerbeek kunnen hiermee beperkt worden.

7.2.3 BERGBEZINKVOORZIENING

Bij een bergbezinkvoorziening wordt de bergende capaciteit vergroot door een bassin aan te sluiten op het rioleringsstelsel. Wanneer de bergbezinkvoorziening volledig wordt gevuld zal alsnog overgestort worden op het oppervlaktewater. Door het stagnerende water in de voorziening zal de emissie van stoffen echter lager zijn door bezinking. De inhoud van de bergbezinkvoorziening wordt uiteindelijk alsnog naar de RWZI verpompt.

7.2.4 POMPOVERCAPACITEIT VERHOGEN

Door de pompovercapaciteit (POC) te vergroten van de rioolgemaal zal bij neerslag een groter afvoerdebit kunnen worden gerealiseerd waardoor het overstortvolume zal dalen. Hier staat tegenover dat de RWZI zwaarder wordt belast. In het kader van duurzaamheid is dit aldus geen welkome oplossingsrichting.

Tabel 7.2: Oplossingsmaatregelen overstorten

Criterium	Methode			
	Afkoppelen/lokale berging	Groene berging	Bergbezinkvoorziening	Verhogen POC
Reduceren overstortvolume	+	0	+	+
Reduceren zuurstofvraag	+	+	+	0
Duurzaamheid	+	+	0	-
Ecologie	0	+	+	0

7.3 MAATREGELEN BIJ DE RWZI

Uit de knelpuntenanalyse komen de volgende doelstellingen naar voren voor de effluentkwaliteit van de RWZI :

- Verminderen uitstoot stikstof/ammonium
- Verminderen emissie fosfaat
- Verhogen zuurstofconcentratie
- Verminderen uitstoot pathogenen

7.3.1 CHEMISCHE NEERSLAGTECHNIEKEN

Zoals ook in de RWZI fosfaat wordt verwijderd middels coagulatie en flocculatie met behulp van het toedienen van ijzer- of aluminiumzouten, kan als extra zuiveringsstap dit principe ook ingezet worden. Het is gangbaar om dit na te schakelen met bedfiltratie. Bedfiltratie zorgt voor invanging, adsorptie en bezinking van deeltjes in het water. Daarnaast ontstaat in de poriën van het filtermateriaal een omgeving waarbij de groei van micro-organismen zorgt voor biologische afbraak van reststoffen als nitraat. De effectiviteit voor de verwijdering van fosfaat bedraagt 30-70%. Bij aerobe omstandigheden wordt ook ammonium deels verwijderd. (STOWA, 2005).

Hoewel de resultaten van een combinatie van bedfiltratie en chemische neerslag bemoedigend zijn, scoort de oplossingsmaatregel minder goed op het gebied van duurzaamheid. Voor het neerslagproces worden grondstoffen en elektriciteit verbruikt en de oplossing leidt vaak tot industriële inrichtingen wat niet bevorderlijk is voor de ruimtelijke beleving.

7.3.2 BELUCHTING

Beluchting van het effluent middels luchtinjectie leidt ertoe dat zuurstofrijker water wordt geloosd op de Groenlose Slinge. Daarnaast kan ammonium worden genitrificeerd door de zuurstofrijke omstandigheden.

Op het gebied van duurzaamheid heeft pompbeluchting een negatieve invloed. Voor het instandhouden van de beluchting is energie benodigd. Daarnaast draagt het niet bij aan een positieve ruimtelijke beleving. Door de afbraak van ammonium wordt tevens een hogere concentratie van nitraat in het effluent verwacht, waardoor het geen positieve bijdrage levert aan de ecologische kwaliteit. Het verdient de voorkeur deze oplossingsmaatregel toe te passen in combinatie met een oplossing voor het reduceren van concentraties nitraat.

7.3.3 CASCADE EN BEZINKVIJVER

Bij het toepassen van een cascade wordt het effluent water verrijkt met zuurstof door het realiseren van turbulent en vallend water. Het contact met de atmosfeer wordt vergroot waardoor het gehalte opgeloste zuurstof wordt vergroot. Er is sprake van hoogteverschil tussen de RWZI-locatie en het lozingspunt, waardoor onder vrij verval een cascade kan worden gerealiseerd. Door de cascade uit te laten stromen in een bezinkvijver kan ammonium worden genitrificeerd. Ook hiervoor geldt het advies dat de techniek dient te worden aangevuld met een voorziening voor het reduceren van nitraat.

7.3.4 WATERHARMONICA

De waterharmonica zorgt voor een meer gefaseerde overgang van effluent water van de RWZI en het ontvangende oppervlaktewater. De reeds ontwikkelde waterharmonica's zijn veelal opgebouwd uit minimaal:

- een bezinkvijver/watervlooienvijver
- helofytenfilter
- ondiepe sloten met waterplanten
- diepere sloten/vijversysteem aan het einde

Veelal wordt daarnaast ook (nitrificerende) zandfiltratie toegepast in combinatie met defosfatering.

In de eerste stap, de bezinkvijver met watervlooien, kan het resterende actiefslib van de RWZI bezinken. Daarnaast worden door predatie van de watervlooien slib en pathogenen verwijderd uit het water. Bij voldoende zuurstof kan tevens ammonium worden genitrificeerd. Het helofytenfilter zorgt voor de vastlegging van fosfaat en nitraat in waterplanten. Riet wordt als meest effectieve plant toegepast. Na het helofytenfilter volgen ondiepere en diepe sloten waar ondergedoken waterplanten zorgen voor de opbouw van een aquatisch ecosysteem.

De rendementen van waterharmonica's lopen uiteen en zijn zeer afhankelijk van de verblijftijd en influentconcentraties. Het verblijf van het effluent in een waterharmonica resulteert in een grote afname van pathogenen (gemeten in E.coli aantallen). Voor deze afname spelen de bezinkvijvers, rietsloten en verblijftijd een belangrijke rol. Een verblijftijd in een waterharmonica van 3 dagen leidt tot een verwijdering van 98-99% pathogenen. (STOWA, 2012) De bijdrage van helofytenfilters aan

fosfaatverwijdering is nihil. Voor nitraatverwijdering kan een rendement van 30% worden aangehouden bij een verblijftijd van ca. 10 dagen (Blom, 2015). Door de laatste stap met ondergedoken waterplanten en het vijversysteem wordt door fotosynthese en reaeratie zuurstofverrijking gerealiseerd.

Ten aanzien van duurzaamheid scoort een waterharmonica goed. Voor de instandhouding is geen direct energieverbruik benodigd, afgezien van regulier (maai-) onderhoud. Het levert een positieve bijdrage aan de ruimtelijke beleving door het natuurlijke karakter. Daarbij moet wel worden opgemerkt dat het ruimtebeslag van een waterharmonica vrij groot is.

Tabel 7.3: Oplossingsmaatregelen effluent RWZI

Criterium	Methode			
	Chemische neerslag/filtratie	Beluchting	Cascade/bezinkvijver	Waterharmonica
Fosfaatverwijdering	+	0	0	0
Stikstofverwijdering	+	0	0	+
Ammoniumverwijdering	+	+	0	+
Pathogenenverwijdering	+	0	0	+
Zuurstofverrijking	0	+	+	+
Duurzaamheid	-	-	+	+
Ecologie	-	-	+	+

In overleg met het waterschap zijn voor het ingrijpen bij de knelpunten die zijn vastgesteld ten gevolge van het effluent van de RWZI, de overstorten en de bypass voorkeursvarianten vastgesteld. Deze voorkeursvarianten worden in dit hoofdstuk besproken. Voor het ingrijpen bij de RWZI is een ontwerp op hoofdlijnen gemaakt. Voor de drie varianten geldt dat vervolgonderzoek benodigd is voor het dimensioneren van de maatregelen.

8.1 DEBIETVERDELING GROENLOSE SLINGE EN BYPASS

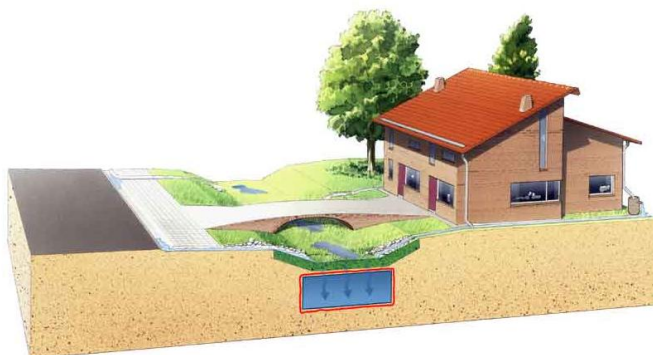
Voor het realiseren van hogere debieten en meer variatie van stroomsnelheid in de bypass en de Groenlose Slinge heeft het de voorkeur om de inlaat van de bypass te voorzien van een grotere en bij gemiddelde afvoer deels gevulde duiker en een regelbare stuw. Met behulp van een regelbare stuw kan door het Waterschap de debietverdeling worden beheerst. De hogere debieten in de bypass dienen vergezeld te gaan met verondieping van de Groenlose Slinge stroomafwaarts van het knooppunt met de Beurzerbeek om stagnant water ter plaatse te voorkomen.

Als gevolg van een grotere en deels gevulde duiker wordt naar verwachting een hoger debiet en daarmee hogere stroomsnelheid gerealiseerd in de bypass en zal variatie in het debiet bovenstrooms sneller worden afgewenteld op de bypass. Een volgende stap is het dimensioneren van de voorgestelde maatregelen. Op basis van modellering kan een prognose van de te verwachten debieten en stroomsnelheden worden gemaakt.

8.2 OVERSTORTEN WHEMERBEEK

Het verdient de voorkeur de mogelijkheden te onderzoeken tot het (verder) afkoppelen van het hemelwater in het stedelijk gebied van Winterswijk en het inrichten van lokale bergingsvoorzieningen op wijkniveau.

Hierbij kan een prioritering aangebracht worden per overstortlocatie. In eerste instantie zouden de mogelijkheden voor het afvoerend oppervlak van de overstort “Jaspersweg” kunnen worden onderzocht aangezien hier de grootste overstortvolumes plaatsvinden. Bij deze variant kan de RWZI van Winterswijk ontlast worden bij toenemende neerslag en wordt tevens het overstortvolume teruggedrongen.



Figuur 8.1: Afkoppelen en lokale berging (bron: RIONED, 2015)

8.3 EFFLUENT RWZI

In overleg met de adviseurs waterbeheer- en systeem, waterkwaliteit, ecologie en zuiveringswerken is op basis van de geïnterviewde oplossingsmaatregelen een voorkeursvariant vastgesteld voor de RWZI.

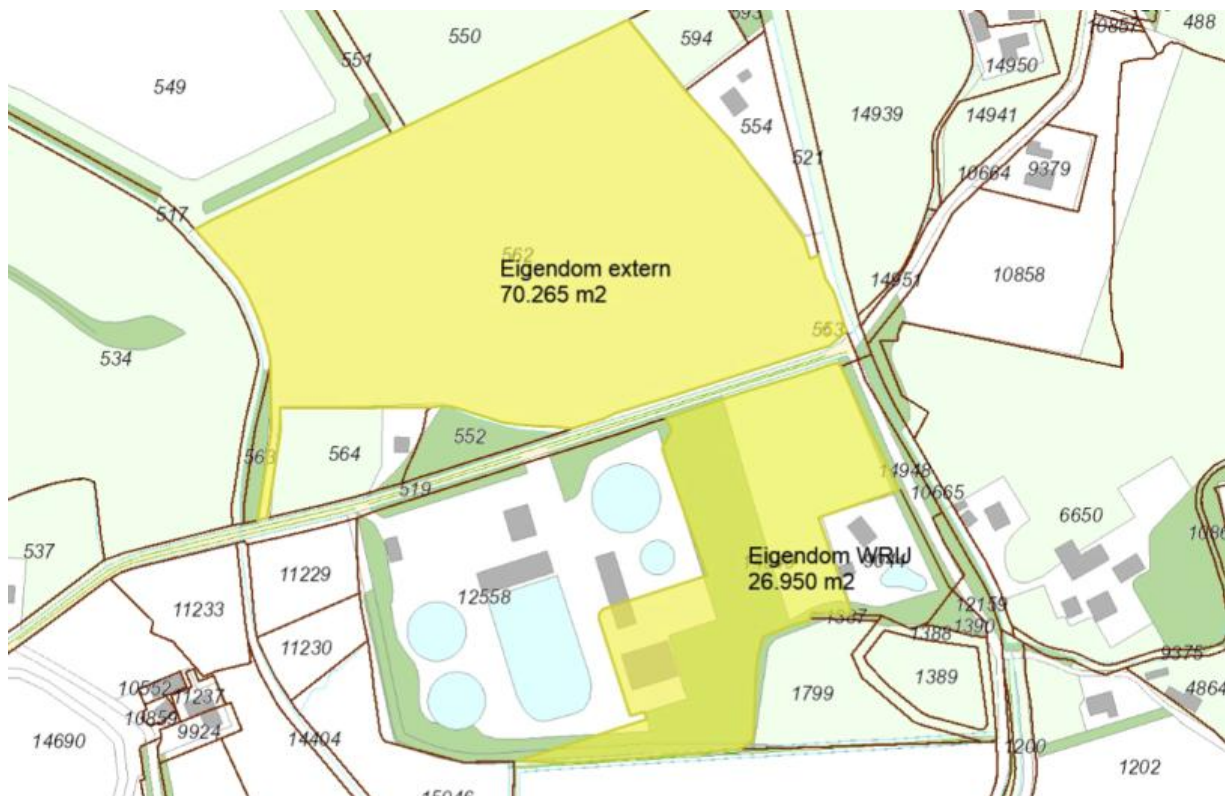
In het kader van de KRW wordt gestreefd naar een verbetering van de ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater. Wanneer het effluent een groot aandeel heeft in de voeding van het oppervlaktewater, zoals in het onderzoeksgebied het geval is, biedt de mogelijkheid tot het ontwikkelen van een meer ecologische buffer tussen het effluent van de RWZI en het

oppervlaktewater een mooie kans. De voorkeursvariant betreft een waterharmonica opgebouwd uit een bezink-/watervlooienvijver, horizontaal doorstroomd helofytenveld, ondiepe- en diepe sloten met ondergedoken waterplan en een nabezink-/effluent sloot. De waterharmonica wordt gevoed met effluentwater dat via een cascade loopt. De strategie hierbij is dat door de cascade een voldoende aeroob milieu wordt gecreëerd in de bezinkvijver voor de afbraak van ammonium. De watervlooiën zorgen voor de afname van pathogenen en uitspoelend actief slib. In het helofytengedeelte en de ondiepe en diepere sloten kan het gevormde nitraat worden vastgelegd en een aquatisch ecosysteem ontstaan.

Deze variant draagt bij aan het verminderen van piekbelastingen van ammonium, de uitstoot van nitraat en een toename van de zuurstofconcentratie in het effluent van de RWZI. Daarnaast wordt de stap van het 'ecologiseren' van het effluent van de RWZI verplaatst van de Groenlose Slinge naar de waterharmonica. De oplossing draagt niet direct bij aan het verminderen van de emissie van fosfaat en zal aldus niet resulteren in het halen van de KRW-doelstellingen bij de huidige debietverdeling.

8.3.1 ONTWERP OP HOOFDLIJNEN WATERHARMONICA

Grenzend aan het gebied van de RWZI ligt een perceel ter grootte van ca. 2,7 ha. Dit gebied is reeds in het bezit van het Waterschap (huidige bestemming grasland) en zou kunnen worden ingericht als vijverdeel. Aan de andere kant van de weg ligt een perceel van ruim 7 hectare. Dit perceel is niet in eigendom van het Waterschap.



Figuur 8.2: Percelen rondom RWZI (WRIJ GeoWeb, 2015)

Voorgesteld wordt om een waterharmonica te realiseren met een afmeting van circa 9,7 hectare, waarvan 6,5 hectare netto wateroppervlak. Hierbij is rekening gehouden met de beschikbare ruimte rondom de RWZI.

Functies van deze waterharmonica:

- Zuurstofverrijking
- verwijdering zwevend stof en pathogenen
- reduceren (piekconcentraties) ammonium
- nutriëntenverwijdering
- buffering van het effluent
- natuur- en ecologische waarden

Uitgaande van een maatgevende belasting van 59.010 i.e. (inwonersequivalenten) (Factsheet, 2014) van de RWZI wordt bij een belasting van 150 l/i.e. dag als maatgevend debiet afgerond 8.900 m³/dag aangehouden voor de waterharmonica. Om een belastingklasse “middel” - waterharmonica te realiseren wordt bij een netto belasting van 0,75 – 1,25 m²/i.e. een netto wateroppervlak van ca. 4,4 ha tot 7,4 ha verlangd. (STOWA, 2012). Een netto oppervlak van 5 ha. resulteert in een specifieke oppervlakte van ca. 0,85 m²/i.e. en een netto belasting van ca. 0,18 m/dag.

Voor het reduceren van pathogenen en slibbelasting wordt een verblijftijd vanaf 3 dagen aanbevolen. Hierdoor is minimaal een bezinkvijver van 26.700 m³ benodigd. In deze vijver wordt tevens nitrificatie van ammonium gerealiseerd. Bij een gemiddelde waterdiepte van 1,2 is het ruimtebeslag ca. 2,2 ha. De overige natte 4,3 ha kan worden ingericht als ondiep helofytenfilter en dieper slotengedeelte. Bij een gemiddelde waterdiepte van 0,3 m wordt een volume van 12.900 m³ gerealiseerd. De totale verblijftijd bij een degelijk hydraulisch ontwerp in de waterharmonica bedraagt hierbij ca. 4,4 dagen.

In onderstaande tabel is een indicatieve kosteninschatting gemaakt voor de beschreven waterharmonica. De gemiddelde investerings- en onderhoudskosten zijn afkomstig uit een nog niet gepubliceerd rapport (Blom, 2015). Kosten voor acquisitie van grond zijn hier niet in meegenomen.

Tabel 8.1: Inschatting kosten waterharmonica Winterswijk

Omschrijving	Bruto oppervlak in ha.	Netto oppervlak in ha.	Investerings/aanleg	Onderhoud per jaar
Waterharmonica Winterswijk	7,9	6,5	€ 1.746.000	€72.750

De realisatie van een dergelijk project brengt een natte ecologische verbindingszone tot stand tussen de RWZI en de Groenlose Slinge, die in ieder geval (beperkt) zal bijdragen aan nutriëntenverwijdering, de verwijdering van actief slib en pathogenen zal realiseren en daarnaast het verminderen van de piekconcentraties van ammoniumemissies. Bij het toepassen van chemische defosfatering en zandfiltratie en het vergroten van het natte oppervlak kunnen hogere rendementen ten aanzien van nutriënten worden behaald.

Dit rapport is tot stand gekomen op basis van een analyse van de beschikbare meetgegevens en de op basis daarvan berekende gegevens voor de waterkwaliteit en –kwantiteit in de Groenlose Slinge, de bypass Slinge-Oosterholt en de bovenlopen Ratumsebeek en Whemerbeek. Op basis van de geanalyseerde gegevens en het afwegen van mogelijke maatregelen zijn voorkeursvarianten vastgesteld waarmee is bepaald hoe een optimalisatie van de waterkwaliteit en –kwantiteit kan worden gerealiseerd in de Groenlose Slinge en de bypass Slinge-Oosterholt.

Uit bestudering van het waterkwaliteitsbeleid blijkt dat in het kader van de KRW voor de ecologische toestand van de beek een GEP-doelstelling is vastgelegd. Voor deze doelstelling zijn richtwaarden voor concentraties vastgelegd voor de nutriënten stikstof, fosfaat en zuurstofverzadiging. Deze doelen dienen per 2027 gerealiseerd te zijn. De bypass is geen aangewezen KRW-waterlichaam en dus rust daar geen KRW-resultaatverplichting op. Hiervoor heeft het waterschap echter hetzelfde streefbeeld.

Bij het vaststellen van de voornaamste emissiebronnen in het onderzoeksgebied zijn de (gewogen) zomergemiddelde debieten, concentraties en stofvrachten bepaald. Hieruit wordt duidelijk dat de RWZI te Winterswijk de voornaamste bron is voor de emissie van ammonium, fosfaat en lage zuurstofconcentraties. De Ratumsebeek is de voornaamste emissiebron van totaal-stikstof, hoofdzakelijk in de vorm van nitraat. De piekbelastingen worden gevormd door de RWZI in de vorm van hoge concentraties ammonium, nutriënten en zuurstofarm water. Op basis van het berekende zuurstofdeficiet wordt gesteld dat overstortgebeurtenissen zorgen voor een zuurstofarme propbelasting in de Groenlose Slinge.

Er zijn meerdere knelpunten geïdentificeerd als gevolg van de emissies. Bij de huidige concentraties en debietverdeling wordt niet voldaan aan de als doel gestelde fysisch-chemische waterkwaliteit. De verhoogde emissie van nutriënten en ammonium leidt tot een eenzijdige plantengroei. De hoge ammoniumconcentraties bij de RWZI en BZV bij de overstorten leiden in potentie ook tot langdure en acute zuurstofarme of -loze omstandigheden. Tevens wordt geconcludeerd dat het risico bestaat dat door het hoge volume-aandeel van de RWZI het oppervlaktewater wordt verontreinigd door pathogenen en uitspoelend actiefslib. Voor de bypass is de lage en stagnante stroomsnelheid het grootste knelpunt. Het gevolg hiervan is het bezinken van bacterieslib en (dood) organisch materiaal en het gevolg daarvan voor de zuurstofhuishouding en de vorming van toxische stoffen.

Op basis van mogelijke maatregelen ter optimalisatie van de waterkwaliteit in de Groenlose Slinge is in overleg met het Waterschap een voorkeursvariant vastgesteld. Om een grotere variatie in stroomsnelheid en debiet te realiseren in de bypass wordt geadviseerd de inlaat te vergroten en te voorzien van een regelbare stuw. Dit in combinatie met verondieping van de Groenlose Slinge om te lage stroomsnelheden ter plaatse te voorkomen. Ter vermindering van de overstortvolumes wordt geadviseerd de mogelijkheden tot afkoppelen en het lokaal bergen en infiltreren van hemelwater te onderzoeken. Hierdoor wordt de belasting van de RWZI verkleind en zullen minder grote volumes verontreinigd overstortwater de Groenlose Slinge belasten. De voorkeursmaatregel voor een optimalisatie van de waterkwaliteit bij de RWZI is het toepassen van een waterharmonica in combinatie met een cascade. Dit zal leiden tot verwijdering van pathogenen, actiefslib en zuurstofverrijking. Tevens wordt de ecologische waarde van het effluent vergroot door het creëren van een ecologische buffer waardoor er een gefaseerde overgang is van effluent naar oppervlaktewater.

De waterkwaliteit en -kwantiteit in de Groenlose Slinge kan door de besproken maatregelen worden geoptimaliseerd. De beoogde maatregelen zullen niet direct leiden tot het behalen van de fysisch-chemische doelstellingen in het kader van de KRW. Naar verwachting zal het echter wel leiden tot een vermindering van de invloed van de RWZI op de waterkwaliteit in de Groenlose Slinge en bypass, een verbeterde zuurstofhuishouding en een reductie van piekbelastingen van ammonium en zuurstofloos water.

In dit hoofdstuk worden de betrouwbaarheid en overige opmerkingen met betrekking tot het uitgevoerde onderzoek besproken. Ook worden aanbevelingen gedaan voor het vervolgtraject.

10.1 DISCUSSIE

De betrouwbaarheid van het uitgevoerde onderzoek valt of staat met de beschikbaarheid van meetgegevens. Voor de RWZI was er een ruime aanwezigheid van meetgegevens, zowel met betrekking tot de waterkwantiteit als de waterkwaliteit. Gezien het veronderstelde grote volumeaandeel van de RWZI zijn deze gegevens als uitgangspunt genomen voor de gewogen water- en stoffenbalans. Aangezien de Ratumsebeek en de Whemerbeek op andere momenten in de tijd en minder frequent zijn bemonsterd, zijn gemiddelde zomer- en winter concentraties gebruikt om het overzicht sluitend te maken voor de onderzochte periode waarin deze beken niet zijn bemonsterd (periode van 6 november 2013 tot en met 22 september 2014). Om te toetsen of deze aanname gerechtvaardigd is, is middels een lineaire trendlijn bekeken of er in de meetperiode een trend in concentraties waarneembaar was. Er werden hierbij in de Ratumsebeek en de Whemerbeek geen duidelijke toe- of afnemende trends waargenomen. Enkel voor ammonium in de Whemerbeek is een lichte afnemende trend waarneembaar. Hierdoor is een grote afwijking als gevolg van incorrect aangenomen concentraties niet waarschijnlijk. De trendanalyse in grafiekvorm is opgenomen in bijlage 7.

Voor het bepalen van maatgevende concentraties in de Groenlose Slinge en de bypass, stroomafwaarts van het effluent van de RWZI, is de aanname gedaan dat er volledige menging optreedt en zijn gevolgen van bacteriële en chemische processen en atmosferische depositie buiten de vergelijking gehouden. In werkelijkheid zullen de concentraties veranderen stroomafwaarts van het lozingspunt als gevolg hiervan. Zeker ook door de aanwezigheid van de zandvang binnen het traject. Het kwantificeren van deze processen en het doorrekenen hiervan was te complex om binnen dit onderzoek te realiseren.

Bij het bepalen van de gevolgen van de overstortgebeurtenissen in de Whemerbeek en het daarbij optredende zuurstofdeficiet is een theoretische methode gebruikt om de concentraties van het overstortende water vast te stellen. Tevens is ook de invloed van nieuwe slibafzettingen en sediment zuurstofverbruik van reeds aanwezig slib niet meegewogen in de berekening. De kans op afwijkende werkelijke concentraties is hierdoor groot, waardoor het een indicatief resultaat betreft. Hierdoor kan het negatieve effect groter zijn. Het Waterschap is inmiddels gestart met het uitvoeren van continuumetingen van onder andere BZV- en zuurstofconcentraties in de Whemerbeek. Bij het optreden van overstortgebeurtenissen kunnen door deze metingen de gevolgen van overstortgebeurtenissen met een grotere betrouwbaarheid worden vastgesteld. De resultaten van deze metingen zijn ten tijde van dit onderzoek helaas nog niet beschikbaar.

In paragraaf 6.4 wordt kort ingegaan op de emissie van pathogenen en actiefslib en wordt dit als een knelpunt benoemd. Tevens is dit knelpunt meegewogen bij de selectie van de voorkeursvariant. Dit is een afwijking van de gedefinieerde probleemstelling en onderzoeksopzet. Gezien het relatief grote volumeaandeel van de RWZI is op basis van voortschrijdend inzicht besloten dit knelpunt alsnog te betrekken bij het onderzoek.

Achteraf kan worden gesteld dat het gezien de beperkte beschikbare tijd wellicht een te breed onderzoek is geweest. Hoewel er goed inzicht is verkregen in hoe de deelstromen zich verhouden en wat de voornaamste emissiebronnen zijn, is er nog vervolgonderzoek nodig om de voorkeursvarianten

verder uit te werken. Hierdoor heeft dit rapport een meer signalerend karakter. Wanneer een smallere scope was gedefinieerd dan was het wellicht mogelijk geweest om de effecten van maatregelen te kwantificeren.

10.2 AANBEVELINGEN

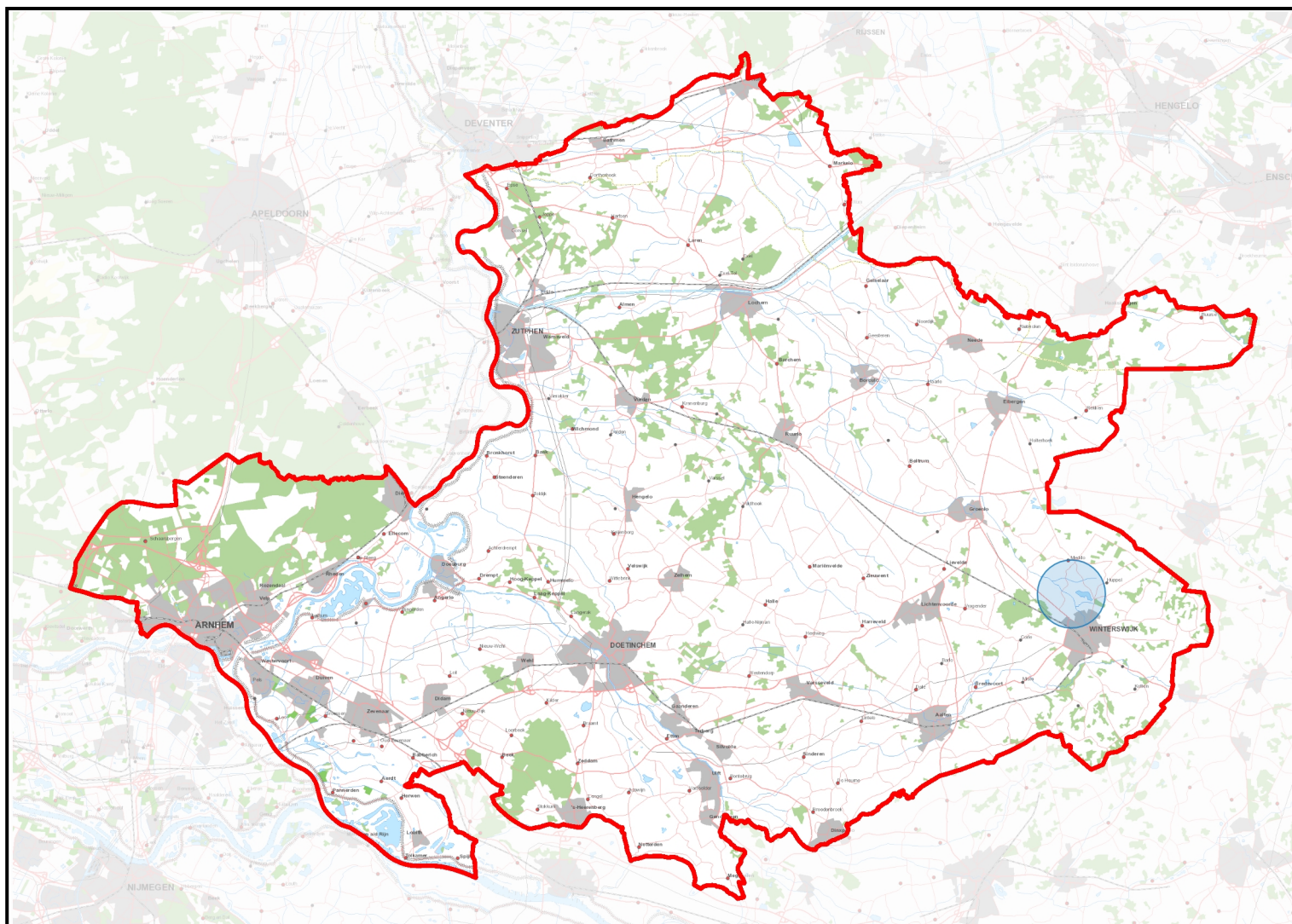
De geconstateerde aanvoer van stikstof in de vorm van nitraat door de Ratumsebeek levert een interessante kwestie op. Er is sprake van bovenstroomse, ook grensoverschrijdende, aanvoer van water dat niet voldoet aan de kwaliteitsdoelstellingen van het Waterschap. Waarschijnlijk betreft het emissies vanuit diffusie bronnen. Om deze emissie te verminderen zal een intensieve samenwerking moeten worden gezocht om de beleidsplannen onderling uit te lijnen en samen te zoeken naar maatregelen om de emissies te reduceren. Ook kan worden geredeneerd dat wanneer het een te grote inspanning vereist om de emissies te reduceren de chemische doelstelling in de Groenlose Slinge voor stikstof niet reëel is en deze wellicht bijgesteld dient te worden.

Bij het bepalen van vuilemissies van riooloverstorten wordt in de tot nu toe geraadpleegde rapporten een standaardwaarde voor CZV of BZV aangehouden dat wordt vermenigvuldigd met het overstortingsvolume. Op basis hiervan wordt getoetst of wordt voldaan aan de (jaarlijks) toegestane emissie. Dit geeft een vrij statisch resultaat aangezien verdunning van het overstortende water bij een toenemend overstortvolume niet wordt meegewogen. Met betrekking tot de kwaliteit van overstortend water direct bij de bron is het dan ook gewenst dat er nader onderzoek wordt gedaan naar gebiedsspecifieke concentraties van nutriënten en zuurstofverbruikende stoffen bij toenemende overstortvolumes. Hierdoor kunnen nauwkeuriger voorspellingen worden gedaan voor de gevolgen in het ontvangende oppervlaktewater. Voor het bepalen van de effecten van overstortgebeurtenissen heeft het Waterschap een mooie stap gemaakt door het inrichten van een continu registrerend monitoringsnetwerk.

Een opvallende ontdekking bij dit onderzoek was dat de bypass Slinge-Oosterholt niet was aangewezen als KRW waterlichaam. Juist door de natuurlijke inrichting en meandering is de bypass in potentie een beek met een hoog ecologische waarde. De Groenlose Slinge stroomafwaarts van het knooppunt met de Beurzerbeek is daarentegen breed en sterk genormaliseerd. Wellicht kan worden onderzocht of de bypass tot de hoofdloop gemaakt kan worden en kan worden aangewezen als KRW waterlichaam in plaats van de Groenlose Slinge.

Het realiseren van een waterharmonica als schakel tussen de RWZI en de Groenlose Slinge is zoals gesteld een interessante optie. Om de meerwaarde van een waterharmonica te vergroten verdient het aanbeveling om onderzoek te verrichten naar het toepassen van alternatieve gewassen in het helofytengedeelte. Wanneer er een markt is voor de afzet van alternatieve gewassen, kan een deel van de kosten voor onderhoud worden terugverdiend. Een voorbeeld hiervan is het eventueel toepassen van olifantsgras (*miscanthus*). Hiervan kunnen bouwmaterialen als spaanplaat worden vervaardigd, kan het gebruikt worden als brandstof of worden toegepast in de papierindustrie. (Wageningen UR, 2015)

- Arcadis. (2009). *Basisrioleringsplan Winterswijk*. Apeldoorn: Arcadis.
- Blom, J. (2015, 05 21). Waterharmonica's. (J. Kalkwijk, Interviewer)
- Boedeltje, G. (2014). *Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit in de Achterhoek, Gelderse Vallei en op de Veluwe*. Doetinchem: Bureau Daslook.
- Buskens, R., & Aalders, P. (2012). *Handreiking Ontwikkeling Waterlopen*. 's-Hertogenbosch: Waterschap Aa en Maas.
- Delft, T. (2008). *Civiele Gezondheidstechniek CT3420*. Delft: TU Delft.
- DHV Milieu en Infrastructuur BV. (2004). *Visie Whemerbeek*. DHV.
- Engelbertink, R. (2015). *Berkel Statistische beschrijving concept*.
- Factsheet. (2014). *Factsheet RWZI Winterswijk*. Doetinchem: Waterschap Rijn en IJssel Z&R.
- Haynes, R. (2015). Use of Industrial Wastes as Media in Constructed Wetlands and Filter Beds—Prospects for Removal of Phosphate and Metals from Wastewater Streams. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 45(10), 1041-1103.
- KNMI. (2015, april 4). *Klimaatdata en -advies*. Opgehaald van KNMI Klimatologische Dienst - informatie over verleden weer: <http://www.knmi.nl/klimatologie/monv/reeksen/>
- Kramer, A. (2014). *Meetplan Groenlose Slinge*. Doetinchem.
- KRW factsheet Groenlose Slinge. (2014).
- Nijboer, R. (2001). *Nutriënten in stromende wateren*. Wageningen: Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte.
- Provincie Gelderland. (2009). *Waterplan Gelderland 2010-2015*. Arnhem: Provincie Gelderland.
- Spoelstra, J., & Truijen, G. (2010). *Handboek Groene Waterzuivering*. Velp: van Hall-Larenstein.
- STOWA. (2004). *2004-01 TEWOR voor Duflow en Sobek*. Utrecht: STOWA.
- STOWA. (2005). *2005-18 Waterharmonica*. Utrecht: STOWA.
- STOWA. (2005). *2005-19 Vergaande verwijdering van fosfaat met helofytenfilters*. Utrecht: STOWA.
- STOWA. (2005). *2005-28 Verkenning zuiveringstechnieken en KRW*. Utrecht: STOWA.
- STOWA. (2010). *2010-17 Knelpuntenbeoordelingsmethode Waterkwaliteitsspoor Overstorten*. Amersfoort: STOWA.
- STOWA. (2012). *2012-31 Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water 2015-2021*. Amersfoort: STOWA.
- STOWA. (2012). *2013-07 Waterharmonica's in Nederland 1996-2012*. Amersfoort: STOWA.
- Wageningen University. (2012). *Bodem en Water 1: Onderdeel Water*. Wageningen: Wageningen UR.
- Wageningen University. (2013). *Bodem en Water 2: Onderdeel Water*. Wageningen: Wageningen UR.
- Wageningen UR. (2015, mei 30). Opgehaald van Dossier: Olifantsgras - Miscanthus: <http://www.wageningenur.nl/nl/Dossiers/dossier/Olifantsgras-Miscanthus.htm>
- WRIJ. (2014). *Concept Waterrapport 2011-2014*. Doetinchem.
- WRIJ. (2015, maart 1). *Waterdata*. Opgeroepen op 3 1, 2015, van Waterdata WRIJ: <http://waterdata.wrij.nl>



Legenda

 waterschapsgrens

Onderzoeksgebied

Regionale ligging

Auteur: J. Kalkwijk

Datum: 02-06-2015

Schaal: 1:400.000

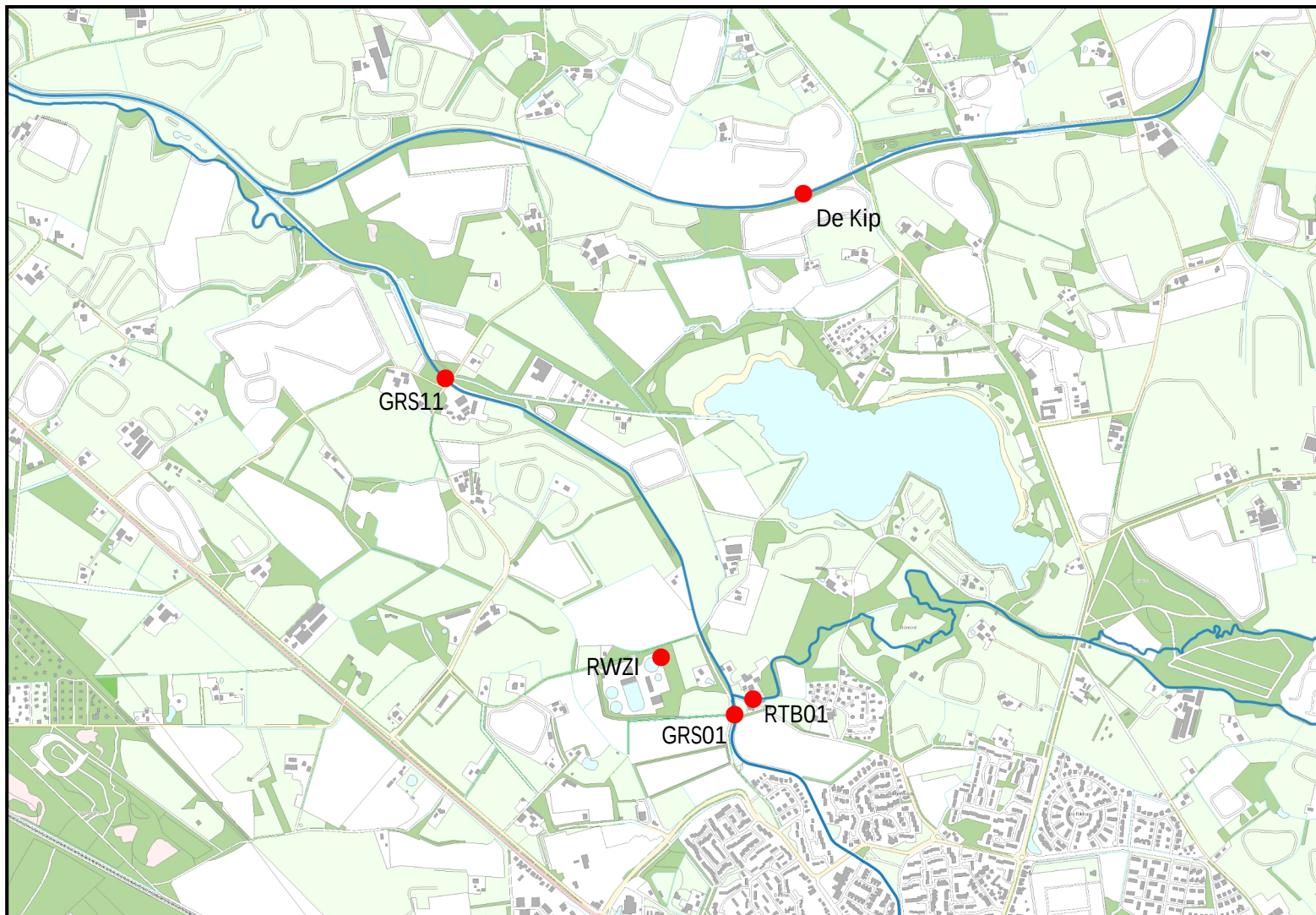
Waterschap

Postbus 148 - 7000 AC Doetinchem



Rijn en IJssel

Telefoon: 0314 - 369 369



Legenda

 waterschapsgrens

Registratiepunten

Auteur: J. Kalkwijk

Datum: 02-06-2015

Schaal: 1:20.000

Waterschap



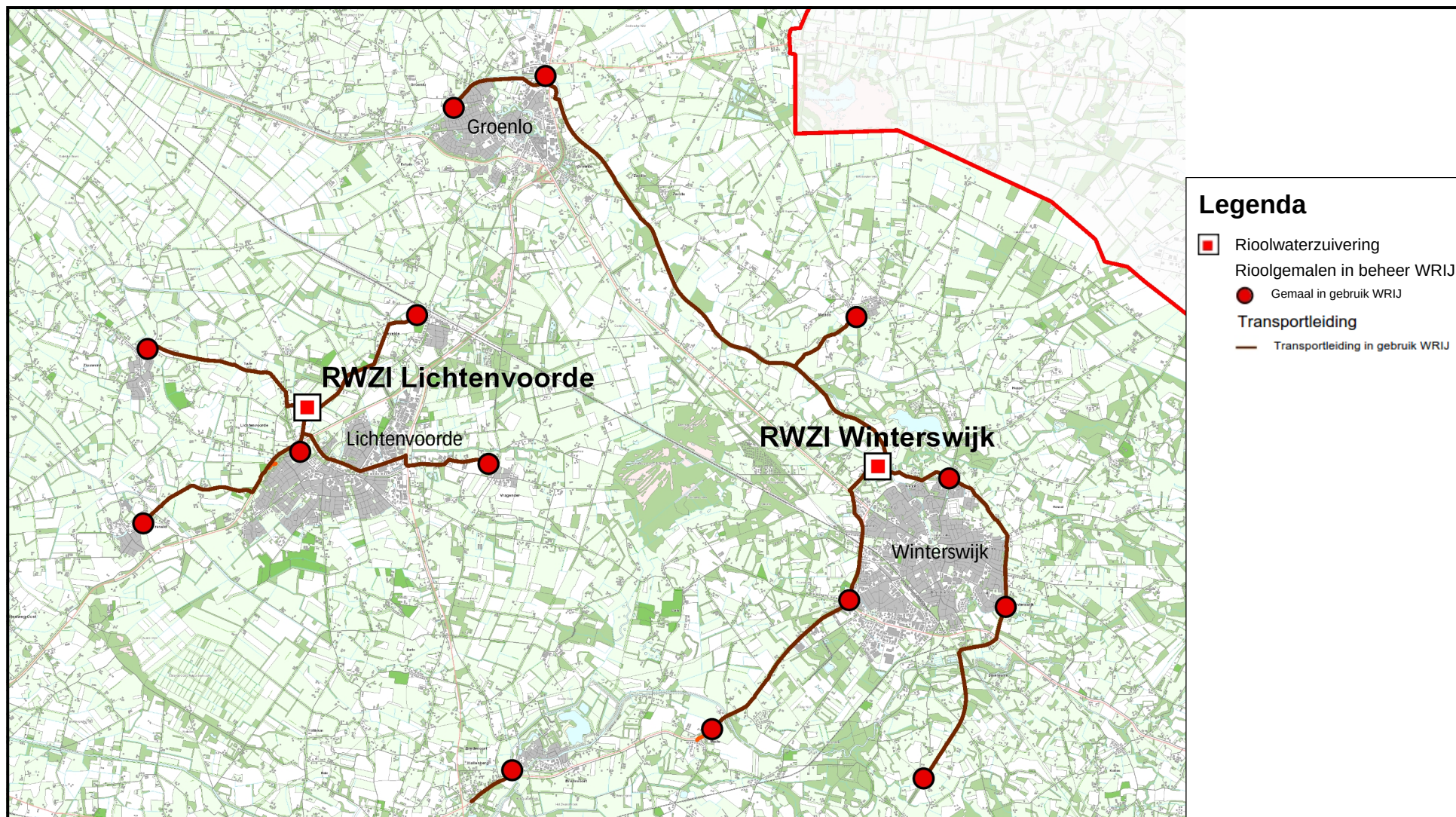
Rijn en IJssel

Postbus 148 - 7000 AC Doetinchem

Telefoon: 0314 - 369 369

GEOWEB

Aan deze tekening kunnen geen rechten worden ontleend. © 2009 Alle rechten voorbehouden Waterschap Rijn en IJssel



Legenda

- Rioolwaterzuivering
- Rioolgemalen in beheer WRIJ
- Gemaal in gebruik WRIJ
- Transportleiding
- Transportleiding in gebruik WRIJ

Waterzuivering Winterswijk

Locatie RWZI en transportleidingen

Auteur: J. Kalkwijk

Datum: 02-06-2015

Schaal: 1:100.000

Waterschap

Postbus 148 - 7000 AC Doetinchem



Rijn en IJssel

Telefoon: 0314 - 369 369

Optimalisatie Waterkwaliteit Groenlose Slinge
Overzicht debieten

OVERZICHT	Effluent RWZI	Effluent RWZI	Ratumsbeek	Ratumsbeek	Vol. %Ratumsbeek	Whemerbeek	Whemerbeek	Vol. %Whemerbeek	Groenlose Slinge voor RWZI	Groenlose Slinge voor RWZI	Groenlose Slinge na RWZI	Groenlose Slinge na RWZI	Vol. %RWZI	Beurzerbeek	Beurzerbeek	Bypass	Bypass	Bypass
	m3/d	m3/s	m3/d	m3/s	%	m3/d	m3/s	%	m3/d	m3/s	m3/d	m3/s	%	m3/d	m3/s	m3/s	m3/d	m/s
Gemiddeld	12024	0.14	36380	0.42	59%	10261	0.12	17%	46640	0.54	58664	0.68	24%	47564	0.55	0.61	52816	0.12
Zomergemiddeld	11276	0.13	23439	0.27	54%	6611	0.08	15%	30050	0.35	41325	0.48	30%	25879	0.30	0.35	29964	0.07
Wintergemiddeld	12819	0.15	49577	0.57	64%	13983	0.16	18%	63561	0.74	76380	0.88	18%	70415	0.81	0.89	77121	0.18
Minimum	5628	0.07	1694	0.02	4%	478	0.01	1%	2172	0.03	12096	0.14	8%	605	0.01	0.07	6411	0.01
Maximum	52355	0.61	173739	2.01	71%	49003	0.57	20%	222743	2.58	275098	3.18	95%	276912	3.21	1.38	119515	0.28
St.dev zomer	8707	0.10	18536	0.21	13%	5228	0.06	4%	23765	0.28	27225	0.32	17%	43290	0.50	0.14	12209	0.03

MAANDGEMIDDELDE																		
jan	18440	0.21	75279	0.87	66%	21232	0.25	18%	96511	1.12	114951	1.33	16%	98523	1.14	1.08	93214	0.22
feb	10194	0.12	46142	0.53	66%	13014	0.15	19%	59156	0.68	69350	0.80	16%	71203	0.82	0.93	80683	0.19
mrt	12335	0.14	42093	0.49	64%	11872	0.14	18%	53966	0.62	66300	0.77	18%	64335	0.74	0.85	73468	0.17
apr	8456	0.10	26241	0.30	61%	7401	0.09	17%	33642	0.39	42098	0.49	22%	25135	0.29	0.39	33964	0.08
mei	10499	0.12	20836	0.24	54%	5877	0.07	15%	26713	0.31	37212	0.43	31%	16965	0.20	0.33	28578	0.07
jun	10684	0.12	24238	0.28	54%	6836	0.08	15%	31074	0.36	41758	0.48	30%	13550	0.16	0.34	29172	0.07
jul	9912	0.11	17806	0.21	52%	5022	0.06	15%	22829	0.26	32741	0.38	33%	10619	0.12	0.30	26308	0.06
aug	16977	0.20	18527	0.21	46%	5225	0.06	13%	23752	0.27	40729	0.47	41%	32239	0.37	0.35	29900	0.07
sep	10778	0.12	32766	0.38	59%	9242	0.11	17%	42007	0.49	52786	0.61	25%	51173	0.59	0.36	31215	0.07
okt	10077	0.12	31389	0.36	62%	8853	0.10	17%	40243	0.47	50320	0.58	21%	33834	0.39	0.69	59569	0.14
nov	12109	0.14	47153	0.55	64%	13300	0.15	18%	60453	0.70	72562	0.84	18%	86565	1.00	0.82	71095	0.16
dec	13365	0.15	56833	0.66	65%	16030	0.19	18%	72862	0.84	86227	1.00	17%	49352	0.57	1.02	88370	0.20

Optimalisatie Waterkwaliteit Groenlose Slinge
Debietregistratie en -berekening

Datum	Effluent RWZI m3/d	Effluent RWZI m3/s	Q Ratumsebeek m3/d	Q Ratumsebeek m3/s	Vol. %Ratumsebeek %	Q Nihemerbeek m3/d	Q Nihemerbeek m3/s	Vol. %Nihemerbeek %	Groenlose Slinge voor RWZI m3/d	Groenlose Slinge voor RWZI m3/s	Groenlose Slinge na RWZI m3/d	Groenlose Slinge na RWZI m3/s	Vol. %RWZI %	Q Beurzerbeek m3/d	Q Beurzerbeek m3/s	Bypass m3/s	Bypass m3/d	Bypass m3/s
12-1-2010	9510	0.110	22100	0.26	58%	6233	0.07	16%	28333	0.33	37843	0.438	25%	39398	0.456	0.520	44916	0.104
20-1-2010	14062	0.163	55143	0.64	65%	15553	0.18	18%	70696	0.82	84758	0.981	17%	112925	1.307	1.105	95459	0.221
25-1-2010	8543	0.099	26561	0.31	62%	7491	0.09	18%	34052	0.39	42595	0.493	20%	47261	0.547	0.616	53216	0.123
9-2-2010	11203	0.130	36414	0.42	63%	10271	0.12	18%	46685	0.54	57888	0.67	19%	79142	0.916	0.887	76615	0.177
10-3-2010	10119	0.117	28011	0.33	61%	9171	0.09	17%	37142	0.43	47631	0.547	21%			0.695	60079	0.139
18-2-2010	9362	0.108	19452	0.23	57%	5487	0.06	16%	24939	0.29	34301	0.397	27%			0.469	40537	0.094
24-2-2010	15330	0.177	62578	0.72	65%	17650	0.20	18%	80228	0.93	95558	1.106	16%	112752	1.305	1.128	97499	0.226
1-3-2010	47728	0.552	103284	1.20	57%	29132	0.34	16%	132416	1.53	180144	2.085	26%	214531	2.483	1.262	109023	0.252
11-3-2010	10238	0.118	31641	0.37	62%	8924	0.10	18%	40565	0.47	50803	0.588	20%	55037	0.637	0.751	64904	0.150
16-3-2010	20978	0.243	34249	0.40	53%	9660	0.11	15%	43908	0.51	64886	0.751	32%	82858	0.959	1.007	87021	0.201
22-3-2010	28352	0.328	67652	0.78	59%	15061	0.22	17%	85733	1.00	115085	1.332	25%	162950	1.889	1.163	100473	0.233
1-4-2010	10504	0.122	32107	0.37	62%	9556	0.10	18%	41163	0.58	51667	0.598	20%	60221	0.697	0.469	40529	0.094
9-4-2010	14711	0.170	25928	0.30	54%	7313	0.08	15%	33241	0.38	47952	0.555	31%	49248	0.57	0.473	40838	0.095
12-4-2010	8548	0.099	25142	0.29	62%	7091	0.08	17%	32233	0.37	40781	0.472	21%	37238	0.431	0.455	39338	0.091
22-4-2010	8226	0.095	12319	0.14	51%	3475	0.04	14%	15793	0.18	24019	0.278	34%	21427	0.248	0.201	17353	0.040
28-4-2010	8106	0.094	9919	0.11	48%	2798	0.03	13%	12716	0.15	20822	0.241	39%	17453	0.202	0.156	13443	0.031
20-5-2010	7661	0.089	5346	0.06	37%	1508	0.02	10%	6854	0.08	14515	0.168	53%	15120	0.175	0.090	7810	0.018
25-5-2010	7398	0.086	3967	0.04	31%	1091	0.01	8%	4957	0.06	12355	0.143	60%	12614	0.146	0.074	6411	0.015
28-5-2010	7763	0.090	3649	0.04	29%	1029	0.01	8%	4679	0.05	12442	0.144	62%	11750	0.136	0.094	6411	0.015
1-6-2010	10587	0.123	4075	0.05	26%	1149	0.01	7%	5224	0.06	15811	0.183	67%	16589	0.192	0.103	8878	0.021
8-6-2010	7325	0.085	4867	0.06	36%	1373	0.02	10%	6240	0.07	13565	0.157	54%	9677	0.112	0.085	7327	0.017
14-6-2010	6496	0.075	5042	0.06	39%	1422	0.02	11%	6464	0.07	12960	0.15	50%	9418	0.109	0.079	6860	0.016
21-6-2010	6250	0.072	5638	0.07	42%	1590	0.02	12%	7228	0.08	13478	0.156	46%	7430	0.086	0.085	7327	0.017
2-7-2010	8841	0.079	4099	0.05	34%	1156	0.01	10%	5255	0.06	12096	0.14	57%	6739	0.078	0.074	6411	0.015
7-7-2010	6755	0.078	4907	0.06	38%	1394	0.02	11%	6291	0.07	13046	0.151	52%	5443	0.063	0.079	6860	0.016
12-7-2010	9726	0.113	16136	0.19	53%	4651	0.05	15%	20687	0.24	30413	0.352	32%	5962	0.069	0.298	25704	0.060
28-7-2010	12439	0.144	12470	0.14	44%	3517	0.04	12%	15987	0.19	28426	0.329	44%	6134	0.071	0.264	22799	0.053
2-8-2010	7218	0.084	7848	0.09	45%	2214	0.03	13%	10062	0.12	17280	0.2	42%	5616	0.065	0.116	10034	0.023
24-8-2010	40942	0.474	1694	0.02	4%	478	0.01	1%	2172	0.03	43114	0.499	95%	41472	0.48	0.473	40900	0.095
25-8-2010	17506	0.203	9326	0.11	32%	2630	0.03	9%	11956	0.14	29462	0.341	59%	28166	0.328	0.275	23717	0.055
13-9-2010	31158	0.361	63913	0.74	57%	18027	0.21	16%	81940	0.95	113098	1.309	28%	253930	2.939	0.522	45105	0.104
6-9-2010	8490	0.110	7416	0.30	61%	7416	0.09	17%	33710	0.39	43200	0.5	22%	96530	1.152	0.473	40900	0.095
16-9-2010	28375	0.328	44720	0.52	52%	12613	0.15	15%	57334	0.66	85709	0.992	33%	86746	1.004	0.497	42958	0.099
21-9-2010	10467	0.121	21825	0.25	57%	6156	0.07	16%	27981	0.32	38448	0.445	27%	66960	0.775	0.430	37148	0.086
27-9-2010	7537	0.087	25998	0.30	64%	7333	0.08	18%	33330	0.39	40867	0.473	18%			0.455	39338	0.091
8-10-2010	8024	0.093	21305	0.25	60%	6009	0.07	17%	27314	0.32	35338	0.409	23%			0.482	41627	0.096
13-10-2010	7668	0.089	16191	0.19	57%	4667	0.05	16%	20758	0.24	28426	0.329	27%			0.366	31627	0.073
19-10-2010	7373	0.085	24845	0.29	63%	7008	0.08	18%	31853	0.37	39226	0.454	19%			0.548	47318	0.110
26-10-2010	8867	0.103	24286	0.28	61%	6850	0.08	17%	31136	0.36	40003	0.463	22%	21686	0.251	0.562	48521	0.112
8-11-2010	16368	0.189	72349	0.84	66%	17249	0.24	19%	92755	1.07	109123	1.263	15%	116294	1.346	1.152	99536	0.230
12-11-2010	50203	0.581	146911	1.70	62%	41436	0.48	17%	188347	2.18	238550	2.761	21%	267667	3.098	1.339	115691	0.268
16-11-2010	20796	0.241	93898	1.09	67%	26484	0.31	19%	120382	1.39	141178	1.634	15%	144547	1.673	1.206	104158	0.241
24-11-2010	11435	0.132	43040	0.50	59%	12139	0.14	18%	55179	0.64	66614	0.771	17%	46310	0.536	1.034	89340	0.207
29-11-2010	8852	0.102	35889	0.42	65%	10123	0.12	18%	48012	0.53	54864	0.635	16%	33523	0.388	0.834	72021	0.167
6-12-2010	26388	0.306	44915	0.52	53%	12668	0.15	15%	57583	0.67	83981	0.972	31%	51494	0.596	1.103	95302	0.221
17-12-2010	13919	0.161	54985	0.64	65%	15509	0.18	18%	70494	0.82	84413	0.977	16%	65405	0.757	1.103	95302	0.221
7-1-2011	52355	0.606	173739	2.01	63%	49003	0.57	18%	222743	2.58	275098	3.184	19%	276912	3.205	1.383	119515	0.277
10-1-2011	14895	0.172	87920	1.02	69%	24798	0.29	19%	112718	1.30	127613	1.477	12%	121133	1.402	1.184	102258	0.237
20-1-2011	18926	0.219	83697	0.97	66%	23607	0.27	19%	107304	1.24	126230	1.461	15%			1.181	102041	0.236
25-1-2011	14111	0.163	79636	0.92	69%	22461	0.26	19%	102097	1.18	116208	1.345	12%			1.164	100598	0.233
31-1-2011	8316	0.108	39436	0.46	66%	11123	0.13	19%	50559	0.59	59675	0.693	16%			0.913	78891	0.183
7-2-2011	8961	0.104	42746	0.49	67%	12056	0.14	19%	54802	0.63	63763	0.738	14%			0.980	84689	0.193
16-2-2011	13824	0.160	73929	0.86	68%	20852	0.24	19%	94781	1.10	108605	1.257	13%			1.150	99401	0.230
22-2-2011	8628	0.100	33031	0.38	65%	9317	0.11	18%	42348	0.49	50976	0.59	17%			0.765	66114	0.153
3-3-2011	9040	0.105	47738	0.55	68%	13465	0.16	19%	61203	0.71	70243	0.813	13%			1.063	91825	0.213
10-3-2011	8245	0.095	32521	0.38	65%	9173	0.11	18%	41694	0.48	49939	0.578	17%			0.737	63679	0.147
14-3-2011	11417	0.132	33889	0.39	62%	9558	0.11	17%	43447	0.50	54864	0.635	17%			0.834	72021	0.167
21-3-2011	7244	0.084	27237	0.32	65%	7682	0.09	18%	34919	0.40	42163	0.488	17%			0.602	52055	0.120
30-3-2011	7229	0.084	28462	0.33	65%	8028	0.09	18%	36489	0.42	43718	0.506	17%			0.629	54371	0.126
5-4-2011	8274	0.096	39440	0.46	67%	11124	0.13	19%	50564	0.59	58838	0.681	14%			0.472	40814	0.094
11-4-2011	6869	0.080	24160	0.28	64%	6814	0.08	18%	30974	0.36	37843	0.438	18%			0.417	36062	0.083
18-4-2011	6774	0.078	22010	0.25	63%	6208	0.07	18%	28218	0.33	34992	0.405	19%			0.368	31801	0.074
29-4-2011	12915	0.149	14187	0.16	46%	4002	0.05	13%	18189	0.21	31104	0.36	42%			0.309	26718	0.062
11-5-2011	8519	0.099	19840	0.23	59%	5596	0.06	16%	25436	0.29	33955	0.393	25%			0.356	30770	0.071
17-5-2011	11852	0.137	10906	0.13	42%	3076	0.04	12%	13982	0.16	25834	0.299	46%			0.222	19170	0.044
23-5-2011	8086	0.094	12361	0.14	52%	3486	0.04	15%	15847	0.18	23933	0.277	34%			0.201	17353	0.040
30-5-2011	6084	0.070	16416	0.19	6													

**Optimalisatie Waterkwaliteit Groenlose Slinge
Debietregistratie en -berekening**

Datum	Effluent RWZI	Effluent RWZI	Q Rotumsbeek	Q Rotumsbeek	Vol. % Rotumsbeek	Q Whimerbeek	Q Whimerbeek	Vol. % Whimerbeek	Groenlose Slinge voor RWZI	Groenlose Slinge voor RWZI	Groenlose Slinge na Bypass	Groenlose Slinge na Bypass	Vol. % RWZI	Q Beurzerbeek	Q Beurzerbeek	Bypass	Bypass	Bypass		
27-9-2011	6343	0.073	13450	0.16	57%	3794	0.04	16%	17244	0.20	23587	0.273	27%			0.192	16556	0.038		
5-10-2011	6791	0.079	11012	0.13	53%	3106	0.04	15%	14118	0.16	20909	0.242	32%			0.254	21929	0.051		
10-10-2011	17140	0.198	18777	0.22	46%	5296	0.06	13%	24073	0.28	41213	0.477	42%			0.589	50886	0.118		
17-10-2011	7252	0.084	32420	0.38	66%	9144	0.11	19%	41564	0.48	48816	0.565	15%			0.723	62429	0.145		
26-10-2011	8765	0.101	24501	0.28	61%	6910	0.08	17%	31411	0.36	40176	0.465	22%			0.562	48521	0.112		
2-11-2011	7156	0.083	21712	0.25	62%	6124	0.07	18%	27836	0.32	34992	0.405	20%			0.482	41627	0.096		
7-11-2011	6842	0.089	16821	0.20	61%	4175	0.05	17%	21706	0.25	27648	0.32	21%			0.354	30595	0.071		
14-11-2011	5814	0.067	15278	0.18	60%	4309	0.05	17%	19589	0.23	25402	0.294	23%			0.319	27526	0.064		
25-11-2011	6433	0.074	16615	0.19	60%	4686	0.05	17%	21301	0.25	27734	0.321	23%			0.354	30595	0.071		
28-11-2011	9830	0.114	12618	0.15	49%	3559	0.04	14%	16176	0.19	26006	0.301	38%			0.330	28548	0.066		
5-12-2011	13645	0.158	39766	0.46	62%	11216	0.13	17%	50982	0.59	64627	0.748	21%			0.994	85855	0.199		
16-12-2011	19906	0.230	168386	1.95	71%	47494	0.55	20%	215890	2.50	235786	2.729	8%			1.335	115356	0.267		
6-1-2012	45638	0.528	155189	1.80	63%	43771	0.51	18%	198950	2.30	244598	2.831	19%			1.346	116273	0.269		
13-1-2012	20687	0.239	86165	1.00	66%	24333	0.28	19%	110408	1.28	131155	1.518	16%			1.190	102786	0.238		
17-1-2012	8652	0.100	60913	0.71	70%	17181	0.20	20%	78094	0.90	86746	1.004	10%			1.108	95767	0.222		
23-1-2012	21054	0.244	129212	1.50	69%	36444	0.42	20%	165656	1.92	186710	2.161	11%			1.270	109759	0.254		
30-1-2012	9023	0.104	53413	0.62	69%	15065	0.17	19%	68478	0.79	77501	0.897	12%			1.086	93825	0.217		
8-2-2012	7350	0.085	20078	0.23	61%	5663	0.07	17%	25741	0.30	33091	0.383	22%			0.444	38344	0.089		
17-2-2012	9357	0.108	29228	0.34	62%	8244	0.10	18%	37472	0.43	46829	0.542	20%			0.682	58936	0.136		
23-2-2012	9107	0.105	51056	0.59	68%	14400	0.17	19%	65456	0.76	74563	0.863	12%			1.078	93121	0.216		
27-2-2012	7797	0.090	47967	0.56	69%	13529	0.16	20%	61496	0.71	69293	0.802	11%			1.057	91314	0.211		
5-3-2012	12812	0.148	55849	0.65	66%	15752	0.18	19%	71601	0.83	84413	0.977	15%			1.103	95302	0.221		
14-3-2012	7776	0.090	36796	0.43	67%	10378	0.12	19%	47174	0.55	54950	0.636	14%			0.834	72021	0.167		
19-3-2012	7696	0.089	31265	0.36	65%	8818	0.10	18%	40083	0.46	47779	0.553	16%			0.695	60079	0.139		
29-3-2012	7407	0.086	25223	0.29	63%	7114	0.08	18%	32337	0.37	39744	0.46	19%			0.562	48521	0.112		
3-4-2012	7515	0.087	23319	0.27	62%	6577	0.08	18%	29996	0.35	37411	0.433	20%			0.405	34884	0.081		
13-4-2012	7533	0.087	52081	0.60	70%	14681	0.17	20%	68771	0.77	74304	0.86	10%			0.487	42086	0.097		
18-4-2012	7196	0.083	43246	0.50	69%	12198	0.14	19%	55444	0.64	62640	0.725	11%			0.476	41112	0.095		
23-4-2012	7188	0.083	28628	0.33	65%	8075	0.09	18%	36703	0.42	43891	0.508	16%			0.473	40900	0.095		
4-5-2012	11503	0.133	32339	0.37	61%	9121	0.11	17%	41460	0.48	52963	0.613	22%			0.469	40525	0.094		
9-5-2012	7140	0.083	27588	0.32	65%	7781	0.09	18%	35369	0.41	42509	0.492	17%			0.467	40352	0.093		
14-5-2012	6195	0.072	24214	0.28	65%	6830	0.08	18%	31043	0.36	37238	0.431	17%		10454	0.121	0.405	34984	0.081	
29-5-2012	6370	0.074	16789	0.19	65%	4738	0.05	17%	21537	0.25	27907	0.323	23%		6048	0.07	0.253	21889	0.051	
7-6-2012	20592	0.239	38887	0.45	55%	10992	0.13	16%	49983	0.58	70615	0.818	29%		12787	0.148	0.483	41758	0.097	
13-6-2012	8450	0.098	26431	0.31	62%	7455	0.09	18%	33886	0.39	42336	0.49	20%		8381	0.097	0.467	40352	0.093	
22-6-2012	23893	0.277	45049	0.52	55%	12706	0.15	16%	57755	0.67	81648	0.945	29%		13651	0.158	0.495	42737	0.099	
25-6-2012	23751	0.275	30670	0.35	49%	8651	0.10	14%	39321	0.46	63072	0.73	38%		10195	0.118	0.476	41112	0.095	
5-7-2012	6679	0.077	26532	0.31	65%	7483	0.09	18%	34015	0.39	40694	0.471	16%			0.455	39338	0.091		
9-7-2012	22517	0.261	6698	0.08	22%	1889	0.02	6%	8587	0.10	33104	0.38	72%			0.309	26718	0.062		
16-7-2012	7199	0.090	34824	0.40	66%	9822	0.11	14%	44646	0.52	52442	0.607	15%			0.469	40527	0.094		
24-7-2012	7274	0.084	17577	0.20	59%	4957	0.06	17%	22534	0.26	29808	0.345	24%		11491	0.133	0.286	24699	0.057	
3-8-2012	12437	0.144	33026	0.38	60%	9315	0.11	17%	42341	0.49	54778	0.634	23%			0.8922	0.219	0.470	40583	0.094
6-8-2012	20024	0.232	22525	0.26	46%	6353	0.07	13%	28878	0.33	48902	0.566	41%		15120	0.175	0.471	40733	0.094	
14-8-2012	7199	0.083	16422	0.19	58%	4832	0.05	16%	21054	0.24	28253	0.327	25%		6653	0.077	0.264	22799	0.053	
27-8-2012	25083	0.290	5303	0.06	17%	1496	0.02	5%	6799	0.08	31882	0.369	79%		6653	0.077	0.321	27736	0.064	
3-9-2012	5906	0.068	15004	0.17	60%	4232	0.05	17%	19236	0.22	25142	0.291	23%		4061	0.047	0.211	18270	0.042	
11-9-2012	7727	0.089	20525	0.24	60%	5789	0.07	17%	28315	0.30	34042	0.394	23%			0.466	0.054	0.356	30770	0.071
17-9-2012	5754	0.067	11282	0.13	56%	3182	0.04	16%	14464	0.17	20218	0.234	26%			3197	0.037	0.147	12692	0.029
27-9-2012	12568	0.145	26926	0.31	57%	7594	0.09	16%	34520	0.40	47088	0.545	27%			8554	0.099	0.474	40952	0.095
3-10-2012	7656	0.089	24894	0.29	63%	7021	0.08	18%	31915	0.37	39571	0.458	19%			6739	0.078	0.562	48521	0.112
8-10-2012	8812	0.102	50882	0.59	69%	14351	0.17	19%	65233	0.76	74045	0.857	12%			34128	0.395	1.078	93121	0.216
15-10-2012	11941	0.138	58685	0.68	67%	16552	0.19	19%	75237	0.87	87178	1.009	14%			48075	0.568	1.110	95919	0.222
23-10-2012	7258	0.084	28372	0.33	65%	8002	0.09	18%	36374	0.42	43632	0.505	17%			16502	0.191	0.629	54371	0.126
29-10-2012	6354	0.074	25303	0.29	65%	7137	0.08	18%	32440	0.38	38794	0.449	16%			11578	0.134	0.548	47318	0.110
8-11-2012	8917	0.103	44667	0.52	67%	12598	0.15	19%	57265	0.66	66182	0.766	13%			1.021		0.88183		0.204
13-11-2012	7038	0.081	29150	0.34	66%	8222	0.10	19%	37372	0.43	44410	0.514	16%		16848	0.195	0.643	55519	0.129	
19-11-2012	12149	0.141	23007	0.27	55%	6489	0.08	16%	29496	0.34	41645	0.482	29%		15811	0.183	0.589	50886	0.118	
26-11-2012	6397	0.074	37535	0.43	69%	10587	0.12	19%	48121	0.56	54518	0.631	12%			0.820		70852		0.164
4-12-2012	13353	0.155	45318	0.52	63%	12782	0.15	18%	58100	0.67	71453	0.827	19%			1.070		92486		0.214
13-12-2012	9154	0.106	40776	0.47	66%	11501	0.13	19%	52276	0.61	61430	0.711	15%		47434	0.549	0.940	81182	0.188	
10-1-2013	24834	0.287	74843	0.87	62%	21110	0.24	17%	95953	1.11	120787	1.398	21%			108950	1.261	1.172	101267	0.234
16-1-2013	7911	0.092	42217	0.49	68%	11907	0.14	19%	54124	0.63	62035	0.718	13%			42250	0.489	0.953	82345	0.191
23-1-2013	7448	0.086	36513	0.42	67%	10298	0.12	19%	46811	0.54	54259	0.628	14%			29462	0.341	0.820	70852	0.164
28-1-2013	26130	0.302	55098	0.64	57%	15540	0.18	16%	70638	0.82	96768	1.12	27%			75254	0.871	1.130	97635	0.226
7-2-2013	15389	0.178	86456	1.00	68%	24385	0.28	19%	110841	1.28	126230	1.461	12%			121738	1.409	1.181	102041	0.236
12-2-2013	8999	0.104	48512	0.50	68%	13683	0.16	19%	62195	0.72	71194	0.824	13%			55555	0.643	1.067	92199	0.213
18-2-2013	7808	0.090	48565	0.56	69%	13698	0.													

Optimalisatie Waterkwaliteit Groenlose Slinge
Debietregistratie en -berekening

Datum	Effluent RWZI	Effluent RWZI	Q Ratumsbeek	Q Ratumsbeek	Vol. % Ratumsbeek	Q Whemmerbeek	Q Whemmerbeek	Vol. % Whemmerbeek	Groenlose Slinge voor RWZI	Groenlose Slinge voor RWZI	Groenlose Slinge na RWZI	Groenlose Slinge na RWZI	Vol. % RWZI	Q Bourzbeek	Q Bourzbeek	Bynas	Bynas	Bynas
13-6-2013	6393	0.074	23453	0.27	64%	6615	0.08	18%	30068	0.35	36461	0.422	18%	8294	0.096	0.393	33912	0.079
17-6-2013	5732	0.066	20464	0.24	64%	5772	0.07	18%	26236	0.30	31968	0.37	18%	7085	0.082	0.321	27736	0.064
25-6-2013	15726	0.182	54250	0.63	64%	15301	0.18	18%	69551	0.80	85277	0.987	18%	49421	0.572	0.497	42919	0.099
5-7-2013	6672	0.077	32670	0.38	67%	9215	0.11	19%	41885	0.48	48557	0.562	14%	21600	0.25	0.471	40733	0.094
8-7-2013	6102	0.071	22332	0.26	64%	6299	0.07	18%	28631	0.33	34733	0.402	18%	14170	0.164	0.368	31801	0.074
15-7-2013	5798	0.067	16167	0.19	61%	4660	0.05	17%	20727	0.24	26525	0.307	22%	8381	0.097	0.232	20073	0.046
26-7-2013	6737	0.078	32013	0.37	67%	9029	0.10	19%	41042	0.48	47779	0.553	14%	7258	0.084	0.473	40638	0.095
5-8-2013	5628	0.065	16636	0.19	62%	4692	0.05	17%	51329	0.25	26957	0.312	21%	3974	0.046	0.243	20980	0.049
12-8-2013	5656	0.065	14862	0.17	60%	4192	0.05	17%	19054	0.22	24710	0.286	23%	3888	0.045	0.211	18270	0.042
20-8-2013	8706	0.101	9046	0.10	45%	2552	0.03	13%	11598	0.13	20304	0.235	43%	4061	0.047	0.156	13443	0.031
28-8-2013	6037	0.070	9915	0.11	53%	2797	0.03	15%	12712	0.15	18749	0.217	32%	605	0.007	0.131	11312	0.026
2-9-2013	5742	0.066	9202	0.11	52%	2595	0.03	15%	11797	0.14	17539	0.203	33%	2333	0.027	0.123	10664	0.025
12-9-2013	33583	0.389	157314	1.82	67%	44371	0.51	19%	201684	2.33	235287	2.723	14%	266026	3.079	0.623	53859	0.125
18-9-2013	14823	0.172	84289	0.98	69%	23788	0.28	19%	108038	1.25	122861	1.422	12%	93830	1.086	0.531	45871	0.106
23-9-2013	6591	0.076	51199	0.59	71%	14441	0.17	20%	65639	0.76	72230	0.836	9%	39830	0.461	0.485	41888	0.097
30-9-2013	6181	0.072	28538	0.33	67%	8049	0.09	19%	36587	0.42	42768	0.495	14%	19958	0.231	0.473	40900	0.095
10-10-2013	12626	0.146	24387	0.28	56%	6878	0.08	16%	31265	0.36	43891	0.508	29%	20909	0.242	0.629	54371	0.126
18-10-2013	7978	0.092	47421	0.55	69%	13375	0.15	19%	60796	0.70	68774	0.796	12%	45533	0.527	1.057	91314	0.211
21-10-2013	6551	0.076	39639	0.46	69%	11180	0.13	19%	50819	0.59	57370	0.664	11%	29462	0.341	0.874	75478	0.175
29-10-2013	30261	0.350	60704	0.70	56%	17122	0.20	16%	77825	0.90	108086	1.251	28%	102730	1.189	1.150	99401	0.230
11-11-2013	15752	0.182	83545	0.97	68%	23564	0.27	19%	107109	1.24	122861	1.422	13%	127613	1.477	1.176	101601	0.235
14-11-2013	9842	0.114	63017	0.73	70%	17774	0.21	20%	80792	0.94	90634	1.049	11%	83030	0.961	1.117	96513	0.223
18-11-2013	7552	0.087	48697	0.56	70%	13735	0.16	20%	62432	0.72	69984	0.81	11%	61171	0.708	1.063	91825	0.213
29-11-2013	7482	0.087	43899	0.51	69%	12382	0.14	19%	56281	0.65	63763	0.738	12%	39398	0.456	0.980	84689	0.196
4-12-2013	7780	0.090	39556	0.46	68%	11157	0.13	19%	50713	0.59	58493	0.677	13%	37670	0.436	0.887	76615	0.177
10-12-2013	7895	0.091	40275	0.47	69%	11360	0.13	19%	51635	0.60	59530	0.689	13%			0.913	78891	0.183
16-12-2013	9235	0.095	37516	0.43	67%	10582	0.12	19%	48098	0.56	56333	0.652	15%	44755	0.518	0.860	74340	0.172
9-1-2014	13920	0.161	93263	1.08	70%	26305	0.30	20%	119568	1.38	133488	1.545	10%	117158	1.356	1.193	103115	0.239
23-1-2014	7954	0.092	43801	0.51	68%	12354	0.14	19%	56155	0.65	64109	0.742	12%	40954	0.474	0.994	85855	0.199
27-1-2014	33822	0.391	106718	1.24	63%	30100	0.35	18%	136818	1.58	170640	1.975	20%	168221	1.947	1.249	107899	0.250
3-2-2014	7195	0.083	45134	0.52	69%	12730	0.15	20%	57864	0.67	65059	0.753	11%	47693	0.552	1.007	87021	0.201
11-2-2014	8912	0.103	59834	0.69	70%	16876	0.20	20%	85622	0.89		0.991	10%	77242	0.894		95613	0.221
21-2-2014	13435	0.155	57384	0.66	66%	16185	0.19	19%	73570	0.85	87005	1.007	15%	63418	0.734	1.108	95767	0.222
28-2-2014	10718	0.124	39219	0.45	64%	11062	0.13	18%	50280	0.58	60998	0.706	18%	39744	0.465	0.940	81182	0.188
5-3-2014	7096	0.082	33755	0.39	67%	9521	0.11	19%	43275	0.50	50371	0.583	14%	26093	0.302	0.751	64904	0.150
10-3-2014	6644	0.077	33181	0.37	67%	8974	0.10	19%	40790	0.47	47434	0.549	14%	22810	0.264	0.695	60079	0.139
17-3-2014	6306	0.073	32619	0.38	68%	9200	0.11	19%	41819	0.48	48125	0.557	13%	19354	0.249	0.709	61235	0.142
27-3-2014	6893	0.080	24411	0.28	64%	6885	0.08	18%	31296	0.36	38189	0.442	18%	19267	0.223	0.533	46094	0.107
2-4-2014	6634	0.077	21311	0.25	63%	6011	0.07	18%	27321	0.32	33955	0.393	20%	16762	0.194	0.356	30770	0.071
10-4-2014	6962	0.081	19707	0.23	61%	5558	0.06	17%	25265	0.29	32227	0.373	22%	13910	0.161	0.321	27736	0.064
17-4-2014	6705	0.078	19031	0.22	61%	5368	0.06	17%	24399	0.28	31104	0.36	22%	13392	0.155	0.309	28718	0.062
23-4-2014	6720	0.078	20233	0.23	62%	5707	0.07	17%	25939	0.30	32659	0.378	21%	11664	0.135	0.333	28753	0.067
5-5-2014	5863	0.068	16521	0.19	61%	4660	0.05	17%	21180	0.25	27043	0.313	22%	11059	0.128	0.243	20980	0.049
13-5-2014	30518	0.353	41836	0.48	50%	11800	0.14	14%	53636	0.62	84154	0.974	36%	56246	0.651	0.497	42929	0.099
21-5-2014	6616	0.077	25907	0.30	65%	7307	0.08	18%	33214	0.38	39830	0.461	17%	14515	0.168	0.443	38240	0.089
26-5-2014	6443	0.075	34466	0.40	68%	9721	0.11	19%	44187	0.51	50630	0.586	13%	14688	0.17	0.470	40588	0.094
14-7-2014	7709	0.089	27279	0.32	64%	7694	0.09	18%	34973	0.40	42682	0.494	18%	21686	0.251	0.473	40900	0.095
24-7-2014	6972	0.081	6558	0.08	43%	1850	0.02	12%	8407	0.10	15379	0.178	45%	7949	0.092	0.096	8330	0.019
11-8-2014	33682	0.390	16320	0.19	30%	4603	0.05	8%	20923	0.24	54605	0.632	62%	17971	0.208	0.470	40583	0.094
19-8-2014	24982	0.289	10234	0.12	27%	2886	0.03	8%	13120	0.15	38102	0.441	66%	26352	0.305	0.417	36062	0.083
27-8-2014	19235	0.223	23208	0.27	47%	6546	0.08	13%	29754	0.34	48989	0.567	39%	50198	0.581	0.471	40733	0.094
11-9-2014	6757	0.078	13397	0.16	56%	3779	0.04	16%	17176	0.20	23933	0.277	28%	12182	0.141	0.201	17353	0.040
22-9-2014	12890	0.149	5109	0.06	26%	1441	0.02	7%	6550	0.08	19440	0.225	66%	8554	0.099	0.139	11977	0.028

Optimalisatie Waterkwaliteit Groenlose Slinge
Overzicht concentraties en vrachtberekeningen

Whemerbeek

CONCENTRATIES						VRACHT					
OVERZICHT	NH4 mg/l	Kj-N mg/l	NO3 mg/l	t-N mg/l	t-P mg/l	O2 mg/l	NH4 kg/d	Kj-N kg/d	NO3 kg/d	t-N kg/d	t-P kg/d
Gemiddeld	0,23	1,63	4,29	5,99	0,07	9,71	2,2	16,8	48,5	65,9	0,7
Zomergemiddeld	0,23	1,61	3,53	5,22	0,08	8,59	1,3	10,5	24,2	35,2	0,5
Wintergemiddeld	0,23	1,66	5,08	6,79	0,07	10,87	3,2	23,3	73,3	97,2	0,9
Minimum	0,06	0,80	1,50	2,39	0,03	3,90	0,1	0,4	0,7	1,1	0,0
Maximum	1,10	2,90	9,20	12,15	0,28	13,90	19,0	93,1	343,0	438,1	5,3
St.dev zomer	0,22	0,40	1,67	1,83	0,03	2,49	1,3	7,6	23,7	30,4	0,7
CONCENTRATIES						VRACHT					
MAANDGEMIDDELDE											
jan	0,25	1,78	5,88	7,70	0,05	11,52	5,5	36,8	127,6	165,3	1,0
feb	0,26	1,72	4,43	6,19	0,07	12,42	3,2	22,7	56,3	79,4	0,9
mrt	0,21	1,67	5,81	7,52	0,09	12,35	2,4	20,6	64,8	85,9	1,1
apr	0,19	1,65	4,68	6,38	0,08	10,34	1,4	12,0	32,8	45,2	0,7
mei	0,23	1,86	3,52	5,44	0,06	10,79	1,2	11,0	21,3	32,7	0,4
jun	0,42	1,78	3,71	5,61	0,06	7,80	1,9	11,3	26,0	38,0	0,5
jul	0,23	1,51	3,26	4,87	0,08	6,96	0,8	7,3	16,4	24,2	0,4
aug	0,16	1,36	2,47	3,90	0,08	7,71	0,8	7,2	12,6	20,1	0,4
sep	0,21	1,53	3,54	5,15	0,09	7,48	1,7	14,0	36,1	50,8	0,9
okt	0,26	1,48	3,28	4,84	0,07	7,95	2,0	12,6	30,6	43,9	0,6
nov	0,19	1,64	5,28	6,99	0,07	9,42	2,1	21,6	75,5	97,9	0,8
dec	0,23	1,57	5,80	7,43	0,07	11,16	4,4	24,8	83,2	108,8	1,0

Ratumsebeek

CONCENTRATIES						VRACHT					
NH4 mg/l	Kj-N mg/l	NO3 mg/l	t-N mg/l	t-P mg/l	O2 mg/l	NH4 kg/d	Kj-N kg/d	NO3 kg/d	t-N kg/d	t-P kg/d	
0.15	1.81	5.96	7.82	0.11	10.44	5.5	66.6	252.4	320.8	3.6	
0.14	1.76	4.86	6.68	0.15	9.18	3.0	41.6	134.5	179.0	3.6	
0.16	1.86	7.11	9.01	0.07	11.76	8.1	92.1	382.7	477.1	3.6	
0.06	0.30	0.40	2.15	0.03	2.80	0.4	4.0	2.5	10.6	0.3	
0.70	4.10	13.00	14.56	1.10	15.10	34.7	347.5	1911.1	2270.8	59.7	
0.12	0.57	2.60	2.80	0.20	2.12	2.8	33.1	118.1	147.0	7.3	
CONCENTRATIES						VRACHT					
0.17	2.01	9.03	11.09	0.06	12.64	13.1	147.4	705.3	856.7	4.5	
0.19	1.90	7.03	8.96	0.08	12.95	8.2	87.3	315.3	404.4	3.8	
0.18	1.78	7.08	8.91	0.08	12.27	7.4	76.7	302.4	380.8	3.5	
0.15	1.66	6.91	8.72	0.08	10.45	4.2	44.0	177.8	225.0	2.0	
0.10	1.78	6.21	8.17	0.08	10.97	2.1	38.9	138.0	181.7	1.7	
0.11	1.62	4.96	6.65	0.14	9.10	2.4	42.4	123.1	167.2	5.1	
0.17	1.99	4.48	6.60	0.31	7.87	2.4	36.1	87.4	125.7	6.4	
0.16	1.98	4.45	6.57	0.19	8.01	2.9	38.3	83.2	124.0	3.6	
0.16	1.52	5.71	7.35	0.10	8.42	3.7	49.7	191.1	243.1	3.3	
0.11	1.89	5.21	7.14	0.07	9.52	3.3	57.1	161.4	219.6	2.2	
0.15	1.80	7.00	8.84	0.08	10.94	6.7	86.4	373.4	461.9	3.8	
0.18	1.69	6.94	8.67	0.07	12.00	10.6	94.1	433.5	530.5	3.3	

Effluent RWZI

CONCENTRATIES						VRACHT					
OVERZICHT	NH4 mg/l	Kj-N mg/l	NO3 mg/l	t-N mg/l	t-P mg/l	O2 mg/l	NH4 kg/d	Kj-N kg/d	NO3 kg/d	t-N kg/d	t-P kg/d
Gemiddeld	2,70	4,13	1,49	5,75	0,39	2,54	35,8	57,7	16,5	75,7	5,4
Zomergemiddeld	2,65	4,25	0,96	5,33	0,38	2,20	35,3	55,6	9,7	66,6	4,8
Wintergemiddeld	2,75	4,41	2,00	6,55	0,42	2,86	38,8	64,4	23,1	89,3	6,0
Minimum	0,10	0,70	0,20	1,70	0,04	0,83	0,6	10,1	1,9	17,3	0,7
Maximum	14,00	15,00	7,50	15,60	9,60	3,57	217,9	680,6	68,5	717,3	116,6
St.dev zomer	2,47	2,87	0,62	2,76	0,52	0,47	42,2	68,1	7,1	71,7	8,4
CONCENTRATIES						VRACHT					
MAANDGEMIDDELDE											
jan	3,01	5,22	2,36	7,74	0,40	2,99	64,5	119,7	33,6	156,0	8,7
feb	2,43	4,38	2,83	7,42	0,41	3,11	24,9	45,1	27,0	74,1	4,3
mrt	2,38	4,61	2,14	6,90	0,35	2,93	31,6	62,8	22,7	87,9	5,5
apr	3,01	4,88	1,38	6,35	0,33	2,74	27,9	44,5	11,2	56,6	2,8
mei	2,75	4,67	0,91	5,66	0,36	2,36	35,9	57,0	8,7	66,6	4,8
jun	2,61	3,83	0,90	4,83	0,38	1,79	34,5	47,9	9,2	58,2	5,2
jul	2,68	5,49	0,83	6,44	0,74	1,83	31,6	67,5	7,7	76,3	9,2
aug	2,95	3,97	0,88	4,97	0,24	2,14	59,1	85,3	12,2	99,6	4,6
sep	1,86	2,69	0,86	3,72	0,27	2,19	21,2	30,3	8,7	40,6	2,9
okt	2,75	3,66	1,02	4,79	0,26	2,61	33,3	43,4	9,2	53,8	2,6
nov	3,43	4,13	1,51	5,72	0,78	2,66	40,9	46,9	17,8	65,5	9,5
dec	2,32	4,11	2,07	6,31	0,28	2,79	33,2	58,8	29,3	90,1	3,9

Berekende concentraties Gr. Slinge bij RWZI

VRACHT										
NH4 mg/l	Kj-N mg/l	NO3 mg/l	t-N mg/l	t-P mg/l	O2 mg/l	NH4 kg/d	Kj-N kg/d	NO3 kg/d	t-N kg/d	t-P kg/d
0,82	2,41	4,68	7,16	0,18	8,51	43,5	141,1	317,4	462,4	9,7
1,01	2,62	3,85	6,58	0,22	7,06	39,5	107,7	168,5	280,8	8,9
0,67	2,31	5,86	8,24	0,15	9,99	50,1	179,8	479,0	663,6	10,5
0,10	0,97	0,60	3,00	0,04	2,28	3,3	22,8	9,2	42,6	2,1
5,75	9,03	10,13	12,45	2,84	13,16	222,5	1121,2	2285,6	3426,1	118,3
0,93	1,35	1,86	2,11	0,25	2,01	42,3	80,3	140,8	193,9	11,1
						VRACHT				
0,70	2,59	7,38	10,04	0,12	10,89	83,1	303,9	866,4	1,178,0	14,2
0,56	2,25	5,91	8,23	0,13	11,30	36,3	155,0	398,6	557,9	9,0
0,59	2,30	5,93	8,29	0,14	10,62	41,4	160,1	390,0	554,5	10,2
0,79	2,38	5,32	7,82	0,14	8,77	33,5	100,5	221,8	326,8	5,5
1,00	2,69	4,23	7,06	0,17	8,27	39,3	106,9	168,1	281,1	6,9
0,95	2,30	3,54	5,93	0,20	6,71	38,8	101,6	158,3	263,4	10,8
1,20	3,37	3,16	6,65	0,49	5,76	34,9	110,9	111,6	226,2	16,0
1,49	3,04	2,58	5,74	0,19	5,63	62,8	130,9	107,9	243,7	8,6
0,64	1,94	4,11	6,16	0,16	6,70	26,5	94,0	235,9	334,6	7,1
0,73	2,21	4,00	6,27	0,11	7,79	38,7	113,1	201,3	317,3	5,4
0,82	2,27	5,75	8,08	0,27	9,17	49,7	154,9	466,7	625,3	14,1
0,56	2,14	5,96	8,16	0,11	10,30	48,1	177,7	545,9	729,3	8,1

Optimalisatie Waterkwaliteit Groenlose Slinge
Data concentraties en vrachtberekeningen

Ratumsebeek

Datum	NH4 mg/l	Kj-N mg/l	NO3 mg/l	t-N mg/l	t-P mg/l	O2 mg/l	NH4 kg/d	Kj-N kg/d	NO3 kg/d	t-N kg/d	t-P kg/d
12-1-2010	0,20	2,20	11,00	13,27	0,05	13,60	4,4	48,6	243,1	293,3	1,1
20-1-2010	0,20	2,20	11,00	13,27	0,05	13,60	11,0	121,3	606,6	731,8	2,8
25-1-2010	0,20	2,20	11,00	13,27	0,05	13,60	5,3	58,4	292,2	352,5	1,3
9-2-2010	0,20	1,80	11,00	12,85	0,06	14,00	7,3	65,5	400,6	467,9	2,2
10-2-2010	0,10	2,40	5,50	7,92	0,09	13,70	2,9	69,5	159,3	229,4	2,6
18-2-2010	0,10	2,40	5,50	7,92	0,09	13,70	1,9	46,7	107,0	154,1	1,8
24-2-2010	0,10	1,80	10,00	11,84	0,11	13,50	6,3	112,6	625,8	740,9	6,9
1-3-2010	0,10	1,80	10,00	11,84	0,11	13,50	10,3	185,9	1032,8	1222,9	11,4
11-3-2010	0,20	1,80	9,00	10,85	0,11	14,10	6,3	57,0	284,8	343,3	3,5
16-3-2010	0,20	1,80	9,00	10,85	0,11	14,10	6,8	61,6	308,2	371,6	3,8
22-3-2010	0,20	2,10	10,00	12,14	0,11	10,20	13,5	142,1	676,5	821,3	7,4
1-4-2010	0,20	2,10	10,00	12,14	0,11	10,20	6,4	67,4	321,1	389,8	3,5
9-4-2010	0,30	1,90	4,80	6,78	0,07	9,70	7,8	49,3	124,5	175,8	1,8
12-4-2010	0,30	1,90	4,80	6,78	0,07	9,70	7,5	47,8	120,7	170,5	1,8
22-4-2010	0,10	1,60	6,50	8,14	0,05	11,90	1,2	19,7	80,1	100,3	0,6
28-4-2010	0,10	1,60	6,50	8,14	0,05	11,90	1,0	15,9	64,5	80,7	0,5
20-5-2010	0,10	1,40	5,50	6,98	0,08	11,80	0,5	7,5	29,4	37,3	0,4
25-5-2010	0,10	1,40	5,50	6,98	0,08	11,80	0,4	5,4	21,3	27,0	0,3
28-5-2010	0,10	1,40	5,50	6,98	0,08	11,80	0,4	5,1	20,1	25,5	0,3
1-6-2010	0,10	1,40	5,50	6,98	0,08	11,80	0,4	5,7	22,4	28,4	0,3
8-6-2010	0,20	1,50	4,00	5,60	0,09	8,10	1,0	7,3	19,5	27,3	0,4
14-6-2010	0,20	1,50	4,00	5,60	0,09	8,10	1,0	7,6	20,2	28,2	0,5
21-6-2010	0,20	1,50	4,00	5,60	0,09	8,10	1,1	8,5	22,6	31,6	0,5
2-7-2010	0,40	2,70	1,40	4,21	0,13	6,30	1,6	11,1	5,7	17,3	0,5
7-7-2010	0,20	1,60	0,50	2,15	0,15	6,20	1,0	7,9	2,5	10,6	0,7
12-7-2010	0,20	1,60	0,50	2,15	0,15	6,20	3,2	25,8	8,1	34,7	2,4
28-7-2010	0,70	2,60	0,40	3,18	0,49	2,80	8,7	32,4	5,0	39,7	6,1
2-8-2010	0,70	2,60	0,40	3,18	0,49	2,80	5,5	20,4	3,1	25,0	3,8
24-8-2010	0,30	3,00	3,20	6,24	0,37	7,50	0,5	5,1	5,4	10,6	0,6
25-8-2010	0,30	3,00	3,20	6,24	0,37	7,50	2,8	28,0	29,8	58,2	3,5
31-8-2010	0,30	3,00	3,20	6,24	0,37	7,50	19,2	191,7	204,5	398,8	23,6
6-9-2010	0,10	2,20	8,50	10,76	0,05	10,00	2,6	57,8	223,5	282,9	1,3
16-9-2010	0,10	2,20	8,50	10,76	0,05	10,00	4,5	98,4	380,1	481,2	2,2
21-9-2010	0,10	1,90	8,50	10,46	0,05	10,40	2,2	41,5	185,5	228,3	1,1
27-9-2010	0,10	1,90	8,50	10,46	0,05	10,40	2,6	49,4	221,0	271,9	1,3
8-10-2010	0,10	2,10	8,00	10,13	0,03	10,40	2,1	44,7	170,4	215,8	0,6
13-10-2010	0,10	2,10	8,00	10,13	0,03	10,40	1,6	34,0	129,5	164,0	0,5
18-10-2010	0,10	2,10	8,00	10,13	0,03	10,40	2,5	52,2	198,8	251,7	0,7
26-10-2010	0,10	1,70	8,00	9,76	0,06	12,50	2,4	41,3	194,3	237,0	1,5
8-11-2010	0,10	1,30	7,50	8,84	0,03	9,60	7,2	94,1	542,6	639,6	2,2
12-11-2010	0,10	1,30	7,50	8,84	0,03	9,60	14,7	191,0	1101,8	1298,7	4,4
16-11-2010	0,20	2,10	12,00	14,16	0,17	10,20	18,8	197,2	1126,8	1329,6	16,0
24-11-2010	0,20	2,10	12,00	14,16	0,17	10,20	8,6	90,4	516,5	609,4	7,3
29-11-2010	0,30	1,70	5,30	7,05	0,12	11,70	10,8	61,0	190,2	253,0	4,3
6-12-2010	0,30	1,70	5,30	7,05	0,12	11,70	13,5	76,4	238,0	316,6	5,4
17-12-2010	0,30	1,60	5,10	6,74	0,07	12,20	16,5	88,0	280,4	370,6	3,8
7-1-2011	0,20	2,00	11,00	13,07	0,06	12,50	34,7	347,5	1911,1	2270,8	10,4
10-1-2011	0,20	2,00	11,00	13,07	0,06	12,50	17,6	175,8	967,1	1149,1	5,3
20-1-2011	0,20	2,70	7,50	10,24	0,08	11,80	16,7	226,0	627,7	857,1	6,7
25-1-2011	0,20	2,70	7,50	10,24	0,08	11,80	15,9	215,0	597,3	815,5	6,4
31-1-2011	0,20	2,70	7,50	10,24	0,08	11,80	7,9	106,5	295,8	403,8	3,2
7-2-2011	0,20	2,70	7,50	10,24	0,08	11,80	8,5	115,4	320,6	437,7	3,4
16-2-2011	0,20	2,10	5,30	7,44	0,15	14,50	14,8	155,3	391,8	550,0	11,1
22-2-2011	0,30	1,50	7,50	9,05	0,09	15,10	9,9	49,5	247,7	298,9	3,0
3-3-2011	0,30	1,50	7,50	9,05	0,09	15,10	14,3	71,6	358,0	432,0	4,3
10-3-2011	0,40	1,50	4,90	6,45	0,06	12,50	13,0	48,8	159,4	209,8	2,0
14-3-2011	0,40	1,50	4,90	6,45	0,06	12,50	13,6	50,8	166,1	218,6	2,0
21-3-2011	0,40	1,50	4,90	6,45	0,06	12,50	10,9	40,9	133,5	175,7	1,6
30-3-2011	0,10	1,50	6,00	7,54	0,03	12,20	2,8	42,7	170,8	214,6	0,9

Whemerbeek

NH4 mg/l	Kj-N mg/l	NO3 mg/l	t-N mg/l	t-P mg/l	O2 mg/l	NH4 kg/d	Kj-N kg/d	NO3 kg/d	t-N kg/d	t-P kg/d
0,30	2,10	5,50	7,64	0,03	12,10	1,9	13,1	34,3	47,6	0,2
0,30	2,10	5,50	7,64	0,03	12,10	4,7	32,7	85,5	118,8	0,5
0,30	2,10	5,50	7,64	0,03	12,10	2,2	15,7	41,2	57,2	0,2
0,30	2,10	5,50	7,64	0,03	12,10	3,1	21,6	56,5	78,5	0,3
0,20	1,90	3,30	5,21	0,06	12,90	1,6	15,5	27,0	42,6	0,5
0,20	1,90	3,30	5,21	0,06	12,90	1,1	10,4	18,1	28,6	0,3
0,20	1,90	3,30	5,21	0,06	12,90	3,5	33,5	58,2	92,0	1,1
0,20	1,90	3,30	5,21	0,06	12,90	5,8	55,3	96,1	151,8	1,7
0,30	2,00	6,50	8,53	0,28	13,90	2,7	17,8	58,0	76,1	2,5
0,30	2,00	6,50	8,53	0,28	13,90	2,9	19,3	62,8	82,4	2,7
0,30	2,00	6,50	8,53	0,28	13,90	5,7	38,2	124,0	162,8	5,3
0,30	2,00	6,50	8,53	0,28	13,90	2,7	18,1	58,9	77,2	2,5
0,20	1,80	6,50	8,37	0,06	10,00	1,5	13,2	47,5	61,2	0,4
0,20	1,80	6,50	8,37	0,06	10,00	1,4	12,8	46,1	59,4	0,4
0,20	1,80	6,50	8,37	0,06	10,00	0,7	6,3	22,6	29,1	0,2
0,20	1,80	6,50	8,37	0,06	10,00	0,6	5,0	18,2	23,4	0,2
0,20	1,80	3,30	5,17	0,06	8,70	0,3	2,7	5,0	7,8	0,1
0,20	1,80	3,30	5,17	0,06	8,70	0,2	2,0	3,6	5,6	0,1
0,20	1,80	3,30	5,17	0,06	8,70	0,2	1,9	3,4	5,3	0,1
0,20	1,80	3,30	5,17	0,06	8,70	0,2	2,1	3,8	5,9	0,1
1,10	2,50	3,20	5,95	0,08	4,90	1,5	3,4	4,4	8,2	0,1
1,10	2,50	3,20	5,95	0,08	4,90	1,6	3,6	4,6	8,5	0,1
1,10	2,50	3,20	5,95	0,08	4,90	1,7	4,0	5,1	9,5	0,1
1,10	2,50	3,20	5,95	0,08	4,90	1,3	2,9	3,7	6,9	0,1
0,10	1,50	2,40	3,98	0,09	5,40	0,1	2,1	3,3	5,5	0,1
0,10	1,50	2,40	3,98	0,09	5,40	0,5	6,8	10,9	18,1	0,4
0,10	1,50	2,40	3,98	0,09	5,40	0,4	5,3	8,4	14,0	0,3
0,10	1,50	2,40	3,98	0,09	5,40	0,2	3,3	5,3	8,8	0,2
0,20	0,80	1,50	2,39	0,08	3,90	0,1	0,4	0,7	1,1	0,0
0,20	0,80	1,50	2,39	0,08	3,90	0,5	2,1	3,9	6,3	0,2
0,20	0,80	1,50	2,39	0,08	3,90	3,6	14,4	27,0	43,1	1,4
0,20	2,00	5,00	7,13	0,06	7,70	1,5	14,8	37,1	52,9	0,4
0,20	2,00	5,00	7,13	0,06	7,70	2,5	25,2	63,1	89,9	0,8
0,20	2,00	5,00	7,13	0,06	7,70	1,2	12,3	30,8	43,9	0,4
0,20	2,00	5,00	7,13	0,06	7,70	1,5	14,7	36,7	52,3	0,4
0,20	1,50	3,50	5,11	0,03	7,20	1,2	9,0	21,0	30,7	0,2
0,20	1,50	3,50	5,11	0,03	7,20	0,9	6,9	16,0	23,3	0,1
0,20	1,50	3,50	5,11	0,03	7,20	1,4	10,5	24,5	35,8	0,2
0,20	1,50	3,50	5,11	0,03	7,20	1,4	10,3	24,0	35,0	0,2
0,10	1,30	5,50	6,87	0,03	7,20	2,0	26,5	112,2	140,2	0,6
0,10	1,30	5,50	6,87	0,03	7,20	4,1	53,9	227,9	284,7	1,2
0,10	1,30	5,50	6,87	0,03	7,20	2,6	34,4	145,7	181,9	0,8
0,10	1,30	5,50	6,87	0,03	7,20	1,2	15,8	66,8	83,4	0,4
0,20	2,20	9,00	11,26	0,14	12,10	2,0	22,3	91,1	114,0	1,4
0,20	2,20	9,00	11,26	0,14	12,10	2,5	27,9	114,0	142,6	1,8
0,20	2,20	9,00	11,26	0,14	12,10	3,1	34,1	139,6	174,6	2,2
0,30	1,90	7,00	8,94	0,05	12,10	14,7	93,1	343,0	438,1	2,5
0,30	1,90	7,00	8,94	0,05	12,10	7,4	47,1	173,6	221,7	1,2
0,30	1,90	7,00	8,94	0,05	12,10	7,1	44,9	165,2	211,0	1,2
0,30	1,90	7,00	8,94	0,05	12,10	6,7	42,7	157,2	200,8	1,1
0,30	1,90	7,00	8,94	0,05	12,10	3,3	21,1	77,9	99,4	0,6
0,30	1,90	7,00	8,94	0,05	12,10	3,6	22,9	84,4	107,8	0,6
0,20	1,80	2,90	4,72	0,07	13,20	4,2	37,5	60,5	98,4	1,5
0,20	1,80	2,90	4,72	0,07	13,20	1,9	16,8	27,0	44,0	0,7
0,20	1,80	2,90	4,72	0,07	13,20	2,7	24,2	39,0	63,6	0,9
0,20	1,20	7,50	8,75	0,05	12,30	1,8	11,0	68,8	80,3	0,5
0,20	1,20	7,50	8,75	0,05	12,30	1,9	11,5	71,7	83,6	0,5
0,20	1,20	7,50	8,75	0,05	12,30	1,5	9,2	57,6	67,2	0,4
0,20	1,20	7,50	8,75	0,05	12,30	1,6	9,6	60,2	70,2	0,4

Optimalisatie Waterkwaliteit Groenlose Slinge
Data concentraties en vrachtberekeningen

Ratumsebeek

Datum	NH4 mg/l	Kj-N mg/l	NO3 mg/l	t-N mg/l	t-P mg/l	O2 mg/l	NH4 kg/d	Kj-N kg/d	NO3 kg/d	t-N kg/d	t-P kg/d
5-4-2011	0,20	1,70	5,50	7,29	0,08	10,20	7,9	67,0	216,9	287,5	3,2
11-4-2011	0,20	1,70	5,50	7,29	0,08	10,20	4,8	41,1	132,9	176,1	1,9
18-4-2011	0,10	1,20	5,50	6,75	0,07	8,00	2,2	26,4	121,1	148,6	1,5
29-4-2011	0,10	1,20	5,50	6,75	0,07	8,00	1,4	17,0	78,0	95,8	1,0
11-5-2011	0,10	2,10	5,30	7,46	0,11	11,40	2,0	41,7	105,2	148,0	2,2
17-5-2011	0,10	1,80	4,40	6,27	0,09	12,30	1,1	19,6	48,0	68,4	1,0
23-5-2011	0,10	1,80	4,40	6,27	0,09	12,30	1,2	22,2	54,4	77,5	1,1
30-5-2011	0,10	1,80	4,40	6,27	0,09	12,30	1,6	29,5	72,2	102,9	1,5
10-6-2011	0,10	1,10	3,50	4,70	0,07	5,70	2,4	26,6	84,7	113,7	1,7
16-6-2011	0,10	1,10	3,50	4,70	0,07	5,70	4,4	48,0	152,8	205,2	3,1
22-6-2011	0,10	1,50	3,80	5,34	0,10	10,70	2,5	37,9	96,0	134,9	2,5
27-6-2011	0,10	1,50	3,80	5,34	0,10	10,70	1,8	26,4	67,0	94,1	1,8
4-7-2011	0,10	1,50	3,80	5,34	0,10	10,70	1,3	19,2	48,7	68,4	1,3
15-7-2011	0,10	3,20	2,90	6,14	0,14	7,30	1,7	55,9	50,7	107,3	2,4
22-7-2011	0,10	1,20	2,30	3,53	0,15	7,30	1,2	14,6	28,0	42,9	1,8
1-8-2011	0,10	1,20	2,30	3,53	0,15	7,30	1,6	19,6	37,5	57,6	2,4
11-8-2011	0,10	1,90	2,00	4,00	0,16	9,40	1,5	29,2	30,7	61,5	2,5
18-8-2011	0,10	1,90	2,00	4,00	0,16	9,40	3,0	56,8	59,8	119,6	4,8
24-8-2011	0,10	1,80	2,70	4,54	0,25	8,70	1,9	34,3	51,4	86,4	4,8
30-8-2011	0,10	1,80	2,70	4,54	0,25	8,70	3,0	53,3	80,0	134,5	7,4
12-9-2011	0,10	1,40	2,90	4,33	0,10	9,20	3,2	44,8	92,8	138,6	3,2
16-9-2011	0,10	1,40	2,90	4,33	0,10	9,20	1,8	25,4	52,5	78,4	1,8
20-9-2011	0,10	0,30	2,70	3,01	0,11	11,30	1,7	5,2	46,9	52,3	1,9
27-9-2011	0,10	0,30	2,70	3,01	0,11	11,30	1,3	4,0	36,3	40,5	1,5
5-10-2011	0,10	1,40	2,40	3,82	0,10	8,70	1,1	15,4	26,4	42,1	1,1
10-10-2011	0,10	1,40	2,40	3,82	0,10	8,70	1,9	26,3	45,1	71,7	1,9
17-10-2011	0,10	1,40	2,40	3,82	0,10	8,70	3,2	45,4	77,8	123,8	3,2
26-10-2011	0,20	1,70	4,20	5,96	0,08	10,90	4,9	41,7	102,9	146,0	2,0
2-11-2011	0,20	1,70	4,20	5,96	0,08	10,90	4,3	36,9	91,2	129,4	1,7
7-11-2011	0,20	1,70	4,20	5,96	0,08	10,90	3,4	28,8	71,1	100,9	1,4
14-11-2011	0,20	1,70	4,20	5,96	0,08	10,90	3,1	26,0	64,2	91,1	1,2
25-11-2011	0,10	1,40	4,20	5,96	0,06	12,80	1,7	23,3	69,8	93,4	1,0
28-11-2011	0,10	1,50	4,30	5,82	0,04	11,70	1,3	18,9	54,3	73,4	0,5
5-12-2011	0,10	1,50	4,30	5,82	0,04	11,70	4,0	59,6	171,0	231,4	1,6
16-12-2011	0,20	1,60	10,00	11,67	0,03	13,50	33,7	269,4	1683,9	1965,1	5,1
6-1-2012	0,20	1,60	10,00	11,67	0,03	13,50	31,0	248,3	1551,9	1811,1	4,7
13-1-2012	0,10	1,50	13,00	14,56	0,03	10,60	8,6	129,2	1120,1	1254,6	2,6
17-1-2012	0,20	1,70	11,00	12,76	0,04	13,80	12,2	103,6	670,0	777,2	2,4
23-1-2012	0,20	1,70	11,00	12,76	0,04	13,80	25,8	219,7	1421,3	1648,7	5,2
30-1-2012	0,20	1,70	11,00	12,76	0,04	13,80	10,7	90,8	587,5	681,5	2,1
8-2-2012	0,30	1,70	10,00	11,75	0,06	12,50	6,0	34,1	200,8	235,9	1,2
17-2-2012	0,30	1,40	7,50	8,95	0,05	12,80	8,8	40,9	219,2	261,6	1,5
23-2-2012	0,30	1,40	7,50	8,95	0,05	12,80	15,3	71,5	382,9	456,9	2,6
27-2-2012	0,30	1,40	7,50	8,95	0,05	12,80	14,4	67,2	359,8	429,3	2,4
5-3-2012	0,30	1,40	7,50	8,95	0,05	12,80	16,8	78,2	418,9	499,8	2,8
14-3-2012	0,10	1,60	8,30	9,96	0,06	10,00	3,7	58,9	305,4	366,5	2,2
19-3-2012	0,10	1,60	8,30	9,96	0,06	10,00	3,1	50,0	259,5	311,4	1,9
29-3-2012	0,10	1,60	8,30	9,96	0,06	10,00	2,5	40,4	209,3	251,2	1,5
3-4-2012	0,10	1,60	8,30	9,96	0,06	10,00	2,3	37,3	193,5	232,3	1,4
13-4-2012	0,30	1,70	5,30	7,08	0,07	10,90	15,6	88,5	276,0	368,7	3,6
18-4-2012	0,10	1,60	6,00	7,63	0,03	13,00	4,3	69,2	259,5	330,0	1,3
23-4-2012	0,10	1,60	6,00	7,63	0,03	13,00	2,9	45,8	171,8	218,4	0,9
4-5-2012	0,10	2,90	4,00	6,94	0,06	11,80	3,2	93,8	129,4	224,4	1,9
9-5-2012	0,10	2,90	4,00	6,94	0,06	11,80	2,8	80,0	110,4	191,5	1,7
14-5-2012	0,10	2,90	4,00	6,94	0,06	11,80	2,4	70,2	96,9	168,0	1,5
29-5-2012	0,10	1,10	3,80	4,96	0,05	9,00	1,7	18,5	63,8	83,3	0,8
7-6-2012	0,10	1,10	3,80	4,96	0,05	9,00	3,9	42,9	148,2	193,4	1,9
13-6-2012	0,10	2,40	6,50	8,96	0,07	10,00	2,6	63,4	171,8	236,8	1,9
22-6-2012	0,10	2,40	6,50	8,96	0,07	10,00	4,5	108,1	292,8	403,6	3,2
25-6-2012	0,10	2,40	6,50	8,96	0,07	10,00	3,1	73,6	199,4	274,8	2,1
5-7-2012	0,10	1,10	6,80	7,94	0,07	10,60	2,7	29,2	180,4	210,7	1,9

Whemerbeek

NH4 mg/l	Kj-N mg/l	NO3 mg/l	t-N mg/l	t-P mg/l	O2 mg/l	NH4 kg/d	Kj-N kg/d	NO3 kg/d	t-N kg/d	t-P kg/d
0,20	1,60	3,70	5,35	0,04	10,20	2,2	17,8	41,2	59,5	0,4
0,20	1,60	3,70	5,35	0,04	10,20	1,4	10,9	25,2	36,5	0,3
0,20	1,60	3,70	5,35	0,04	10,20	1,2	9,9	23,0	33,2	0,2
0,20	1,60	3,70	5,35	0,04	10,20	0,8	6,4	14,8	21,4	0,2
0,50	1,60	2,50	4,18	0,06	13,10	2,8	9,0	14,0	23,4	0,3
0,50	1,60	2,50	4,18	0,06	13,10	1,5	4,9	7,7	12,9	0,2
0,50	1,60	2,50	4,18	0,06	13,10	1,7	5,6	8,7	14,6	0,2
0,50	1,60	2,50	4,18	0,06	13,10	2,3	7,4	11,6	19,4	0,3
0,60	1,30	1,90	3,36	0,06	5,80	4,1	8,9	13,0	22,9	0,4
0,60	1,30	1,90	3,36	0,06	5,80	7,4	16,0	23,4	41,4	0,7
0,60	1,30	1,90	3,36	0,06	5,80	4,3	9,3	13,5	23,9	0,4
0,60	1,30	1,90	3,36	0,06	5,80	3,0	6,5	9,4	16,7	0,3
0,60	1,30	1,90	3,36	0,06	5,80	2,2	4,7	6,9	12,1	0,2
0,40	1,20	2,70	4,05	0,07	7,00	2,0	5,9	13,3	20,0	0,3
0,40	1,20	2,70	4,05	0,07	7,00	1,4	4,1	9,3	13,9	0,2
0,40	1,20	2,70	4,05	0,07	7,00	1,8	5,5	12,4	18,6	0,3
0,10	1,80	2,10	3,95	0,06	12,60	0,4	7,8	9,1	17,1	0,3
0,10	1,80	2,10	3,95	0,06	12,60	0,8	15,2	17,7	33,3	0,5
0,10	1,80	2,10	3,95	0,06	12,60	0,5	9,7	11,3	21,2	0,3
0,10	1,80	2,10	3,95	0,06	12,60	0,8	15,0	17,6	33,0	0,5
0,20	1,10	1,50	2,65	0,11	8,60	1,8	9,9	13,5	23,9	1,0
0,20	1,10	1,50	2,65	0,11	8,60	1,0	5,6	7,7	13,5	0,6
0,20	1,10	1,50	2,65	0,11	8,60	1,0	5,4	7,3	13,0	0,5
0,20	1,10	1,50	2,65	0,11	8,60	0,8	4,2	5,7	10,1	0,4
0,60	1,70	1,50	3,31	0,17	6,80	1,9	5,3	4,7	10,3	0,5
0,60	1,70	1,50	3,31	0,17	6,80	3,2	9,0	7,9	17,5	0,9
0,60	1,70	1,50	3,31	0,17	6,80	5,5	15,5	13,7	30,3	1,6
0,20	1,90	4,30	6,27	0,10	9,40	1,4	13,1	29,7	43,3	0,7
0,20	1,90	4,30	6,27	0,10	9,40	1,2	11,6	26,3	38,4	0,6
0,20	1,90	4,30	6,27	0,10	9,40	1,0	9,1	20,5	29,9	0,5
0,20	1,90	4,30	6,27	0,10	9,40	0,9	8,2	18,5	27,0	0,4
0,20	1,90	4,30	6,27	0,10	9,40	0,9	8,9	20,2	29,4	0,5
0,40	1,40	2,80	4,25	0,03	10,00	1,4	5,0	10,0	15,1	0,1
0,40	1,40	2,80	4,25	0,03	10,00	4,5	15,7	31,4	47,7	0,3
0,40	1,40	2,80	4,25	0,03	10,00	19,0	66,5	133,0	201,8	1,4
0,40	1,40	2,80	4,25	0,03	10,00	17,5	61,3	122,6	186,0	1,3
0,20	1,70	8,00	9,74	0,04	10,70	4,9	41,3	194,4	236,7	1,0
0,20	1,70	8,00	9,74	0,04	10,70	3,4	29,2	137,4	167,3	0,7
0,20	1,70	8,00	9,74	0,04	10,70	7,3	62,0	291,6	355,0	1,5
0,20	1,70	8,00	9,74	0,04	10,70	3,0	25,6	120,5	146,7	0,6
0,40	1,30	5,30	6,64	0,08	13,50	2,3	7,4	30,0	37,6	0,5
0,40	1,30	5,30	6,64	0,08	13,50	3,3	10,7	43,7	54,7	0,7
0,40	1,30	5,30	6,64	0,08	13,50	5,8	18,7	76,3	95,6	1,2
0,40	1,30	5,30	6,64	0,08	13,50	5,4	17,6	71,7	89,8	1,1
0,40	1,30	5,30	6,64	0,08	13,50	6,3	20,5	83,5	104,6	1,3
0,20	1,50	5,70	7,24	0,04	11,50	2,1	15,6	59,2	75,1	0,4
0,20	1,50	5,70	7,24	0,04	11,50	1,8	13,2	50,3	63,8	0,4
0,20	1,50	5,70	7,24	0,04	11,50	1,4	10,7	40,6	51,5	0,3
0,20	1,50	5,70	7,24	0,04	11,50	1,3	9,9	37,5	47,6	0,3
0,20	1,40	1,90	3,33	0,14	10,30	2,9	20,6	27,9	48,9	2,1
0,20	1,40	1,90	3,33	0,14	10,30	2,4	17,1	23,2	40,6	1,7
0,20	1,40	1,90	3,33	0,14	10,30	1,6	11,3	15,3	26,9	1,1
0,20	2,70	2,10	4,85	0,08	12,10	1,8	24,6	19,2	44,2	0,7
0,20	2,70	2,10	4,85	0,08	12,10	1,6	21,0	16,3	37,7	0,6
0,20	2,70	2,10	4,85	0,08	12,10	1,4	18,4	14,3	33,1	0,5
0,20	2,70	2,10	4,85	0,08	12,10	0,9	12,8	10,0	23,0	0,4
0,20	2,70	2,10	4,85	0,08	12,10	2,2	29,7	23,1	53,3	0,9
0,10	1,80	6,10	7,96	0,06	9,80	0,7	13,4	45,5	59,3	0,4
0,10	1,80	6,10	7,96	0,06	9,80	1,3	22,9	77,5	101,1	0,8
0,10	1,80	6,10	7,96	0,06	9,80	0,9	15,6	52,8	68,9	0,5
0,10	1,80	6,10	7,96	0,06	9,80	0,7	13,5	45,6	59,6	0,4

Optimalisatie Waterkwaliteit Groenlose Slinge
Data concentraties en vrachtberekeningen

Ratumsebeek

Datum	NH4 mg/l	Kj-N mg/l	NO3 mg/l	t-N mg/l	t-P mg/l	O2 mg/l	NH4 kg/d	Kj-N kg/d	NO3 kg/d	t-N kg/d	t-P kg/d
9-7-2012	0,10	1,10	6,80	7,94	0,07	10,60	0,7	7,4	45,5	53,2	0,5
16-7-2012	0,10	1,20	3,60	4,83	0,09	8,50	3,5	41,8	125,4	168,2	3,1
24-7-2012	0,10	1,90	6,30	8,24	0,07	8,80	1,8	33,4	110,7	144,8	1,2
3-8-2012	0,10	1,90	6,30	8,24	0,07	8,80	3,3	62,7	208,1	272,1	2,3
6-8-2012	0,10	1,90	6,30	8,24	0,07	8,80	2,3	42,8	141,9	185,6	1,6
14-8-2012	0,10	1,30	4,60	5,93	0,07	8,70	1,6	21,3	75,5	97,4	1,1
27-8-2012	0,20	1,60	3,30	4,96	0,12	5,30	1,1	8,5	17,5	26,3	0,6
3-9-2012	0,20	1,60	3,30	4,96	0,12	5,30	3,0	24,0	49,5	74,4	1,8
11-9-2012	0,60	1,60	2,00	3,77	0,10	3,90	12,3	32,8	41,1	77,4	2,1
17-9-2012	0,60	1,60	2,00	3,77	0,10	3,90	6,8	18,1	22,6	42,5	1,1
27-9-2012	0,20	1,20	2,60	3,87	0,07	5,00	5,4	32,3	70,0	104,2	1,9
3-10-2012	0,20	1,20	2,60	3,87	0,07	5,00	5,0	29,9	64,7	96,3	1,7
8-10-2012	0,20	1,20	2,60	3,87	0,07	5,00	10,2	61,1	132,3	196,9	3,6
15-10-2012	0,10	2,00	5,20	7,23	0,06	11,10	5,9	117,4	305,2	424,3	3,5
23-10-2012	0,10	4,10	6,20	10,34	0,09	10,60	2,8	116,3	175,9	293,4	2,6
29-10-2012	0,10	4,10	6,20	10,34	0,09	10,60	2,5	103,7	156,9	261,6	2,3
8-11-2012	0,10	4,10	6,20	10,34	0,09	10,60	4,5	183,1	276,9	461,9	4,0
13-11-2012	0,10	1,20	8,10	9,35	0,06	10,40	2,9	35,0	236,1	272,6	1,7
19-11-2012	0,10	1,20	8,10	9,35	0,06	10,40	2,3	27,6	186,4	215,1	1,4
26-11-2012	0,10	1,40	6,90	8,33	0,03	11,90	3,8	52,5	259,0	312,7	1,1
4-12-2012	0,10	1,20	5,40	6,64	0,03	12,10	4,5	54,4	244,7	300,9	1,4
13-12-2012	0,10	2,00	11,00	13,04	0,09	11,50	4,1	81,6	448,5	531,7	3,7
10-1-2013	0,10	2,00	11,00	13,04	0,09	11,50	7,5	149,7	823,3	976,0	6,7
16-1-2013	0,10	1,90	4,90	6,83	0,08	13,10	4,2	80,2	206,9	288,3	3,4
23-1-2013	0,10	1,90	4,90	6,83	0,08	13,10	3,7	69,4	178,9	249,4	2,9
28-1-2013	0,10	1,90	4,90	6,83	0,08	13,10	5,5	104,7	270,0	376,3	4,4
7-2-2013	0,10	1,90	4,90	6,83	0,08	13,10	8,6	164,3	423,6	590,5	6,9
12-2-2013	0,10	1,90	4,90	6,83	0,08	13,10	4,9	92,2	237,7	331,3	3,9
18-2-2013	0,10	2,30	3,40	5,72	0,08	12,70	4,9	111,7	165,1	277,8	3,9
1-3-2013	0,10	2,30	3,40	5,72	0,08	12,70	4,7	107,1	158,4	266,4	3,7
6-3-2013	0,10	2,30	3,40	5,72	0,08	12,70	3,5	81,5	120,5	202,7	2,8
11-3-2013	0,10	2,30	3,40	5,72	0,08	12,70	8,8	203,1	300,2	505,1	7,1
18-3-2013	0,10	1,80	9,30	11,13	0,13	12,70	5,0	89,6	463,0	554,1	6,5
28-3-2013	0,10	1,80	9,30	11,13	0,13	12,70	2,8	49,6	256,1	306,4	3,6
4-4-2013	0,10	1,80	9,30	11,13	0,13	12,70	2,5	44,4	229,2	274,3	3,2
11-4-2013	0,06	1,50	7,10	8,61	0,03	11,40	2,3	57,7	273,0	331,0	1,2
18-4-2013	0,06	1,50	7,10	8,61	0,03	11,40	1,7	43,4	205,6	249,3	0,9
2-5-2013	0,06	1,50	7,10	8,61	0,03	11,40	1,3	32,2	152,6	185,0	0,6
6-5-2013	0,06	1,50	7,10	8,61	0,03	11,40	1,2	30,8	145,7	176,7	0,6
17-5-2013	0,06	1,50	7,10	8,61	0,03	11,40	1,6	39,0	184,7	224,0	0,8
22-5-2013	0,06	1,30	6,20	7,57	0,04	10,20	1,7	35,9	171,2	209,1	1,1
27-5-2013	0,06	1,30	6,20	7,57	0,04	10,20	1,7	37,7	180,0	219,7	1,2
4-6-2013	0,06	1,30	6,20	7,57	0,04	10,20	1,1	23,6	112,6	137,5	0,7
13-6-2013	0,06	1,30	6,20	7,57	0,04	10,20	1,4	30,5	145,4	177,5	0,9
17-6-2013	0,06	1,30	6,20	7,57	0,04	10,20	1,2	26,6	126,9	154,9	0,8
25-6-2013	0,10	2,60	5,30	7,98	1,10	7,10	5,4	141,0	287,5	432,9	59,7
5-7-2013	0,10	2,60	5,30	7,98	1,10	7,10	3,3	84,9	173,2	260,7	35,9
8-7-2013	0,10	2,60	5,30	7,98	1,10	7,10	2,2	58,1	118,4	178,2	24,6
15-7-2013	0,10	2,60	5,30	7,98	1,10	7,10	1,6	42,0	85,7	129,0	17,8
26-7-2013	0,06	2,80	5,10	7,93	0,11	8,90	1,9	89,6	163,3	253,9	3,5
5-8-2013	0,06	2,80	5,10	7,93	0,11	8,90	1,0	46,6	84,8	131,9	1,8
12-8-2013	0,06	2,80	5,10	7,93	0,11	8,90	0,9	41,6	75,8	117,9	1,6
20-8-2013	0,06	0,90	3,40	4,33	0,11	7,20	0,5	8,1	30,8	39,2	1,0
28-8-2013	0,06	0,90	3,40	4,33	0,11	7,20	0,6	8,9	33,7	42,9	1,1
2-9-2013	0,06	0,90	3,40	4,33	0,11	7,20	0,6	8,3	31,3	39,8	1,0
12-9-2013	0,06	0,90	3,40	4,33	0,11	7,20	9,4	141,6	534,9	681,2	17,3
18-9-2013	0,06	2,00	8,90	10,96	0,12	9,10	5,1	168,5	750,0	923,6	10,1
23-9-2013	0,06	2,00	8,90	10,96	0,12	9,10	3,1	102,4	455,7	561,1	6,1
30-9-2013	0,06	2,00	8,90	10,96	0,12	9,10	1,7	57,1	254,0	312,8	3,4
10-10-2013	0,06	1,40	5,60	7,02	0,07	9,70	1,5	34,1	136,6	171,2	1,7
18-10-2013	0,06	1,40	5,60	7,02	0,07	9,70	2,8	66,4	265,6	332,9	3,3

Whemerbeek

NH4 mg/l	Kj-N mg/l	NO3 mg/l	t-N mg/l	t-P mg/l	O2 mg/l	NH4 kg/d	Kj-N kg/d	NO3 kg/d	t-N kg/d	t-P kg/d
0,10	1,80	6,10	7,96	0,06	9,80	0,2	3,4	11,5	15,0	0,1
0,10	1,50	2,90	4,46	0,06	7,40	1,0	14,7	28,5	43,8	0,6
0,10	1,50	2,90	4,46	0,06	7,40	0,5	7,4	14,4	22,1	0,3
0,10	1,50	2,90	4,46	0,06	7,40	0,9	14,0	27,0	41,5	0,6
0,10	1,50	2,90	4,46	0,06	7,40	0,6	9,5	18,4	28,3	0,4
0,10	1,20	3,30	4,58	0,05	6,20	0,5	5,6	15,3	21,2	0,2
0,10	1,20	3,30	4,58	0,05	6,20	0,1	1,8	4,9	6,9	0,1
0,10	1,20	3,30	4,58	0,05	6,20	0,4	5,1	14,0	19,4	0,2
0,40	1,50	1,80	3,44	0,05	5,70	2,3	8,7	10,4	19,9	0,3
0,40	1,50	1,80	3,44	0,05	5,70	1,3	4,8	5,7	10,9	0,2
0,40	1,50	1,80	3,44	0,05	5,70	3,0	11,4	13,7	26,1	0,4
0,40	1,50	1,80	3,44	0,05	5,70	2,8	10,5	12,6	24,2	0,4
0,40	1,50	1,80	3,44	0,05	5,70	5,7	21,5	25,8	49,4	0,7
0,20	1,70	3,40	5,15	0,05	9,60	3,3	28,1	56,3	85,2	0,8
0,20	1,70	3,40	5,15	0,05	9,60	1,6	13,6	27,2	41,2	0,4
0,20	1,70	3,40	5,15	0,05	9,60	1,4	12,1	24,3	36,8	0,4
0,20	1,70	3,40	5,15	0,05	9,60	2,5	21,4	42,8	64,9	0,6
0,20	1,20	5,40	6,67	0,04	9,70	1,6	9,9	44,4	54,8	0,3
0,20	1,20	5,40	6,67	0,04	9,70	1,3	7,8	35,0	43,3	0,3
0,20	1,20	5,40	6,67	0,04	9,70	2,1	12,7	57,2	70,6	0,4
0,10	1,00	6,70	7,75	0,03	11,80	1,3	12,8	85,6	99,1	0,4
0,10	1,00	6,70	7,75	0,03	11,80	1,2	11,5	77,1	89,1	0,3
0,10	1,00	6,70	7,75	0,03	11,80	2,1	21,1	141,4	163,6	0,6
0,20	1,90	3,10	5,02	0,08	12,10	2,4	22,6	36,9	59,8	1,0
0,20	1,90	3,10	5,02	0,08	12,10	2,1	19,6	31,9	51,7	0,8
0,20	1,90	3,10	5,02	0,08	12,10	3,1	29,5	48,2	78,0	1,2
0,20	1,90	3,10	5,02	0,08	12,10	4,9	46,3	75,6	122,4	2,0
0,20	1,90	3,10	5,02	0,08	12,10	2,7	26,0	42,4	68,7	1,1
0,10	2,10	3,90	6,02	0,05	12,60	1,4	28,8	53,4	82,5	0,7
0,10	2,10	3,90	6,02	0,05	12,60	1,3	27,6	51,2	79,1	0,7
0,10	2,10	3,90	6,02	0,05	12,60	1,0	21,0	39,0	60,2	0,5
0,10	2,10	3,90	6,02	0,05	12,60	2,5	52,3	97,1	149,9	1,2
0,10	1,80	8,80	10,63	0,09	12,70	1,4	25,3	123,6	149,3	1,3
0,10	1,80	8,80	10,63	0,09	12,70	0,8	14,0	68,3	82,6	0,7
0,10	1,80	8,80	10,63	0,09	12,70	0,7	12,5	61,2	73,9	0,6
0,06	1,70	6,00	7,71	0,05	11,30	0,7	18,4	65,1	83,6	0,5
0,06	1,70	6,00	7,71	0,05	11,30	0,5	13,9	49,0	63,0	0,4
0,06	1,70	6,00	7,71	0,05	11,30	0,4	10,3	36,4	46,7	0,3
0,06	1,70	6,00	7,71	0,05	11,30	0,3	9,8	34,7	44,6	0,3
0,06	1,70	6,00	7,71	0,05	11,30	0,4	12,5	44,0	56,6	0,4
0,06	1,50	5,00	6,58	0,04	10,30	0,5	11,7	39,0	51,3	0,3
0,06	1,50	5,00	6,58	0,04	10,30	0,5	12,3	40,9	53,9	0,3
0,06	1,50	5,00	6,58	0,04	10,30	0,3	7,7	25,6	33,7	0,2
0,06	1,50	5,00	6,58	0,04	10,30	0,4	9,9	33,1	43,5	0,3
0,06	1,50	5,00	6,58	0,04	10,30	0,3	8,7	28,9	38,0	0,2
0,06	1,30	3,40	4,79	0,11	5,80	0,9	19,9	52,0	73,3	1,7
0,06	1,30	3,40	4,79	0,11	5,80	0,6	12,0	31,3	44,1	1,0
0,06	1,30	3,40	4,79	0,11	5,80	0,4	8,2	21,4	30,2	0,7
0,06	1,30	3,40	4,79	0,11	5,80	0,3	5,9	15,5	21,8	0,5
0,06	1,30	2,40	3,75	0,11	8,40	0,5	11,7	21,7	33,9	1,0
0,06	1,30	2,40	3,75	0,11	8,40	0,3	6,1	11,3	17,6	0,5
0,06	1,30	2,40	3,75	0,11	8,40	0,3	5,4	10,1	15,7	0,5
0,20	1,00	1,80	2,86	0,12	5,00	0,5	2,6	4,6	7,3	0,3
0,20	1,00	1,80	2,86	0,12	5,00	0,6	2,8	5,0	8,0	0,3
0,20	1,00	1,80	2,86	0,12	5,00	0,5	2,6	4,7	7,4	0,3
0,20	1,00	1,80	2,86	0,12	5,00	8,9	44,4	79,9	126,9	5,3
0,06	1,90	7,30	9,25	0,12	8,80	1,4	45,2	173,5	219,9	2,9
0,06	1,90	7,30	9,25	0,12	8,80	0,9	27,4	105,4	133,6	1,7
0,06	1,90	7,30	9,25	0,12	8,80	0,5	15,3	58,8	74,5	1,0
0,06	1,00	4,80	5,84	0,05	9,10	0,4	6,9	33,0	40,2	0,3
0,06	1,00	4,80	5,84	0,05	9,10	0,8	13,4	64,2	78,1	0,7

Optimalisatie Waterkwaliteit Groenlose Slinge
Data concentraties en vrachtberekeningen

Ratumsebeek

Datum	NH4 mg/l	Kj-N mg/l	NO3 mg/l	t-N mg/l	t-P mg/l	O2 mg/l	NH4 kg/d	Kj-N kg/d	NO3 kg/d	t-N kg/d	t-P kg/d
21-10-2013	0,06	1,40	5,60	7,02	0,07	9,70	2,4	55,5	222,0	278,3	2,8
29-10-2013	0,06	1,40	5,60	7,02	0,07	9,70	3,6	85,0	339,9	426,1	4,2
11-11-2013	0,10	2,40	9,90	12,35	0,11	9,90	8,4	200,5	827,1	1031,8	9,2
14-11-2013	0,16	1,86	7,11	9,01	0,07	11,76	10,2	117,0	448,3	568,0	4,6
18-11-2013	0,16	1,86	7,11	9,01	0,07	11,76	7,9	90,4	346,4	438,9	3,6
29-11-2013	0,16	1,86	7,11	9,01	0,07	11,76	7,1	81,5	312,3	395,7	3,2
4-12-2013	0,16	1,86	7,11	9,01	0,07	11,76	6,4	73,4	281,4	356,5	2,9
10-12-2013	0,16	1,86	7,11	9,01	0,07	11,76	6,5	74,8	286,5	363,0	3,0
16-12-2013	0,16	1,86	7,11	9,01	0,07	11,76	6,1	69,6	266,9	338,2	2,8
9-1-2014	0,16	1,86	7,11	9,01	0,07	11,76	15,2	173,1	663,5	840,6	6,9
23-1-2014	0,16	1,86	7,11	9,01	0,07	11,76	7,1	81,3	311,6	394,8	3,2
27-1-2014	0,16	1,86	7,11	9,01	0,07	11,76	17,3	198,1	759,2	961,9	7,8
3-2-2014	0,16	1,86	7,11	9,01	0,07	11,76	7,3	83,8	321,1	406,8	3,3
11-2-2014	0,16	1,86	7,11	9,01	0,07	11,76	9,7	111,1	425,6	539,3	4,4
21-2-2014	0,16	1,86	7,11	9,01	0,07	11,76	9,3	106,5	408,2	517,2	4,2
28-2-2014	0,16	1,86	7,11	9,01	0,07	11,76	6,4	72,8	279,0	353,5	2,9
5-3-2014	0,16	1,86	7,11	9,01	0,07	11,76	5,5	62,7	240,1	304,2	2,5
10-3-2014	0,16	1,86	7,11	9,01	0,07	11,76	5,2	59,1	226,3	286,8	2,3
17-3-2014	0,16	1,86	7,11	9,01	0,07	11,76	5,3	60,6	232,0	294,0	2,4
27-3-2014	0,16	1,86	7,11	9,01	0,07	11,76	4,0	45,3	173,7	220,0	1,8
2-4-2014	0,14	1,76	4,86	6,68	0,15	9,18	3,0	37,5	103,6	142,4	3,1
10-4-2014	0,14	1,76	9,90	12,35	0,15	9,18	2,8	34,7	195,1	243,4	2,9
17-4-2014	0,14	1,76	9,90	12,35	0,15	9,18	2,7	33,5	188,4	235,0	2,8
23-4-2014	0,14	1,76	9,90	12,35	0,15	9,18	2,9	35,6	200,3	249,9	3,0
5-5-2014	0,14	1,76	9,90	12,35	0,15	9,18	2,3	29,1	163,6	204,0	2,4
13-5-2014	0,14	1,76	9,90	12,35	0,15	9,18	5,9	73,6	414,2	516,7	6,1
21-5-2014	0,14	1,76	9,90	12,35	0,15	9,18	3,7	45,6	256,5	320,0	3,8
26-5-2014	0,14	1,76	9,90	12,35	0,15	9,18	4,9	60,7	341,2	425,7	5,0
14-7-2014	0,14	1,76	9,90	12,35	0,15	9,18	3,9	48,0	270,1	336,9	4,0
24-7-2014	0,14	1,76	9,90	12,35	0,15	9,18	0,9	11,5	64,9	81,0	1,0
11-8-2014	0,14	1,76	9,90	12,35	0,15	9,18	2,3	28,7	161,6	201,5	2,4
19-8-2014	0,14	1,76	9,90	12,35	0,15	9,18	1,4	18,0	101,3	126,4	1,5
27-8-2014	0,14	1,76	9,90	12,35	0,15	9,18	3,3	40,8	229,8	286,6	3,4
11-9-2014	0,14	1,76	9,90	12,35	0,15	9,18	1,9	23,6	132,6	165,5	2,0
22-9-2014	0,14	1,76	9,90	12,35	0,15	9,18	0,7	9,0	50,6	63,1	0,7

Whemerbeek

NH4 mg/l	Kj-N mg/l	NO3 mg/l	t-N mg/l	t-P mg/l	O2 mg/l	NH4 kg/d	Kj-N kg/d	NO3 kg/d	t-N kg/d	t-P kg/d
0,06	1,00	4,80	5,84	0,05	9,10	0,7	11,2	53,7	65,3	0,6
0,06	1,00	4,80	5,84	0,05	9,10	1,0	17,1	82,2	100,0	0,9
0,10	2,90	9,20	12,15	0,12	9,70	2,4	68,3	216,8	286,3	2,8
0,23	1,66	5,08	6,79	0,07	10,87	4,1	29,5	90,3	120,6	1,2
0,23	1,66	5,08	6,79	0,07	10,87	3,2	22,8	69,7	93,2	0,9
0,23	1,66	5,08	6,79	0,07	10,87	2,9	20,5	62,9	84,0	0,9
0,23	1,66	5,08	6,79	0,07	10,87	2,6	18,5	56,7	75,7	0,8
0,23	1,66	5,08	6,79	0,07	10,87	2,6	18,8	57,7	77,1	0,8
0,23	1,66	5,08	6,79	0,07	10,87	2,4	17,5	53,7	71,8	0,7
0,23	1,66	5,08	6,79	0,07	10,87	6,1	43,6	133,6	178,5	1,8
0,23	1,66	5,08	6,79	0,07	10,87	2,9	20,5	62,7	83,8	0,9
0,23	1,66	5,08	6,79	0,07	10,87	7,0	49,9	152,9	204,2	2,1
0,23	1,66	5,08	6,79	0,07	10,87	2,9	21,1	64,6	86,4	0,9
0,23	1,66	5,08	6,79	0,07	10,87	3,9	28,0	85,7	114,5	1,2
0,23	1,66	5,08	6,79	0,07	10,87	3,7	26,8	82,2	109,8	1,1
0,23	1,66	5,08	6,79	0,07	10,87	2,6	18,3	56,2	75,1	0,8
0,23	1,66	5,08	6,79	0,07	10,87	2,2	15,8	48,3	64,6	0,7
0,23	1,66	5,08	6,79	0,07	10,87	2,1	14,9	45,6	60,9	0,6
0,23	1,66	5,08	6,79	0,07	10,87	2,1	15,2	46,7	62,4	0,6
0,23	1,66	5,08	6,79	0,07	10,87	1,6	11,4	35,0	46,7	0,5
0,23	1,61	3,53	5,22	0,08	8,59	1,4	9,7	21,2	31,4	0,5
0,23	1,61	3,53	5,22	0,08	8,59	1,3	9,0	19,6	29,0	0,4
0,23	1,61	3,53	5,22	0,08	8,59	1,3	8,6	18,9	28,0	0,4
0,23	1,61	3,53	5,22	0,08	8,59	1,3	9,2	20,1	29,8	0,4
0,23	1,61	3,53	5,22	0,08	8,59	1,1	7,5	16,4	24,3	0,4
0,23	1,61	3,53	5,22	0,08	8,59	2,7	19,0	41,7	61,6	0,9
0,23	1,61	3,53	5,22	0,08	8,59	1,7	11,8	25,8	38,2	0,6
0,23	1,61	3,53	5,22	0,08	8,59	2,3	15,7	34,3	50,8	0,7
0,23	1,61	3,53	5,22	0,08	8,59	1,8	12,4	27,2	40,2	0,6
0,23	1,61	3,53	5,22	0,08	8,59	0,4	3,0	6,5	9,7	0,1
0,23	1,61	3,53	5,22	0,08	8,59	1,1	7,4	16,2	24,0	0,3
0,23	1,61	3,53	5,22	0,08	8,59	0,7	4,6	10,2	15,1	0,2
0,23	1,61	3,53	5,22	0,08	8,59	1,5	10,5	23,1	34,2	0,5
0,23	1,61	3,53	5,22	0,08	8,59	0,9	6,1	13,3	19,7	0,3
0,23	1,61	3,53	5,22	0,08	8,59	0,3	2,3	5,1	7,5	0,1

Optimalisatie Waterkwaliteit Groenlose Slinge
Data concentraties en vrachtberekeningen

Effluent RWZI

Datum	NH4 mg/l	Kj-N mg/l	NO3 mg/l	t-N mg/l	t-P mg/l	O2 mg/l	NH4 kg/d	Kj-N kg/d	NO3 kg/d	t-N kg/d	t-P kg/d
12-1-2010	2,75	9,40	2,50	12,10	0,46	3,36	26,1	89,4	23,8	115,1	4,4
20-1-2010	2,75	2,50	2,00	4,70	0,26	3,36	38,6	35,2	28,1	66,1	3,7
25-1-2010	2,75	3,30	5,50	9,10	0,51	3,36	23,5	28,2	47,0	77,7	4,4
9-2-2010	2,75	3,30	3,40	7,10	0,50	3,57	30,8	37,0	38,1	79,5	5,6
10-2-2010	2,75	3,20	3,70	7,40	0,28	3,57	27,8	32,4	37,4	74,9	2,8
18-2-2010	2,75	5,00	4,30	9,90	0,29	3,57	25,7	46,8	40,3	92,7	2,7
24-2-2010	2,75	5,60	1,50	7,40	0,30	3,57	42,1	85,8	23,0	113,4	4,6
1-3-2010	2,75	6,00	0,80	7,10	0,57	3,28	131,1	286,4	38,2	338,9	27,2
11-3-2010	2,75	5,30	3,60	9,50	0,21	3,28	28,1	54,3	36,9	97,3	2,1
16-3-2010	2,75	7,50	2,50	10,50	1,10	3,28	57,6	157,3	52,4	220,3	23,1
22-3-2010	2,75	6,50	0,70	7,40	0,74	3,28	77,9	184,3	19,8	209,8	21,0
1-4-2010	2,65	3,50	1,50	5,20	0,31	2,93	27,8	36,8	15,8	54,6	3,3
9-4-2010	2,65	4,70	1,60	6,60	0,46	2,93	39,0	69,1	23,5	97,1	6,8
12-4-2010	2,65	2,30	2,20	4,70	0,22	2,93	22,6	19,7	18,8	40,2	1,9
22-4-2010	2,65	2,60	2,00	4,60	0,31	2,93	21,8	21,4	16,5	37,8	2,6
28-4-2010	2,65	2,80	1,00	3,80	0,34	2,93	21,5	22,7	8,1	30,8	2,8
20-5-2010	2,65	2,30	1,80	4,10	0,22	2,26	20,3	17,6	13,8	31,4	1,7
25-5-2010	2,65	2,50	1,30	3,90	0,27	2,26	19,6	18,5	9,6	28,9	2,0
28-5-2010	2,65	6,00	0,60	6,70	0,32	2,26	20,6	46,6	4,7	52,0	2,5
1-6-2010	2,65	5,00	0,70	5,80	0,32	2,38	28,0	52,9	7,4	61,4	3,4
8-6-2010	2,65	2,10	0,50	2,70	0,30	2,38	19,4	15,4	3,7	19,8	2,2
14-6-2010	2,65	2,60	0,70	3,40	0,26	2,38	17,2	16,9	4,5	22,1	1,7
21-6-2010	2,65	2,30	1,10	3,50	0,23	2,38	16,6	14,4	6,9	21,9	1,4
2-7-2010	2,65	2,30	0,40	2,70	0,35	1,76	18,1	15,7	2,7	18,5	2,4
7-7-2010	2,65	3,60	0,50	4,20	0,52	1,76	17,9	24,3	3,4	28,4	3,5
12-7-2010	2,65	15,00	0,20	15,30	4,90	1,76	25,8	145,9	1,9	148,8	47,7
28-7-2010	2,65	8,30	0,30	8,70	0,57	1,76	32,9	103,2	3,7	108,2	7,1
2-8-2010	2,65	1,70	1,10	2,80	0,22	2,05	19,1	12,3	7,9	20,2	1,6
24-8-2010	2,65	5,00	0,60	5,70	0,20	2,05	108,4	204,7	24,6	233,4	8,2
25-8-2010	2,65	1,00	0,70	1,70	0,04	2,05	46,4	17,5	12,3	29,8	0,7
31-8-2010	2,65	1,50	1,30	2,80	0,13	2,05	82,5	46,7	40,5	87,2	4,1
6-9-2010	2,65	2,00	1,20	3,20	0,17	2,51	25,1	19,0	11,4	30,4	1,6
16-9-2010	2,65	3,90	0,80	4,80	0,21	2,51	75,1	110,7	22,7	136,2	6,0
21-9-2010	2,65	1,40	1,10	2,50	0,22	2,51	27,7	14,7	11,5	26,2	2,3
27-9-2010	2,65	1,50	1,00	2,60	0,20	2,51	20,0	11,3	7,5	19,6	1,5
8-10-2010	2,75	1,60	0,90	2,50	0,26	2,47	22,0	12,8	7,2	20,1	2,1
13-10-2010	2,75	4,10	1,00	5,10	0,26	2,47	21,1	31,4	7,7	39,1	2,0
18-10-2010	2,75	3,10	0,90	4,10	0,17	2,47	20,3	22,9	6,6	30,2	1,3
26-10-2010	2,75	2,00	1,30	3,40	0,40	2,47	24,4	17,7	11,5	30,1	3,5
8-11-2010	2,75	1,10	1,10	2,20	0,19	2,62	45,0	18,0	18,0	36,0	3,1
12-11-2010	2,75	3,20	1,30	4,50	0,33	2,62	137,9	160,6	65,3	225,9	16,6
16-11-2010	2,75	0,70	2,50	3,30	0,12	2,62	57,1	14,6	52,0	68,6	2,5
24-11-2010	2,75	2,40	1,20	3,60	0,22	2,62	31,4	27,4	13,7	41,2	2,5
29-11-2010	2,75	2,30	1,20	3,60	0,20	2,62	24,3	20,4	10,6	31,9	1,8
6-12-2010	2,75	6,90	2,50	9,60	0,42	3,04	72,5	182,1	66,0	253,4	11,1
17-12-2010	2,75	4,20	3,20	7,60	0,31	3,04	38,2	58,5	44,5	105,8	4,3
7-1-2011	2,75	13,00	0,60	13,70	0,85	3,06	143,8	680,6	31,4	717,3	44,5
10-1-2011	2,75	3,50	1,40	5,00	0,21	3,06	40,9	52,1	20,9	74,5	3,1
20-1-2011	2,75	3,20	1,60	4,90	0,20	3,06	52,0	60,6	30,3	92,7	3,8
25-1-2011	2,75	2,60	2,10	4,80	0,43	3,06	38,8	36,7	29,6	67,7	6,1
31-1-2011	2,75	3,50	4,60	8,20	0,25	3,06	25,6	32,6	42,9	76,4	2,3
7-2-2011	2,75	3,20	3,20	6,50	0,15	3,20	24,6	28,7	28,7	58,2	1,3
16-2-2011	2,75	4,70	2,20	7,00	0,15	3,20	38,0	65,0	30,4	96,8	2,1
22-2-2011	2,75	3,00	4,60	7,70	0,17	3,20	23,7	25,9	39,7	66,4	1,5
3-3-2011	2,75	3,10	2,70	5,90	0,21	2,84	24,8	28,0	24,4	53,3	1,9
10-3-2011	2,75	3,90	3,40	7,40	0,33	2,84	22,6	32,2	28,0	61,0	2,7
14-3-2011	2,75	3,30	4,80	8,20	0,46	2,84	31,4	37,7	54,8	93,6	5,3
21-3-2011	2,75	4,80	4,30	9,20	0,18	2,84	19,9	34,8	31,1	66,6	1,3
30-3-2011	2,75	3,00	2,50	5,60	0,29	2,84	19,9	21,7	18,1	40,5	2,1

Berekende concentraties Gr. Slinge bij RWZI

NH4 mg/l	Kj-N mg/l	NO3 mg/l	t-N mg/l	t-P mg/l	O2 mg/l	NH4 kg/d	Kj-N kg/d	NO3 kg/d	t-N kg/d	t-P kg/d
0.86	3.99	7.96	12.05	0.15	10.78	32.4	151.1	301.2	456.0	5.7
0.64	2.23	8.50	10.82	0.08	11.63	54.3	189.1	720.2	916.7	6.9
0.73	2.40	8.93	11.44	0.14	11.28	31.0	102.4	380.4	487.4	5.9
0.71	2.14	8.55	10.81	0.14	11.65	41.1	124.1	495.1	625.9	8.1
0.68	2.48	4.73	7.34	0.13	11.39	32.3	117.4	223.7	346.9	5.9
0.84	3.03	4.82	8.03	0.14	10.81	28.8	103.9	165.3	275.3	4.8
0.54	2.43	7.40	9.90	0.13	11.80	51.9	232.0	707.0	946.3	12.5
0.82	2.93	6.48	9.51	0.22	10.69	147.2	527.6	1167.2	1713.5	40.3
0.73	2.54	7.47	10.17	0.16	11.88	37.1	129.1	379.6	516.7	8.1
1.04	3.67	6.53	10.39	0.46	10.57	67.4	238.3	423.5	674.3	29.5
0.84	3.17	7.13	10.37	0.29	9.11	97.1	364.5	820.4	1193.9	33.8
0.72	2.37	7.66	10.10	0.18	9.37	37.0	122.3	395.7	521.7	9.3
1.01	2.74	4.08	6.97	0.19	7.67	48.2	131.6	195.5	334.1	9.0
0.77	1.97	4.55	6.62	0.10	8.33	31.6	80.2	185.6	270.0	4.1
0.99	1.97	4.96	6.96	0.14	8.55	23.7	47.4	119.1	167.2	3.4
1.11	2.09	4.36	6.48	0.16	8.15	23.0	43.6	90.8	135.0	3.4
1.46	1.92	3.32	5.27	0.15	6.44	21.1	27.8	48.2	76.5	2.2
1.63	2.09	2.79	4.98	0.19	5.81	20.2	25.9	34.5	61.5	2.4
1.70	4.30	2.26	6.66	0.23	5.59	21.1	53.5	28.1	82.8	2.8
1.81	3.84	2.13	6.06	0.24	5.27	28.7	60.7	33.6	95.8	3.8
1.61	1.93	2.03	4.07	0.20	4.69	21.9	26.1	27.5	55.2	2.7
1.53	2.16	2.26	4.54	0.17	4.88	19.8	28.0	29.3	58.8	2.3
1.44	1.99	2.56	4.67	0.15	5.07	19.4	26.8	34.5	62.9	2.1
1.74	2.45	1.01	3.52	0.25	3.60	21.0	29.7	12.2	42.6	3.0
1.46	2.62	0.70	3.41	0.34	3.82	19.0	34.2	9.2	44.4	4.4
0.97	5.87	0.69	6.63	1.66	4.66	29.4	178.5	20.9	201.6	50.5
1.48	4.96	0.60	5.69	0.48	2.67	42.0	140.9	17.2	161.9	13.5
1.44	2.08	0.95	3.12	0.33	2.82	24.8	36.0	16.4	54.0	5.6
2.53	4.87	0.71	5.68	0.21	2.28	109.0	210.2	30.7	245.1	8.9
1.69	1.62	1.56	3.20	0.15	3.94	49.7	47.6	46.0	94.2	4.4
0.93	2.24	2.41	4.68	0.26	5.42	105.3	252.9	272.1	529.1	29.1
0.68	2.12	6.30	8.48	0.08	7.96	29.2	91.7	272.0	366.2	3.4
0.96	2.73	5.44	8.25	0.10	7.18	82.1	234.3	465.9	707.3	9.0
0.81	1.78	5.93	7.76	0.10	7.82	31.1	68.4	227.8	298.3	3.8
0.59	1.84	6.49	8.41	0.08	8.46	24.0	75.4	265.2	343.8	3.2
0.72	1.88	5.62	7.54	0.08	8.05	25.4	66.6	198.7	266.6	2.9
0.83	2.54	5.39	7.97	0.09	7.75	23.6	72.3	153.2	226.5	2.6
0.62	2.18	5.86	8.10	0.06	8.34	24.1	85.5	229.9	317.7	2.2
0.70	1.73	5.74	7.55	0.13	9.37	28.2	69.3	229.8	302.2	5.2
0.50	1.27	6.17	7.48	0.05	8.10	54.2	138.6	672.9	815.8	5.9
0.66	1.70	5.85	7.58	0.09	7.71	156.7	405.5	1395.0	1809.3	22.2
0.56	1.74	9.38	11.19	0.14	8.52	78.5	246.2	1324.4	1580.2	19.3
0.62	2.01	8.96	11.02	0.15	8.35	41.2	133.6	597.0	734.0	10.2
0.68	1.89	5.32	7.27	0.14	10.31	37.1	103.6	291.9	398.9	7.5
1.05	3.41	4.98	8.49	0.22	9.04	88.5	286.4	418.1	712.7	18.3
0.69	2.14	5.50	7.71	0.12	10.67	57.8	180.6	464.5	651.0	10.3
0.70	4.08	8.31	12.45	0.21	10.63	193.2	1121.2	2285.6	3426.1	57.4
0.52	2.16	9.10	11.33	0.08	11.32	65.9	275.1	1161.6	1445.3	9.6
0.60	2.63	6.52	9.20	0.09	10.55	75.8	331.4	823.3	1160.8	11.7
0.53	2.53	6.75	9.33	0.12	10.80	61.4	294.4	784.1	1084.0	13.6
0.61	2.68	6.96	9.68	0.10	10.50	36.8	160.2	416.5	579.7	6.0
0.58	2.62	6.80	9.47	0.08	10.65	36.8	167.0	433.7	603.7	5.4
0.52	2.37	4.44	6.86	0.13	12.81	56.9	257.8	482.7	745.2	14.6
0.70	1.81	6.17	8.03	0.10	12.74	35.5	92.2	314.4	409.3	5.1
0.60	1.76	6.00	7.81	0.10	13.16	41.8	123.9	421.5	548.9	7.1
0.75	1.84	5.13	7.03	0.10	10.87	37.5	91.9	256.2	351.0	5.1
0.85	1.82	5.33	7.21	0.14	10.46	46.8	100.0	292.5	395.8	7.8
0.77	2.01	5.27	7.34	0.08	10.80	32.3	84.8	222.2	309.5	3.3
0.56	1.69	5.70	7.44	0.08	10.67	24.3	74.0	249.1	325.3	3.4

Optimalisatie Waterkwaliteit Groenlose Slinge
Data concentraties en vrachtberekeningen

Effluent RWZI

Datum	NH4 mg/l	Kj-N mg/l	NO3 mg/l	t-N mg/l	t-P mg/l	O2 mg/l	NH4 kg/d	Kj-N kg/d	NO3 kg/d	t-N kg/d	t-P kg/d
5-4-2011	2,65	3,30	1,20	4,60	0,20	2,35	21,9	27,3	9,9	38,1	1,7
11-4-2011	2,65	2,00	2,10	4,20	0,21	2,35	18,2	13,7	14,4	28,8	1,4
18-4-2011	2,65	2,10	3,00	5,10	0,34	2,35	17,9	14,2	20,3	34,5	2,3
29-4-2011	2,65	7,80	0,40	8,30	0,29	2,35	34,2	100,7	5,2	107,2	3,7
11-5-2011	2,65	1,40	0,80	2,20	0,30	1,99	22,6	11,9	6,8	18,7	2,6
17-5-2011	2,65	3,90	1,00	5,00	0,26	1,99	31,4	46,2	11,9	59,3	3,1
23-5-2011	2,65	2,00	1,90	3,90	0,28	1,99	21,4	16,2	15,4	31,5	2,3
30-5-2011	2,65	2,60	0,90	3,50	0,17	1,99	16,1	15,8	5,5	21,3	1,0
10-6-2011	2,65	4,70	0,50	5,30	0,30	0,83	17,4	30,9	3,3	34,8	2,0
16-6-2011	2,65	2,10	1,00	3,10	0,24	0,83	17,0	13,5	6,4	19,9	1,5
22-6-2011	2,65	1,70	1,80	3,50	0,27	0,83	20,6	13,3	14,0	27,3	2,1
27-6-2011	2,65	4,90	1,50	6,70	0,18	0,83	22,1	40,9	12,5	55,9	1,5
4-7-2011	2,65	2,40	2,50	5,00	0,15	1,19	15,3	13,9	14,4	28,9	0,9
15-7-2011	2,65	8,10	1,10	9,30	0,57	1,19	93,7	286,7	38,9	329,1	20,2
22-7-2011	2,65	1,70	2,40	4,10	0,25	1,19	19,4	12,4	17,6	30,0	1,8
1-8-2011	2,65	2,80	3,80	6,60	0,17	2,34	16,5	17,4	23,7	41,1	1,1
11-8-2011	2,65	2,70	0,80	3,50	0,22	2,34	19,2	19,6	5,8	25,4	1,6
18-8-2011	2,65	1,20	2,00	3,20	0,10	2,34	22,3	10,1	16,8	26,9	0,8
24-8-2011	2,65	7,80	0,50	8,40	0,59	2,34	109,7	323,1	20,7	348,0	24,4
30-8-2011	2,65	2,50	0,90	3,50	0,11	2,34	28,4	26,8	9,7	37,6	1,2
12-9-2011	2,65	1,70	2,80	4,50	0,24	2,46	24,5	15,7	25,9	41,6	2,2
16-9-2011	2,65	2,00	1,00	3,10	0,21	2,46	20,0	15,1	7,5	23,4	1,6
20-9-2011	2,65	3,40	0,80	4,30	0,21	2,46	19,3	24,7	5,8	31,3	1,5
27-9-2011	2,65	2,30	0,80	3,20	0,29	2,46	16,8	14,6	5,1	20,3	1,8
5-10-2011	2,75	2,30	0,70	3,10	0,27	3,03	18,7	15,6	4,8	21,1	1,8
10-10-2011	2,75	2,60	1,00	3,70	0,19	3,03	47,1	44,6	17,1	63,4	3,3
17-10-2011	2,75	3,20	1,10	4,40	0,38	3,03	19,9	23,2	8,0	31,9	2,8
26-10-2011	2,75	2,30	0,90	3,30	0,22	3,03	24,1	20,2	7,9	28,9	1,9
2-11-2011	2,75	2,60	1,40	4,10	0,26	2,84	19,7	18,6	10,0	29,3	1,9
7-11-2011	2,75	2,70	1,10	3,90	0,24	2,84	16,3	16,0	6,5	23,2	1,4
14-11-2011	2,75	2,70	2,00	4,80	0,26	2,84	16,0	15,7	11,6	27,9	1,5
25-11-2011	2,75	2,50	2,00	4,60	0,30	2,84	17,7	16,1	12,9	29,6	1,9
28-11-2011	2,75	5,50	1,80	7,40	0,89	2,84	27,0	54,1	17,7	72,7	8,7
5-12-2011	2,75	3,30	1,40	4,80	0,28	3,04	37,5	45,0	19,1	65,5	3,8
16-12-2011	2,75	2,60	2,40	5,20	0,16	3,04	54,7	51,8	47,8	103,5	3,2
6-1-2012	2,60	4,00	1,50	5,70	0,34	3,15	118,7	182,6	68,5	260,1	15,5
13-1-2012	4,20	5,00	0,70	5,80	0,58	3,15	86,9	103,4	14,5	120,0	12,0
17-1-2012	0,90	2,90	1,90	5,10	0,23	3,15	7,8	25,1	16,4	44,1	2,0
23-1-2012	1,40	2,80	1,70	4,80	0,22	3,15	29,5	59,0	35,8	101,1	4,6
30-1-2012	1,70	3,40	4,60	8,50	0,62	3,15	15,3	30,7	41,5	76,7	5,6
8-2-2012	1,10	3,00	7,50	11,00	0,34	3,46	8,1	22,1	55,1	80,9	2,5
17-2-2012	2,60	4,70	1,90	6,80	0,20	3,46	24,3	44,0	17,8	63,6	1,9
23-2-2012	1,80	3,80	2,70	6,70	0,41	3,46	16,4	34,6	24,6	61,0	3,7
27-2-2012	1,40	3,70	2,30	6,10	0,49	3,46	10,9	28,8	17,9	47,6	3,8
5-3-2012	2,30	5,30	2,00	7,50	0,51	3,10	29,5	67,9	25,6	96,1	6,5
14-3-2012	1,00	3,00	1,70	4,80	0,24	3,10	7,8	23,3	13,2	37,3	1,9
19-3-2012	2,50	4,00	2,00	6,10	0,20	3,10	19,2	30,8	15,4	46,9	1,5
29-3-2012	1,30	3,00	1,10	4,20	0,20	3,10	9,6	22,2	8,1	31,1	1,5
3-4-2012	1,30	3,50	1,20	4,80	0,20	2,83	9,8	26,3	9,0	36,1	1,5
13-4-2012	2,40	3,80	0,30	4,10	0,18	2,83	18,1	28,6	2,3	30,9	1,4
18-4-2012	0,90	3,00	0,90	4,00	0,38	2,83	6,5	21,6	6,5	28,8	2,7
23-4-2012	4,20	6,80	1,40	8,30	0,24	2,83	30,2	48,9	10,1	59,7	1,7
4-5-2012	7,00	12,00	0,50	12,60	0,73	2,22	80,5	138,0	5,8	144,9	8,4
9-5-2012	0,60	2,20	0,60	2,90	0,18	2,22	4,3	15,7	4,3	20,7	1,3
14-5-2012	0,60	2,10	0,60	2,80	0,21	2,22	3,7	13,0	3,7	17,3	1,3
29-5-2012	0,10	2,60	0,70	3,30	0,21	2,22	0,6	16,6	4,5	21,0	1,3
7-6-2012	3,10	4,00	0,90	5,00	0,20	2,06	64,1	82,8	18,6	103,5	4,1
13-6-2012	0,80	2,40	0,60	3,10	0,28	2,06	6,8	20,3	5,1	26,2	2,4
22-6-2012	4,90	6,30	0,70	7,10	1,70	2,06	117,1	150,5	16,7	169,6	40,6
25-6-2012	5,00	6,00	0,90	7,00	0,39	2,06	118,8	142,5	21,4	166,3	9,3
5-7-2012	0,80	3,70	0,50	4,30	0,36	2,07	5,3	24,7	3,3	28,7	2,4

Berekende concentraties Gr. Slinge bij RWZI

NH4 mg/l	Kj-N mg/l	NO3 mg/l	t-N mg/l	t-P mg/l	O2 mg/l	NH4 kg/d	Kj-N kg/d	NO3 kg/d	t-N kg/d	t-P kg/d
0.54	1.91	4.56	6.54	0.09	9.10	32.0	112.2	268.0	385.1	5.3
0.64	1.74	4.56	6.38	0.10	8.78	24.4	65.7	172.5	241.4	3.6
0.61	1.45	4.70	6.18	0.12	7.30	21.4	50.6	164.3	216.3	4.1
1.17	3.99	3.15	7.21	0.16	5.94	36.4	124.2	98.0	224.4	4.9
0.81	1.84	3.71	5.60	0.15	9.32	27.3	62.5	126.0	190.1	5.1
1.32	2.74	2.61	5.44	0.16	7.66	34.0	70.8	67.5	140.5	4.2
1.02	1.84	3.28	5.16	0.15	8.93	24.4	44.0	78.5	123.6	3.6
0.74	1.95	3.29	5.29	0.10	10.12	20.1	52.8	89.3	143.6	2.8
0.64	1.77	2.69	4.56	0.11	4.87	23.9	66.4	100.9	171.4	4.1
0.46	1.24	2.93	4.27	0.09	5.22	28.7	77.5	182.6	266.4	5.3
0.68	1.50	3.08	4.63	0.13	7.92	27.4	60.4	123.5	186.1	5.1
0.87	2.38	2.87	5.39	0.12	7.25	26.8	73.8	88.9	166.7	3.6
0.84	1.70	3.15	4.93	0.11	7.43	18.7	37.8	70.0	109.5	2.4
1.69	6.03	1.78	7.90	0.40	3.53	97.5	348.5	102.9	456.4	23.0
0.96	1.36	2.39	3.79	0.17	5.30	22.0	31.1	54.8	86.8	3.9
0.74	1.57	2.71	4.32	0.14	6.11	20.0	42.5	73.6	117.3	3.8
0.79	2.10	1.69	3.86	0.16	8.02	21.2	56.6	45.6	104.0	4.3
0.56	1.76	2.02	3.85	0.13	8.71	26.1	82.1	94.3	179.8	6.1
1.70	5.58	1.27	6.92	0.45	5.02	112.2	367.1	83.4	455.6	29.5
0.66	1.95	2.20	4.21	0.19	7.97	32.2	95.2	107.2	205.1	9.1
0.59	1.40	2.63	4.06	0.13	7.85	29.5	70.5	132.3	204.1	6.4
0.74	1.50	2.20	3.75	0.13	7.45	22.8	46.1	67.7	115.3	4.0
0.74	1.20	2.03	3.27	0.13	8.68	22.0	35.3	60.1	96.6	4.0
0.80	0.97	2.00	3.00	0.16	8.49	18.9	22.8	47.1	70.8	3.7
1.03	1.74	1.71	3.51	0.17	6.58	21.6	36.3	35.8	73.4	3.5
1.26	1.94	1.70	3.70	0.15	6.10	52.1	79.9	70.1	152.7	6.0
0.59	1.72	2.04	3.81	0.15	7.50	28.6	84.1	99.5	186.0	7.6
0.76	1.87	3.50	5.43	0.11	8.93	30.4	74.9	140.5	218.3	4.6
0.72	1.92	3.64	5.63	0.12	8.99	25.2	67.2	127.5	197.1	4.2
0.75	1.95	3.55	5.57	0.12	8.91	20.7	53.9	98.2	154.0	3.3
0.78	1.96	3.71	5.75	0.12	8.80	19.9	49.9	94.3	146.0	3.2
0.73	1.74	3.71	5.49	0.12	9.91	20.3	48.2	102.8	152.4	3.4
1.14	3.00	3.15	6.20	0.36	8.12	29.7	78.0	81.9	161.3	9.4
0.71	1.86	3.43	5.33	0.09	9.58	45.9	120.4	221.5	344.6	5.7
0.46	1.64	7.91	9.63	0.04	11.91	107.3	387.7	1864.6	2270.4	9.7
0.68	2.01	7.13	9.23	0.09	10.94	167.2	492.1	1742.9	2257.2	21.5
0.77	2.09	10.13	12.29	0.12	9.44	100.4	274.0	1329.1	1611.3	15.6
0.27	1.82	9.50	11.40	0.06	12.12	23.4	157.8	823.9	988.7	5.1
0.34	1.82	9.37	11.27	0.06	11.99	62.6	340.6	1748.7	2104.8	11.3
0.37	1.90	9.67	11.68	0.11	11.96	29.0	147.1	749.6	905.0	8.3
0.49	1.92	8.64	10.71	0.13	10.66	16.4	63.5	285.9	354.4	4.2
0.78	2.04	5.99	8.11	0.09	11.06	36.4	95.6	280.7	380.0	4.0
0.50	1.67	6.49	8.23	0.10	11.79	37.5	124.8	483.8	613.6	7.4
0.44	1.64	6.49	8.18	0.11	11.89	30.7	113.6	449.4	566.7	7.3
0.62	1.97	6.25	8.30	0.13	11.46	52.5	166.6	528.0	700.5	10.6
0.25	1.78	6.87	8.72	0.08	9.31	13.5	97.8	377.8	479.0	4.5
0.51	1.97	6.81	8.84	0.08	9.16	24.1	94.0	325.2	422.2	3.8
0.34	1.84	6.49	8.40	0.08	8.98	13.6	73.2	258.0	333.8	3.3
0.36	1.96	6.42	8.45	0.08	8.82	13.4	73.5	240.1	315.9	3.2
0.49	1.85	4.12	6.04	0.09	9.96	36.6	137.7	306.2	448.5	7.1
0.21	1.72	4.62	6.38	0.09	11.31	13.2	107.9	289.1	399.4	5.7
0.79	2.41	4.49	6.95	0.08	10.84	34.7	106.0	197.2	305.0	3.7
1.62	4.84	2.91	7.81	0.21	9.77	85.6	256.4	154.3	413.6	11.1
0.20	2.75	3.08	5.88	0.08	10.25	8.6	116.7	131.0	249.9	3.6
0.20	2.73	3.09	5.87	0.09	10.26	7.5	101.7	114.9	218.5	3.3
0.12	1.71	2.80	4.56	0.09	7.98	3.3	47.8	78.2	127.3	2.6
0.99	2.20	2.69	4.95	0.10	7.45	70.2	155.3	189.9	350.2	7.0
0.24	2.29	5.25	7.61	0.11	8.38	10.1	97.1	222.3	322.4	4.7
1.50	3.45	4.74	8.26	0.55	7.64	122.9	281.5	387.1	674.4	44.5
1.95	3.67	4.34	8.08	0.19	6.98	122.7	231.7	273.5	509.9	11.9
0.21	1.66	5.64	7.35	0.12	9.05	8.7	67.4	229.4	299.0	4.7

Optimalisatie Waterkwaliteit Groenlose Slinge
Data concentraties en vrachtberekeningen

Effluent RWZI

Datum	NH4 mg/l	Kj-N mg/l	NO3 mg/l	t-N mg/l	t-P mg/l	O2 mg/l	NH4 kg/d	Kj-N kg/d	NO3 kg/d	t-N kg/d	t-P kg/d
9-7-2012	7,90	12,00	0,20	12,30	2,30	2,07	177,9	270,2	4,5	277,0	51,8
16-7-2012	5,60	6,80	0,50	7,40	0,36	2,07	43,7	53,0	3,9	57,7	2,8
24-7-2012	1,00	2,50	0,70	3,30	0,22	2,07	7,3	18,2	5,1	24,0	1,6
3-8-2012	1,80	3,00	0,20	3,30	0,27	1,92	22,4	37,3	2,5	41,0	3,4
6-8-2012	3,40	4,30	0,50	5,00	0,28	1,92	68,1	86,1	10,0	100,1	5,6
14-8-2012	0,80	2,40	0,70	3,30	0,10	1,92	5,8	17,3	5,0	23,8	0,7
27-8-2012	5,00	7,10	0,40	7,70	0,27	1,92	125,4	178,1	10,0	193,1	6,8
3-9-2012	1,50	2,50	0,60	3,20	0,17	1,92	8,9	14,8	3,5	18,9	1,0
11-9-2012	0,60	3,00	0,40	3,60	0,17	1,92	4,6	23,2	3,1	27,8	1,3
17-9-2012	0,90	2,40	0,40	3,00	0,17	1,92	5,2	13,8	2,3	17,3	1,0
27-9-2012	3,00	3,90	0,40	4,50	0,18	1,92	37,7	49,0	5,0	56,6	2,3
3-10-2012	1,40	2,80	0,60	3,70	0,19	2,56	10,7	21,4	4,6	28,3	1,5
8-10-2012	0,80	1,70	0,60	2,40	0,16	2,56	7,0	15,0	5,3	21,1	1,4
15-10-2012	2,80	5,40	0,80	6,30	0,22	2,56	33,4	64,5	9,6	75,2	2,6
23-10-2012	3,60	5,30	1,70	7,20	0,23	2,56	26,1	38,5	12,3	52,3	1,7
29-10-2012	3,90	6,60	1,90	8,60	0,31	2,56	24,8	41,9	12,1	54,6	2,0
8-11-2012	5,90	9,30	1,20	10,60	0,26	2,54	52,6	82,9	10,7	94,5	2,3
13-11-2012	1,50	3,40	1,70	5,20	0,24	2,54	10,6	23,9	12,0	36,6	1,7
19-11-2012	14,00	15,00	0,50	15,60	0,60	2,54	170,1	182,2	6,1	189,5	116,6
26-11-2012	6,10	7,00	1,20	8,30	0,15	2,54	39,0	44,8	7,7	53,1	1,0
4-12-2012	2,70	5,10	2,00	7,20	0,27	2,77	36,1	68,1	26,7	96,1	3,6
13-12-2012	1,30	3,30	2,00	5,40	0,23	2,77	11,9	30,2	18,3	49,4	2,1
10-1-2013	6,90	9,90	1,50	11,50	0,55	2,80	171,4	245,9	37,3	285,6	13,7
16-1-2013	1,70	4,20	3,60	7,90	0,20	2,80	13,4	33,2	28,5	62,5	1,6
23-1-2013	0,90	3,70	3,60	7,40	0,26	2,80	6,7	27,6	26,8	55,1	1,9
28-1-2013	7,60	11,00	2,10	13,20	1,00	2,80	198,6	287,4	54,9	344,9	26,1
7-2-2013	1,50	3,00	0,50	3,50	0,20	2,74	23,1	46,2	7,7	53,9	3,1
12-2-2013	1,70	3,80	2,50	6,40	0,20	2,74	15,3	34,2	22,5	57,6	1,8
18-2-2013	2,60	4,80	2,50	7,40	0,18	2,74	20,3	37,5	19,5	57,8	1,4
1-3-2013	1,20	3,10	2,50	5,70	0,16	2,89	8,6	22,2	17,9	40,8	1,1
6-3-2013	2,40	4,40	2,20	6,70	0,20	2,89	24,7	45,3	22,6	68,9	2,1
11-3-2013	2,50	4,00	1,50	5,60	0,27	2,89	45,7	73,2	27,4	102,4	4,9
18-3-2013	4,60	5,70	0,70	6,40	0,30	2,89	69,6	86,3	10,6	96,9	4,5
28-3-2013	2,20	4,40	1,00	5,40	0,22	2,89	16,2	32,5	7,4	39,9	1,6
4-4-2013	2,50	5,50	2,20	7,80	0,30	2,95	18,0	39,6	15,8	56,1	2,2
11-4-2013	12,00	15,00	0,60	15,60	0,48	2,95	162,2	202,8	8,1	210,9	6,5
18-4-2013	1,30	4,20	0,70	5,00	0,52	2,95	9,1	29,5	4,9	35,2	3,7
2-5-2013	0,90	3,30	0,90	4,20	0,36	2,69	6,4	23,4	6,4	29,8	2,6
6-5-2013	1,20	3,80	0,80	4,70	0,34	2,69	7,6	24,1	5,1	29,8	2,2
17-5-2013	6,60	9,00	0,50	9,60	1,10	2,69	193,3	263,6	14,6	281,2	32,2
22-5-2013	4,30	5,60	0,70	6,40	0,69	2,69	83,3	108,5	13,6	124,0	13,4
27-5-2013	7,40	14,00	1,00	15,20	0,30	2,69	73,1	138,3	9,9	150,1	3,0
4-6-2013	1,00	3,40	1,10	4,60	0,37	1,89	6,5	22,2	7,2	30,0	2,4
13-6-2013	0,30	2,70	0,70	3,50	0,33	1,89	1,9	17,3	4,5	22,4	2,1
17-6-2013	0,70	4,00	1,10	5,20	0,42	1,89	4,0	22,9	6,3	29,8	2,4
25-6-2013	4,70	7,00	0,60	7,70	0,29	1,89	73,9	110,1	9,4	121,1	4,6
5-7-2013	3,30	5,10	1,40	6,60	0,20	2,37	22,0	34,0	9,3	44,0	1,3
8-7-2013	0,80	3,70	1,10	4,90	0,36	2,37	4,9	22,6	6,7	29,9	2,2
15-7-2013	0,30	4,20	0,70	5,00	0,38	2,37	1,7	24,4	4,1	29,0	2,2
26-7-2013	0,50	2,40	0,40	3,00	0,40	2,37	3,4	16,2	2,7	20,2	2,7
5-8-2013	0,80	2,40	0,60	3,20	0,35	2,20	4,5	13,5	3,4	18,0	2,0
12-8-2013	0,80	2,60	0,60	3,40	0,29	2,20	4,5	14,7	3,4	19,2	1,6
20-8-2013	4,00	5,80	0,60	6,70	0,18	2,20	34,8	50,5	5,2	58,3	1,6
28-8-2013	0,50	2,30	0,60	3,10	0,31	2,20	3,0	13,9	3,6	18,7	1,9
2-9-2013	0,60	3,30	0,70	4,30	0,33	2,05	3,4	18,9	4,0	24,7	1,9
12-9-2013	1,20	1,90	0,40	2,40	0,13	2,05	40,3	63,8	13,4	80,6	4,4
18-9-2013	1,10	2,30	0,90	3,50	0,18	2,05	16,3	34,1	13,3	51,9	2,7
23-9-2013	0,50	2,10	0,90	3,40	0,31	2,05	3,3	13,8	5,9	22,4	2,0
30-9-2013	0,70	2,20	0,90	3,40	0,23	2,05	4,3	13,6	5,6	21,0	1,4
10-10-2013	2,30	4,70	0,90	5,80	0,47	2,39	29,0	59,3	11,4	73,2	5,9
18-10-2013	1,20	2,20	1,00	3,30	0,14	2,39	9,6	17,6	8,0	26,3	1,1

Berekende concentraties Gr. Slinge bij RWZI

NH4 mg/l	Kj-N mg/l	NO3 mg/l	t-N mg/l	t-P mg/l	O2 mg/l	NH4 kg/d	Kj-N kg/d	NO3 kg/d	t-N kg/d	t-P kg/d
5.75	9.03	1.98	11.10	1.68	4.38	178.7	281.0	61.6	345.2	52.4
0.92	2.09	3.01	5.14	0.12	7.34	48.1	109.6	157.7	269.7	6.5
0.32	1.98	4.37	6.41	0.10	6.92	9.5	59.0	130.2	190.9	3.1
0.49	2.08	4.34	6.48	0.11	7.00	26.6	114.0	237.6	354.7	6.2
1.45	2.83	3.48	6.42	0.15	5.80	71.0	138.4	170.3	314.1	7.6
0.28	1.56	3.39	5.04	0.07	6.56	7.9	44.2	95.9	142.4	2.1
3.97	5.91	1.02	7.10	0.23	2.68	126.6	188.4	32.5	226.3	7.5
0.49	1.74	2.67	4.48	0.12	4.66	12.3	43.9	67.0	112.7	3.0
0.57	1.90	1.60	3.68	0.11	3.76	19.3	64.7	54.6	125.1	3.7
0.65	1.81	1.51	3.50	0.11	3.62	13.2	36.6	30.6	70.7	2.3
0.98	1.97	1.88	3.97	0.10	4.29	46.1	92.7	88.7	186.9	4.5
0.47	1.56	2.07	3.76	0.09	4.65	18.5	61.8	82.0	148.8	3.5
0.31	1.32	2.21	3.61	0.08	4.85	23.0	97.6	163.4	267.4	5.7
0.49	2.41	4.26	6.71	0.08	9.65	42.6	210.0	371.0	584.8	7.0
0.70	3.86	4.94	8.87	0.11	9.08	30.6	168.4	215.5	386.8	4.6
0.74	4.07	4.98	9.10	0.12	9.10	28.7	157.8	193.2	353.0	4.6
0.90	4.34	4.99	9.39	0.11	9.32	59.6	287.5	330.5	621.3	7.0
0.34	1.55	6.59	8.20	0.08	9.03	15.1	68.8	292.5	364.0	3.8
4.17	5.23	5.46	10.76	2.84	8.00	173.7	217.6	227.5	447.9	118.3
0.82	2.02	5.94	8.00	0.05	10.37	44.9	110.0	323.8	436.4	2.5
0.59	1.89	5.00	6.94	0.07	10.30	41.9	135.3	357.1	496.1	5.3
0.28	2.01	8.85	10.91	0.10	10.26	17.1	123.3	543.9	670.3	6.1
1.50	3.45	8.30	11.80	0.17	9.76	180.9	416.7	1002.0	1425.2	21.0
0.32	2.19	4.39	6.62	0.10	11.59	20.1	136.1	272.3	410.6	5.9
0.23	2.15	4.38	6.56	0.10	11.50	12.4	116.5	237.7	356.2	5.7
2.14	4.36	3.85	8.26	0.33	10.16	207.2	421.6	373.0	799.2	31.8
0.29	2.03	4.02	6.07	0.09	11.64	36.6	256.8	506.9	766.8	11.9
0.32	2.14	4.25	6.43	0.10	11.60	22.9	152.4	302.6	457.6	6.8
0.38	2.54	3.40	5.97	0.09	11.57	26.5	177.9	238.1	418.0	6.0
0.22	2.35	3.40	5.78	0.08	11.63	14.6	156.9	227.5	386.3	5.5
0.52	2.65	3.27	5.95	0.10	10.87	29.2	147.8	182.1	331.8	5.4
0.43	2.50	3.23	5.76	0.10	11.32	57.0	328.6	424.8	757.5	13.2
0.96	2.55	7.56	10.13	0.16	10.82	76.0	201.2	597.2	800.3	12.3
0.46	2.25	7.77	10.05	0.14	11.00	19.8	96.0	331.8	428.9	5.9
0.55	2.49	7.89	10.42	0.15	10.89	21.2	96.5	306.2	404.3	6.0
2.63	4.44	5.51	9.96	0.13	9.56	165.2	278.9	346.2	625.6	8.2
0.26	1.97	5.88	7.87	0.11	10.04	11.4	86.8	259.5	347.4	4.9
0.23	1.90	5.64	7.55	0.10	9.60	8.0	66.0	195.3	261.6	3.5
0.28	1.98	5.68	7.69	0.09	9.69	9.2	64.7	185.5	251.2	3.1
3.12	5.03	3.88	8.97	0.53	7.32	195.3	315.1	243.4	561.7	33.4
1.56	2.85	4.08	7.02	0.27	7.56	85.4	156.1	223.7	384.3	14.8
1.60	4.00	4.90	9.00	0.09	8.64	75.3	188.3	230.8	423.7	4.5
0.27	1.79	4.88	6.75	0.11	8.40	7.9	53.5	145.4	201.2	3.3
0.10	1.58	5.02	6.68	0.09	8.76	3.7	57.7	183.0	243.4	3.3
0.17	1.82	5.07	6.97	0.11	8.73	5.6	58.2	162.0	222.7	3.5
0.94	3.18	4.09	7.36	0.77	5.91	80.3	271.0	349.0	627.3	65.9
0.53	2.70	4.40	7.19	0.79	6.20	25.8	130.9	213.8	348.9	38.3
0.22	2.56	4.22	6.86	0.79	6.03	7.5	88.8	146.5	238.3	27.5
0.14	2.73	3.97	6.78	0.77	5.84	3.6	72.3	105.2	179.8	20.5
0.12	2.46	3.93	6.44	0.15	7.88	5.8	117.5	187.6	307.9	7.2
0.21	2.46	3.69	6.21	0.16	7.41	5.8	66.2	99.5	167.5	4.3
0.23	2.50	3.61	6.18	0.15	7.28	5.7	61.8	89.3	152.8	3.7
1.77	3.01	2.00	5.16	0.14	4.78	35.9	61.2	40.6	104.8	2.9
0.22	1.37	2.26	3.71	0.18	5.26	4.2	25.6	42.4	69.6	3.3
0.26	1.70	2.28	4.10	0.18	5.19	4.5	29.8	40.0	72.0	3.2
0.25	1.06	2.67	3.78	0.11	6.05	58.6	249.8	628.2	888.7	27.0
0.19	2.02	7.63	9.73	0.13	8.19	22.8	247.8	936.8	1195.3	15.6
0.10	1.99	7.85	9.93	0.14	8.40	7.2	143.7	567.0	717.1	9.9
0.15	2.01	7.44	9.55	0.14	8.02	6.5	86.0	318.3	408.2	5.8
0.70	2.29	4.12	6.48	0.18	7.50	30.9	100.4	180.9	284.6	8.0
0.19	1.42	4.91	6.36	0.07	8.74	13.2	97.3	337.7	437.3	5.1

Optimalisatie Waterkwaliteit Groenlose Slinge
Data concentraties en vrachtberekeningen

Effluent RWZI

Datum	NH4 mg/l	Kj-N mg/l	NO3 mg/l	t-N mg/l	t-P mg/l	O2 mg/l	NH4 kg/d	Kj-N kg/d	NO3 kg/d	t-N kg/d	t-P kg/d
21-10-2013	1,60	3,40	1,60	5,20	0,26	2,39	10,5	22,3	10,5	34,1	1,7
29-10-2013	7,20	8,90	0,40	9,40	0,28	2,39	217,9	269,3	12,1	284,5	8,5
11-11-2013	1,80	4,20	1,30	5,60	0,22	2,60	28,4	66,2	20,5	88,2	3,5
14-11-2013	2,50	4,20	1,60	5,90	0,19	2,60	24,6	41,3	15,7	58,1	1,9
18-11-2013	1,30	2,80	1,80	4,70	0,20	2,60	9,8	21,1	13,6	35,5	1,5
29-11-2013	1,10	2,70	2,20	5,00	0,18	2,60	8,2	20,2	16,5	37,4	1,3
4-12-2013	0,90	2,70	1,20	4,00	0,29	2,48	7,0	21,0	9,3	31,1	2,3
10-12-2013	1,30	2,50	1,70	4,30	0,29	2,48	10,3	19,7	13,4	33,9	2,3
16-12-2013	3,70	6,40	2,20	8,70	0,25	2,48	30,5	52,7	18,1	71,6	2,1
9-1-2014	3,30	4,10	1,30	5,50	0,20	2,47	45,9	57,1	18,1	76,6	2,8
23-1-2014	1,30	3,60	2,70	6,40	0,32	2,47	10,3	28,6	21,5	50,9	2,5
27-1-2014	5,80	8,80	1,60	10,50	0,38	2,47	196,2	297,6	54,1	355,1	12,9
3-2-2014	4,20	7,40	2,30	9,80	0,59	2,48	30,2	53,2	16,5	70,5	4,2
11-2-2014	0,90	2,90	1,30	4,30	0,33	2,48	8,0	25,8	11,6	38,3	2,9
21-2-2014	2,80	5,80	2,60	8,50	1,40	2,48	37,6	77,9	34,9	114,2	18,8
28-2-2014	3,90	8,00	1,90	10,00	1,20	2,48	41,8	85,7	20,4	107,2	12,9
5-3-2014	1,50	4,00	2,20	6,30	0,28	2,59	10,6	28,4	15,6	44,7	2,0
10-3-2014	2,00	6,20	1,60	7,90	0,37	2,59	13,3	41,2	10,6	52,5	2,5
17-3-2014	1,40	6,10	1,80	8,00	0,40	2,59	8,8	38,5	11,4	50,4	2,5
27-3-2014	2,70	4,80	1,40	6,30	0,31	2,59	18,6	33,1	9,7	43,4	2,1
2-4-2014	1,70	5,30	1,40	6,80	0,33	2,62	11,3	35,2	9,3	45,1	2,2
10-4-2014	6,20	10,00	1,20	11,30	0,50	2,62	43,2	69,6	8,4	78,7	3,5
17-4-2014	1,70	4,40	1,30	5,80	0,32	2,62	11,4	29,5	8,7	38,9	2,1
23-4-2014	2,10	4,90	1,30	6,30	0,37	2,62	14,1	32,9	8,7	42,3	2,5
5-5-2014	1,40	4,30	1,00	5,40	0,32	2,56	8,2	25,2	5,9	31,7	1,9
13-5-2014	2,70	4,60	0,70	5,40	0,29	2,56	82,4	140,4	21,4	164,8	8,9
21-5-2014	2,00	4,70	1,10	5,90	0,38	2,56	13,2	31,1	7,3	39,0	2,5
26-5-2014	1,60	4,50	0,80	5,40	0,32	2,56	10,3	29,0	5,2	34,8	2,1
14-7-2014	0,80	2,10	0,70	3,00	0,19	1,34	6,2	16,2	5,4	23,1	1,5
24-7-2014	6,00	9,50	0,50	10,30	0,56	1,34	41,8	66,2	3,5	71,8	3,9
11-8-2014	5,40	8,80	0,30	9,20	0,49	2,13	181,9	296,4	10,1	309,9	16,5
19-8-2014	6,50	7,60	0,60	8,50	0,19	2,13	162,4	189,9	15,0	212,3	4,7
27-8-2014	6,10	6,80	0,70	7,70	0,22	2,13	117,3	130,8	13,5	148,1	4,2
11-9-2014	0,50	2,50	0,70	3,50	0,30	1,86	3,4	16,9	4,7	23,6	2,0
22-9-2014	3,60	6,90	0,50	7,60	1,30	1,86	46,4	88,9	6,4	98,0	16,8

Berekende concentraties Gr. Slinge bij RWZI

NH4 mg/l	Kj-N mg/l	NO3 mg/l	t-N mg/l	t-P mg/l	O2 mg/l	NH4 kg/d	Kj-N kg/d	NO3 kg/d	t-N kg/d	t-P kg/d
0,24	1,55	4,99	6,58	0,09	8,75	13,5	88,9	286,1	377,6	5,0
2,06	3,44	4,02	7,50	0,13	7,56	222,5	371,4	434,2	810,6	13,6
0,32	2,73	8,66	11,45	0,13	8,93	39,1	335,0	1064,4	1406,3	15,5
0,43	2,07	6,12	8,24	0,09	10,59	39,0	187,8	554,3	746,7	7,7
0,30	1,92	6,14	8,11	0,09	10,60	20,9	134,3	429,8	567,6	6,0
0,29	1,92	6,14	8,11	0,09	10,51	18,2	122,2	391,6	517,1	5,4
0,27	1,93	5,94	7,92	0,10	10,35	16,0	112,9	347,4	463,4	5,9
0,33	1,90	6,01	7,96	0,10	10,36	19,4	113,3	357,6	474,0	6,0
0,69	2,48	6,01	8,55	0,10	10,23	39,0	139,9	338,7	481,6	5,5
0,50	2,05	6,11	8,21	0,09	10,61	67,2	273,8	815,1	1095,7	11,4
0,32	2,03	6,17	8,26	0,10	10,43	20,3	130,4	395,8	529,5	6,6
1,29	3,20	5,66	8,92	0,13	9,76	220,5	545,6	966,1	1521,3	22,8
0,62	2,43	6,18	8,66	0,13	10,56	40,5	158,1	402,3	563,7	8,4
0,25	1,93	6,11	8,08	0,10	10,62	21,7	164,9	522,9	692,1	8,5
0,58	2,43	6,04	8,52	0,28	10,16	50,7	211,3	525,3	741,3	24,1
0,83	2,90	5,83	8,78	0,27	9,97	50,7	176,9	355,5	535,7	16,5
0,36	2,12	6,04	8,21	0,10	10,30	18,3	106,8	304,1	413,6	5,1
0,43	2,43	5,96	8,44	0,11	10,31	20,5	115,1	282,5	400,1	5,4
0,34	2,37	6,03	8,45	0,12	10,39	16,3	114,3	290,1	406,9	5,6
0,63	2,35	5,72	8,12	0,12	9,94	24,2	89,8	218,3	310,2	4,4
0,46	2,43	3,95	6,45	0,17	7,79	15,7	82,3	134,1	218,9	5,8
1,47	3,51	6,92	10,89	0,21	7,66	47,2	113,3	223,1	351,1	6,8
0,49	2,30	6,95	9,71	0,17	7,66	15,3	71,6	216,1	301,9	5,3
0,56	2,38	7,02	9,86	0,18	7,72	18,3	77,7	229,2	322,0	5,9
0,43	2,28	6,87	9,61	0,17	7,64	11,6	61,8	185,9	260,0	4,6
1,08	2,77	5,67	8,83	0,19	6,70	91,1	233,0	477,2	743,1	15,9
0,47	2,22	7,27	9,97	0,17	7,97	18,6	88,5	289,6	397,1	6,9
0,34	2,08	7,52	10,10	0,15	8,22	17,4	105,3	380,7	511,2	7,8
0,28	1,79	7,09	9,38	0,14	7,66	11,8	76,6	302,6	400,2	6,0
2,81	5,25	4,87	10,56	0,33	5,55	43,2	80,8	74,9	162,5	5,0
3,39	6,09	3,44	9,81	0,35	4,78	185,3	332,5	187,9	535,5	19,2
4,32	5,58	3,32	9,29	0,17	4,51	164,5	212,5	126,5	353,8	6,5
2,49	3,72	5,44	9,57	0,17	6,33	122,1	182,2	266,3	468,9	8,1
0,26	1,95	6,30	8,73	0,18	7,02	6,2	46,6	150,7	208,8	4,3
2,44	5,16	3,19	8,67	0,91	4,28	47,5	100,3	62,1	168,6	17,6

Optimalisatie Waterkwaliteit Groenlose Slinge
Berekening zuurstofdeficiet

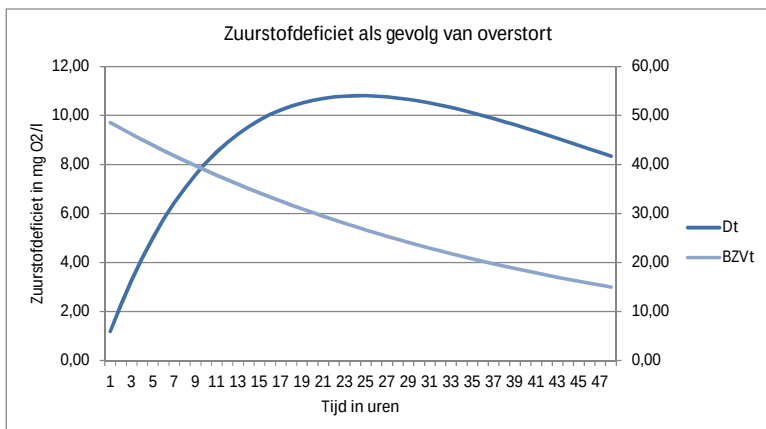
Uitgangspunten

Overstort	Overstortingshoeveelheid (m3) bij herhaling			
		1	2	5
mm		21,1	25,8	32,9
Jaspersweg/Zandweg	0187Rc1.1	6330	10642	21725
Singelweg	1979Rc1.2	28	1102	2462
Leeghwaterweg	2150Rc1.2	0	0	0
Ravenhorsterweg (laag)	2880R1c1	3624	7804	15016
Ravenhorsterweg (hoog)	2880R2c1	0	0	0
Totaal		9982	19548	39203

Omschrijving	Concentratie in mg/l			
	CZV	BZV	Kj-N	t-P
Jaargemiddeld	615	227	68	8,6
Verdund	190	61	23	2,7
Verdunde concentratie	30%	27%	34%	31%

Piekdebieten Whemerbeek			
T=	1	2	5
Debiet m3/s	0,69	1,36	2,72

Parameter	Waarde	Eenheid	Opmerking
Diepte	1	m	
Cs	10	mg/l	verzadiging zuurstof
C0 O2	10	mg/l	
KL	3	m dag-1	flux reaeratie
Kbod	0,6	dag -1	BZV afbraakconstante 1e orde kinetiek
Achtergronddebiet	0,16	m3/s	Whemerbeek
Achtergrondconcentratie	1,26	mg/l	Whemerbeek
Krea	1,50	dag-1	KL/H
Krea	0,063	uur-1	reaeratiecoëfficiënt
Kbod	0,025	uur-1	BZV afbraakcoëfficiënt
BZV0	49,80	mg/l	Concentratie overstortwater



Berekening zuurstofdeficiet

t in uren	BZVt	Dt
0	49,80	0
1	48,57	1,19
2	47,37	2,28
3	46,20	3,28
4	45,06	4,18
5	43,95	5,01
6	42,86	5,76
7	41,80	6,43
8	40,77	7,04
9	39,76	7,59
10	38,78	8,09
11	37,82	8,52
12	36,89	8,91
13	35,98	9,25
14	35,09	9,56
15	34,22	9,82
16	33,38	10,04
17	32,56	10,23
18	31,75	10,39
19	30,97	10,52
20	30,20	10,62
21	29,46	10,70
22	28,73	10,76
23	28,02	10,80
24	27,33	10,81
25	26,65	10,81
26	26,00	10,79
27	25,35	10,76
28	24,73	10,72
29	24,12	10,66
30	23,52	10,59
31	22,94	10,51
32	22,38	10,42
33	21,82	10,33
34	21,28	10,22
35	20,76	10,11
36	20,25	10,00
37	19,75	9,88
38	19,26	9,75
39	18,78	9,62
40	18,32	9,49
41	17,87	9,35
42	17,43	9,21
43	17,00	9,07
44	16,58	8,93
45	16,17	8,78
46	15,77	8,64
47	15,38	8,49
48	15,00	8,35

Optimalisatie Waterkwaliteit Groenlose Slinge
Trends in concentraties Ratumsebeek en Whemerbeek

