

**HOTSPOTS GENEESMIDDELEN IN FRYSLÂN
MET BEHULP VAN
WATERKWALITEITSMODELLEN**

WETTERSKIP FRYSLÂN

30 juli 2015
078574996:0.2 - Definitief
C01021.200938.0100



Inhoud

Samenvatting	3
1 Inleiding	5
2 Uitgevoerde werkzaamheden	7
2.1 Bepalen van de uitgangspunten.....	7
2.2 Model opbouwen en uitvoeren berekeningen	9
2.2.1 Friese Boezem	9
2.2.2 Opsterlandse Compagnonsvaart.....	10
2.3 Verwerken resultaten	11
3 Resultaten	13
3.1 Meetwaarden en modelberekeningen	13
3.2 Modelresultaten Friese Boezem	16
3.3 Modelresultaten Opsterlandse Compagnonsvaart	18
3.3.1 Scenario Wijnjewoude_aan.....	19
3.3.2 Scenario Wijnjewoude_uit	19
3.4 Prioritering rwzi's	21
3.4.1 Prioritering op basis van jaardebiet	22
3.4.2 Prioritering op basis van effect op oppervlaktewater.....	22
3.4.3 Twee prioriteringen naast elkaar.....	25
3.5 Hotspots	25
4 Conclusie en aanbevelingen	27
4.1 Conclusies	27
4.2 Aanbevelingen	27
Bijlage 1 Meetgegevens geneesmiddelen in oppervlaktewater en effluent	30
Bijlage 1.1 Rapportagegrenzen	31
Bijlage 1.2 Metingen in het effluent	32
Bijlage 1.3 Metingen in oppervlaktewater	41
Bijlage 2 Analyse meetwaarden en modelberekeningen	58
Bijlage 3 Modelresultaten Friese Boezem	68
Bijlage 4 Modelresultaten Opsterlandse Compagnonsvaart	75
Bijlage 5 Prioritering.....	82

Bijlage 6	Vergelijking weer 2008 en 2013/2014 aan de hand van de totale hoeveelheid neerslag op de
boezem	84

Colofon.....	85
---------------------	-----------

Samenvatting

Microverontreinigingen in het oppervlaktewater hebben al geruime tijd de aandacht. Waar het eerst vooral om bestrijdingsmiddelen en persistente organische stoffen als PAK's ging, staan nu ook de geneesmiddelen in de belangstelling. Voor geneesmiddelen is nog geen duidelijk beleid geformuleerd; men verkeert nog in de fase van het formuleren van beleid.

Vanuit de STOWA loopt op dit moment een project om de hotspots in beeld te brengen. Dit betekent dat de waterschappen in beeld brengen op welke locaties de concentraties geneesmiddelen in het oppervlaktewater het hoogst zijn. De door STOWA omschreven hotspot-analyse omvat 3 onderdelen:

- Emissies in kaart brengen;
- Prioriteren locaties;
- Prioriteren maatregelen.

In dit kader heeft Wetterskip Fryslân opdracht gegeven aan ARCADIS om – met behulp van Sobek-modelberekeningen – de concentraties geneesmiddelen in het oppervlaktewater ruimtelijk in beeld te brengen. Het doel van deze modelberekeningen is nadrukkelijk niet om van elk geneesmiddel de exacte concentratie te voorspellen. Eerder om een inzicht te verwerven in ruimtelijke patronen en hotspotlocaties. Hiermee brengt dit project inzicht in de emissies en de omvang van de beïnvloeding van het oppervlaktewater en daarmee een basis voor prioritering van locaties.

Met Sobek is de emissie van geneesmiddelen vanuit rwzi's gemodelleerd. Hiervoor is het jaar 2008 gebruikt, omdat voor dit jaar een goede waterkwaliteitsmodellering beschikbaar is. De stof Gabapentine is gemodelleerd. Dit is een geneesmiddel dat gebruikt wordt bij epilepsie. Deze stof is gekozen omdat het slecht afbreekbaar is en daarmee een goede tracer voor een breder pallet aan geneesmiddelen. Bovendien is de stof goed meetbaar in effluenten en oppervlaktewater. De berekeningen met het model kunnen dan worden gecontroleerd.

Voor het bepalen van de hotspots zijn twee methoden voor prioritering gebruikt:

- de rwzi's met een grote vracht;
- de rwzi's die leiden tot een groot volume oppervlaktewater met hoge concentraties.

De twee methoden van prioritering leiden tot een verschillend resultaat. Hiermee wordt bevestigd dat het debiet en de vracht niet de enige bepalende factoren zijn. De waterhuishouding ter plaatse van de lozing (verdunding) is bepalend voor de omvang van de verontreiniging. Uit beide methoden volgt een top 5, welke de hotspotlocaties vormen.

Rwzi's met de grootste vracht (bepaald op basis van het debiet van de rwzi's)	Rwzi's met een groot volume water met een overschrijding van een bepaald concentratie-niveau
Leeuwarden, Drachten, Heerenveen, Sneek, Franeker	Drachten, Leeuwarden, Sneek, Harlingen, Heerenveen.

1

Inleiding

Microverontreinigingen in het oppervlaktewater hebben al geruime tijd de aandacht. Waar het eerst vooral om bestrijdingsmiddelen en persistente organische stoffen als PAK's ging, staan nu ook de geneesmiddelen in de belangstelling. Voor geneesmiddelen is nog geen duidelijk beleid geformuleerd; men verkeert nog in de fase van het formuleren van beleid.

Vanuit de STOWA loopt nu een project om een handreiking op te stellen om de hotspots in beeld te brengen. Dit betekent dat de waterschappen in beeld brengen op welke locaties de concentraties geneesmiddelen in het oppervlaktewater het hoogst zijn.

STOWA-project hotspotanalyse geneesmiddelen

De invloed van de lozing door een rioolwaterzuiveringsinstallatie (rwzi) is niet op alle locaties even groot: de impact van een grote rwzi die loost op een klein oppervlaktewater is veel groter dan die van een grote rwzi die loost op rijkswateren. Hierdoor geldt dat investeren in maatregelen op sommige rwzi's meer effect heeft dan investeren in maatregelen op andere rwzi's. Daarom is er behoefte om locaties met de grootste impact op het oppervlaktewater te prioriteren. Dergelijke hotspots kunnen vastgesteld worden door de emissie te koppelen aan de kenmerken van het ontvangende watersysteem. Door hotspots als eerste aan te pakken, is de milieuwinst maximaal terwijl de kosten beperkt worden.

De hotspotanalyse – zoals omschreven door STOWA – geeft antwoord op de volgende vragen:

1. Emissie in kaart brengen
 - a. Wat is de emissie van geneesmiddelen vanuit een rwzi naar het oppervlaktewater?
 - b. Tot welke concentraties leidt dit in het ontvangende oppervlaktewater?
 - c. Welke bijdrage leveren de verschillende bronnen (ziekenhuizen, zorginstellingen of woonwijken)?
2. Prioriteren locaties
 - a. Waar zijn de (verwachte) concentraties in het oppervlaktewater het hoogst?
 - b. Welke rwzi levert de grootste vracht naar het oppervlaktewater?
 - c. Waar worden de functies van het oppervlaktewater bedreigd?
3. Prioriteren maatregelen
 - a. Welk aandeel kan verwijderd worden door aanvullende maatregelen op de rwzi?
 - b. Welk aandeel kan verwijderd worden door maatregelen aan de bron (bij een ziekenhuis of een zorginstelling)? Zijn maatregelen aan de bron kosteneffectief?
 - c. Waar leveren maatregelen de grootste winst voor de kwaliteit van het oppervlaktewater?

De hotspotanalyse is een belangrijke eerste stap vormen in de bestuurlijke discussie over het wel of niet nemen van maatregelen.

Vraagstelling

In dit kader heeft Wetterskip Fryslân opdracht gegeven aan Arcadis om – met behulp van Sobek-modelleringen – de concentraties geneesmiddelen in het oppervlaktewater ruimtelijk in beeld te brengen. Het is bij deze modelleringen nadrukkelijk niet het doel om van elk geneesmiddel de exacte concentratie te voorspellen. Eerder om een inzicht te verwerven in ruimtelijke patronen en hotspotlocaties. Dit project omvat geen volledige hotspotanalyse zoals omschreven door de STOWA. Wij richten ons op de vragen 1a, 1b, 2a, en 2b. Daarbij is niet alleen de vracht en de concentratie in het oppervlaktewater berekend maar ook het volume van het oppervlaktewater waar een concentratie wordt bereikt boven een bepaald niveau. Immers als er een bepaalde concentratie aan geneesmiddelen zou leiden tot schade, dan is het totale volume waarin die kritische concentratie wordt overschreden bepalend voor de ernst van de problematiek.

2

Uitgevoerde werkzaamheden

Met een Sobek-model is de verspreiding van geneesmiddelen in beeld gebracht. Dit hoofdstuk beschrijft de werkwijze.

Stappenplan

De uitgevoerde werkzaamheden zijn onder te verdelen in drie verschillende stappen:

1. Bepalen van de uitgangspunten;
2. Model opbouwen en uitvoeren berekeningen;
3. Resultaten verwerken.

2.1 BEPALEN VAN DE UITGANGSPUNTEN

Modellen

De meeste rwzi's lozen op de Friese Boezem. Hiervan is een Sobek-model beschikbaar, waarmee eerder waterkwaliteitsberekeningen zijn uitgevoerd voor stikstof en fosfaat. Daarnaast zijn er twee rwzi's, die buiten de boezem lozen en die wel meegenomen worden in dit project. Dit zijn rwzi Wijnjewoude en rwzi Oosterwolde. Deze lozen op de Opsterlandse Compagnonsvaart. Deze vaart is opgenomen in het recent opgestelde model van de Tjonger.

Rekenperiode

Met behulp van Sobek wordt een periode van één jaar gesimuleerd. Het gaat hierbij om het jaar 2008. De keuze voor het jaar is gebaseerd op de beschikbaarheid van de gegevens in reeds aanwezige Sobek-modellen. Het model wordt eerst één maal doorgerekend. De uitkomst van deze berekening vormt vervolgens het startpunt van de volgende tweede berekening. Dit betekent dat het jaar 2008 tweemaal achter elkaar doorgerekend wordt.

Conservatief transport

Bij de modellering wordt de effluentlozing van de rwzi's meegenomen en hier wordt een concentratie geneesmiddelen aan gekoppeld. In de modellering wordt gewerkt met een conservatieve stof; aangenomen wordt dat de stof niet in het water wordt afgebroken. Hiermee geven de berekeningen een overschatting van de werkelijke waarde. De waarde nabij de rwzi's wijkt minder af van de waarde verder van de rwzi af. Immers, hoe verder van het lozingspunt, hoe meer mogelijkheden er in de praktijk zijn voor afbraak.

Keuze geneesmiddel

In de periode april 2013-april 2014 heeft Wetterskip Fryslân metingen uitgevoerd naar concentraties geneesmiddelen in effluent en oppervlaktewater. De uitkomsten van dit meetprogramma gebruiken we bij de modelberekeningen. Er zijn metingen uitgevoerd op zeven rwzi's en op dertien locaties in het oppervlaktewater.

Hierbij zijn 25 stoffen geanalyseerd. Deze stoffen zijn opgenomen in een meetpakket dat ontwikkeld is onder regie van het ILOW (het samenwerkingsverband van laboratoria van de waterbeheerders). Deze stoffen kunnen in 1 analysegang worden gemeten. Dit beperkt de kosten van het onderzoek. Het gaat om de volgende geneesmiddelen:

1. Iopamidol
2. Amidotrizoic acid
3. Metoprolol
4. Sotalol
5. Dimetridazole
6. Lidocaine
7. Sulfamethoxazole
8. Trimethoprim
9. Claritromycine
10. Pentoxifylline
11. Ciprofloxacin
12. Clindamycine
13. Carbamazepine
14. Gabapentine
15. Bezafibraat
16. Diclofenac
17. Irbesartan
18. Ketoprofen
19. Pipamperon
20. Clozapine
21. Dipyridamole
22. Hydrochloorthiazide
23. Phenazon
24. Valsartan
25. Oxazepam

Daarnaast geldt dat een aantal stoffen wel in het ILOW pakket zitten, maar dat deze niet meegenomen zijn binnen de meetcampagne. Deze zijn (nog) niet operationeel binnen Wetterskip Fryslân. Het gaat hierbij om ciprofloxacin, pipamperon en in sommige gevallen ook clozapine.

Om modeluitkomsten te vergelijken met gemeten concentraties is gezocht naar een geneesmiddel dat slecht afbreekt. Dan komt het model zonder afbraak immers zo goed mogelijk overeen met de praktijk. Daarnaast is gezocht naar een geneesmiddel waarvan gebleken is dat het zowel in de effluënten als in het oppervlaktewater goed meetbaar is. Dit heeft geleid tot de keuze van gabapentine, een geneesmiddel dat wordt toegepast bij epilepsie.

Concentraties

Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van vaste concentraties voor verschillende bronnen (herkomst). Het is bekend dat dit niet waarheidsgetrouw is. Maar deze studie heeft tot doel om een globaal inzicht te krijgen en niet om exacte concentraties af te kunnen lezen en daarom is voor deze versimpelde aanpak gekozen. In onderstaande tabel staan de concentraties die zijn gebruikt bij de modelleringen. De gehanteerde concentraties in

IJsselmeerwater en in effluenten van de rwzi's zijn gebaseerd op de metingen door Wetterskip Fryslân in de periode 2013-2014.

Bron	Concentraties gabapentine (ng/l)
IJsselmeerwater	175
Effluent rwzi's	1000
Effluent rwzi Workum ¹	250
Randen van model	100
Startwaarde oppervlaktewater bij eerste berekening	100

Tabel 1 Bronnen en concentraties.

De randen in het model zijn de punten in het model waar water van elders het model instroomt. Als rand in het Friese Boezem model geldt het vrij afwaterende gebied in het zuidoosten. De concentratie is op 100 ng/l gesteld. Dit is gelijk aan de startwaarde in de Friese Boezem. Er is voor gekozen om dit water een concentratie mee te geven, anders werkt het verdunnend op het water in de Friese Boezem. In het model zien we niet veel terug van dit water; het gaat om een relatief klein debiet. Aangenomen is dat het water uit de polders geen gabapentine bevat. Het debiet van de polders naar de boezem is met name in natte seizoenen veel groter. Dit zorgt al snel voor verdunning en daarmee een daling van de concentratie.

2.2 MODEL OPBOUWEN EN UITVOEREN BEREKENINGEN

2.2.1 FRIESE BOEZEM

Het model van de Friese Boezem is het model wat eerder gebruikt is door Arcadis voor waterkwaliteitsberekeningen in het Friese Boezem. De watergangen van het model zijn weergegeven in figuur 1. Het model rekent in Sobek versie 2.12.003.

Bij dit model zijn de volgende wijzigingen doorgevoerd:

- Rekenen met een conservatieve tracer: gabapentine;
- Concentraties in effluenten rwzi's op 1000 ng/l; effluent rwzi Workum op 250 ng/l;
- Randen van het model (m.u.v. IJsselmeer) op 100 ng/l; dit is de achtergrondwaarde;
- Er zijn twee scenario's opgesteld:
 - IJsselmeerwater een concentratie van 175 ng/l;
 - IJsselmeerwater een concentratie van 0 ng/l.
 Deze scenario's brengen het effect van het ingelaten IJsselmeerwater in beeld.
- Tweemaal het jaar 2008 doorrekenen; eerste maal om model in te rekenen en een realistische startwaarde te krijgen; anders dan de arbitrair gekozen en overal gelijke waarde van 100 ng/l.

¹ Rwzi Workum heeft een afwijkende concentratie. Uit de metingen van het effluent blijkt dat deze rwzi duidelijk lagere concentraties gabapentine in het effluent heeft. Dit hangt samen met het relatief grote aandeel afvalwater van een zuivelbedrijf dat op de rwzi wordt behandeld. Omdat hier zo'n duidelijk anders beeld uit de metingen is gekomen, is ervoor gekozen om met deze aangepaste concentratie in het model te rekenen.



Figuur 1. Watergangen in het model voor de Friese Boezem.

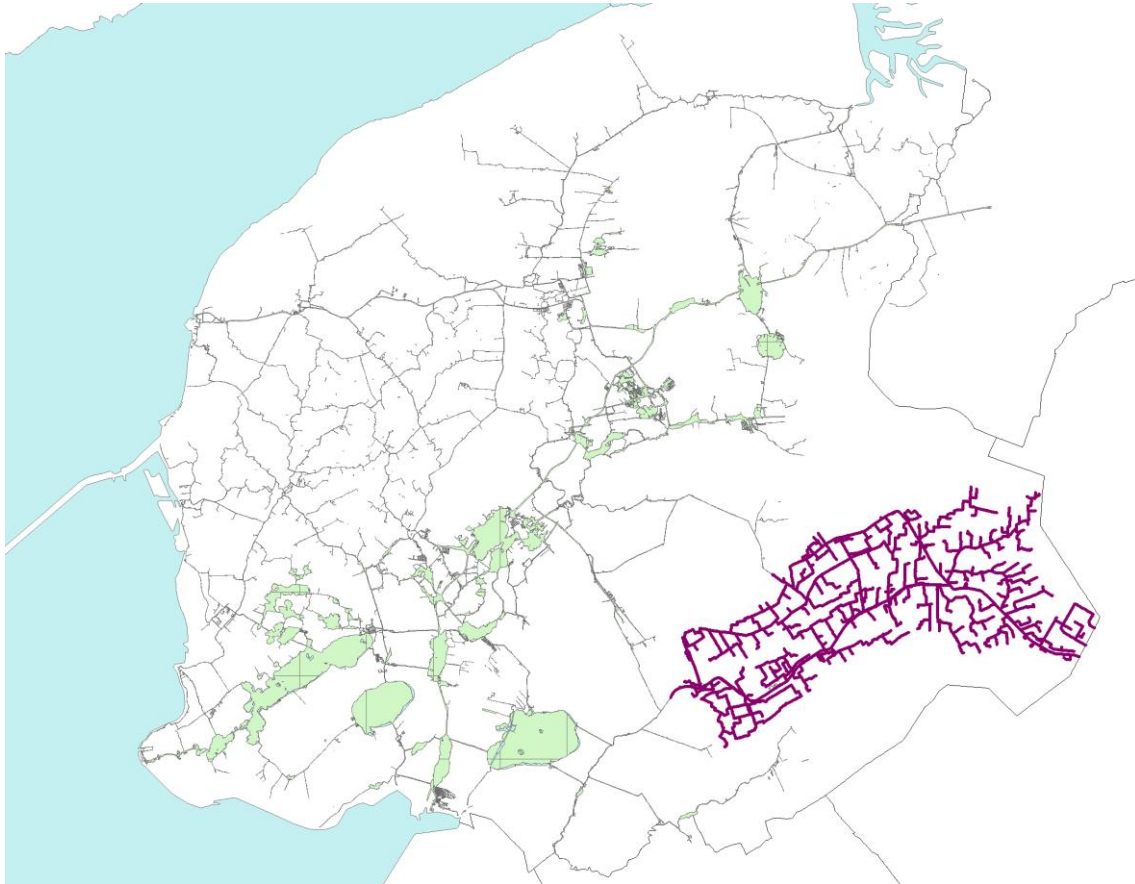
2.2.2 OPSTERLANDSE COMPAGNONSVAART

Het model voor de Opsterlandse Compagnonsvaart is het model van de Tjonger dat in januari 2015 is opgeleverd door Anteagroup. Het model rekt in Sobek versie 2.13.002. Het grote verschil tussen dit model (een Sobek RR-FF model) en dat voor de Friese Boezem (een Sobek CF model) is het detailniveau. De Friese Boezem modelleert alle boezemwateren en neemt geen polderwater mee. Het polderwater wordt als rand op het boezemmodel gezet. Het model voor de Opsterlandse Compagnonsvaart heeft wel de polderwateren in het model opgenomen. Hierdoor wordt de interactie tussen polder en boezem ook meegenomen bij het modelleren van de gabapentine. We zien in het model gabapentine terug in het polderwater. In het Friese Boezemmodel is er op veel locaties ook sprake van waterinlaat in de zomer van de boezem naar de polder. In het model verdwijnt op zo'n moment wel gabapentine uit het watersysteem maar we zien het niet in de polderwateren terug omdat deze buiten het boezemmodel vallen.

Bij het model voor de Opsterlandse Compagnonsvaart zijn de volgende wijzigingen doorgevoerd:

- Samenvoegen van rekenpunten 2102 en 2103 (node ID's van de fixed calculation points) tot één rekenpunt; hierdoor rekt model sneller en stabiel;
- Delwaq-schematisatie aanmaken voor het rekenen met waterkwaliteit;
- Rekenen met een conservatieve tracer: gabapentine;
- Concentraties voor rwzi's op 1000 ng/l;

- Randen van het model op 100 ng/l; dit is de achtergrondwaarde;
- Tweemaal het jaar 2008 doorrekenen; eerste maal om model in te rekenen en een realistische startwaarde te krijgen; anders dan de arbitrair gekozen en overal gelijke waarde van 100 ng/l.



Figuur 2. Watergangen in model Opsterlandse Compagnonsvaart.

2.3 VERWERKEN RESULTATEN

De resultaten van de modelberekeningen zijn vergeleken met de meetwaarden. De metingen zijn uitgevoerd in de periode april 2013-april 2014 terwijl het model het jaar 2008 doorrekent. Om de waarden naast elkaar te zetten is gekeken naar dag en maand en niet naar het jaartal.

Dit leidt tot de volgende vergelijkingen:

- Model 1 januari t/m 31 maart 2008 met de meetwaarden 1 januari t/m 31 maart 2014;
- Model 1 april t/m 31 december 2008 met de meetwaarden 1 april t/m 31 december 2013.

Voor 10 meetlocaties in het oppervlaktewater zijn de meetgegevens naast de modelresultaten gelegd. Eén van deze locaties (0081) valt binnen het modelgebied van de Opsterlandse Compagnonsvaart, de overige negen vallen binnen de Friese Boezem. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de gebruikte meetpunten en de codering van de locaties in het model die zijn gebruikt in de analyse.

Code meetpunt	Omschrijving meetpunt	x-coördinaat	y-coördinaat	Sobek Delwaq-segment
0026	Van Harinxmakanaal, Kiesterzijl	162880	577040	143
0029	Van Harinxmakanaal, Leeuwarden	182300	577500	188
0033	Pr. Margrietkanaal, Bergum	195250	577760	1967
0045	De Leijen, midden	200100	574860	1977
0052	Opeinderkanaal, Opeinde	199790	572220	2164
0075	Sneekmeer, midden	179470	560860	76
0081	Opsterlandse Compagnonsvaart, Hemrikkervert (Wijnjewoude)	205080	560248	3157
0090	Langweerderwielen, midden	178000	553240	275
0779	Workum, De Ikkers	158859	554044	1418
0842	Rjochte Grou, Grou	184863	567713	2001

Tabel 2. Meetpunten en beschrijvingen, en de locatie in het model waarvan de modelresultaten zijn gebruikt in de vergelijking.

Naast het presenteren van meetwaarden naast modelberekeningen, zijn voor elke modelrun ook een aantal kaarten gemaakt voor het presenteren van ruimtelijke patronen. Het gaat om de volgende kaarten:

- Jaargemiddelde concentratie;
- Zomergemiddelde concentratie; in de periode 1 april t/m 1 oktober;
- Maximumconcentratie (over het jaar).

Bij de presentatie van de resultaten op kaart zijn de concentraties in vijf klassen zijn verdeeld. Om een vergelijking te kunnen maken tussen de effecten van de verschillende rwzi's op de waterkwaliteit, is een grenswaarde bepaald. Er zijn (nog) geen normwaarden voor gabapentine en daarom is een eigen grenswaarde gekozen. Deze grenswaarde is vastgesteld op 100 ng/l, oftewel 0,0001 mg/l. Vervolgens is gekeken in welke gebieden de jaargemiddelde concentraties gabapentine boven deze grenswaarde ligt. Om prioriteiten te bepalen zou de lengte of het oppervlak van de trajecten met een overschrijding van die grenswaarde maatgevend kunnen zijn. Het volume water waarin de grenswaarde wordt overschreden is echter meer van betekenis. Daarom is het watervolume van de gebieden met een overschrijding bepaald en er is bepaald door welke rwzi deze overschrijding van de grenswaarde wordt veroorzaakt. Hierdoor ontstaat een overzicht van de rwzi's met per rwzi het volume water boven de grenswaarde.

Voor het Fries Boezem model is het volume als volgt bepaald:

- Vaststellen gebied met jaargemiddelde concentratie boven 0,0001 mg/l (100 ng/l);
- Dit gebied selecteren en via de optie "storage graph"² het volume bepalen in dit gebied bij een waterstand van -0,52 m NAP (gemiddelde waterstand in de Friese Boezem).

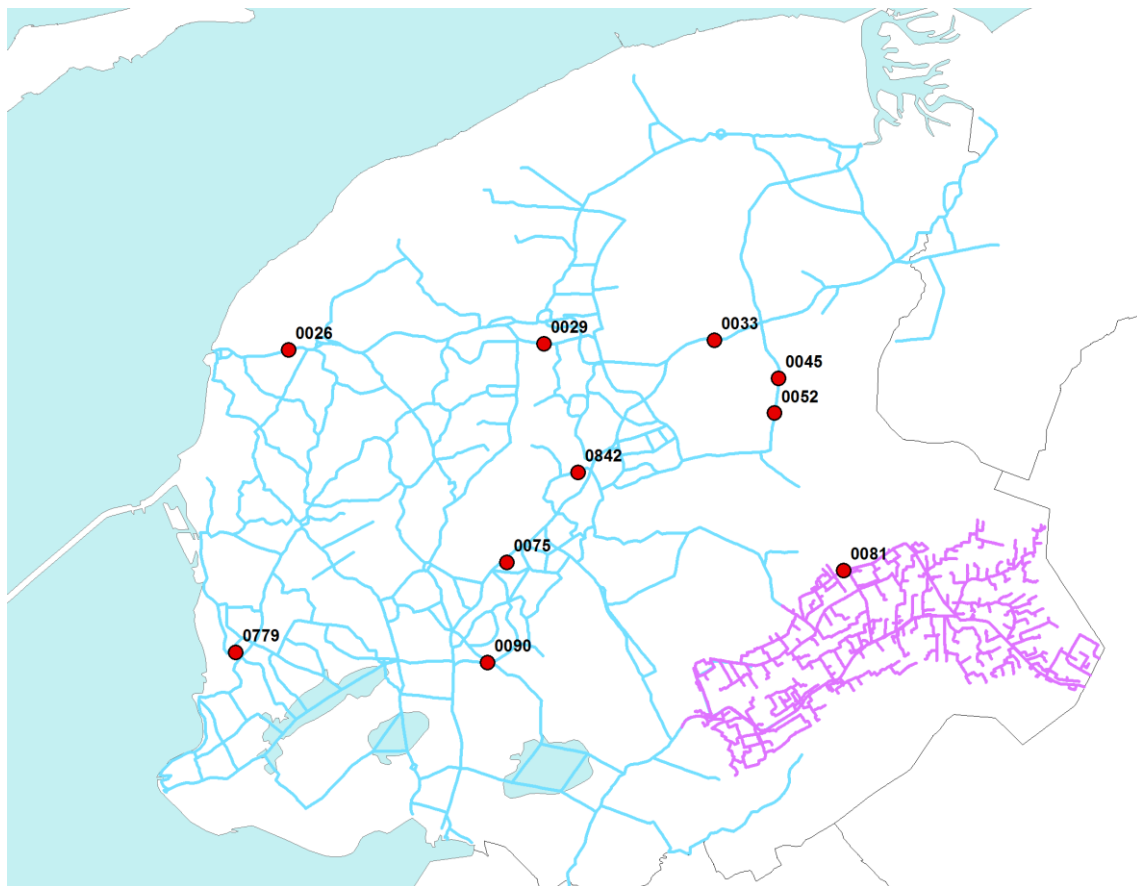
Voor het gebied Opsterlandse compagnonsvaart is op soortgelijke wijze het volume bepaald van het gebied met een overschrijding van de grenswaarde 100 ng/l. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de Opsterlandse compagnonsvaart zelf en het 'poldergebied' dat onder invloed staat van inlaatwater vanuit de vaart.

² Bij de storage graph wordt geen "storage in nodes" meegenomen omdat dit onverklaarbare resultaten geeft. Berging in de bergingsknopen wordt, indien van toepassing, los toegevoegd aan de volume wat wordt bepaald door de storage graph.

3 Resultaten

3.1 MEETWAARDEN EN MODELBEREKENINGEN

In de analyse tussen meetwaarden en modelberekeningen zijn een tiental meetpunten meegenomen. Deze meetpunten staan in onderstaande figuur.



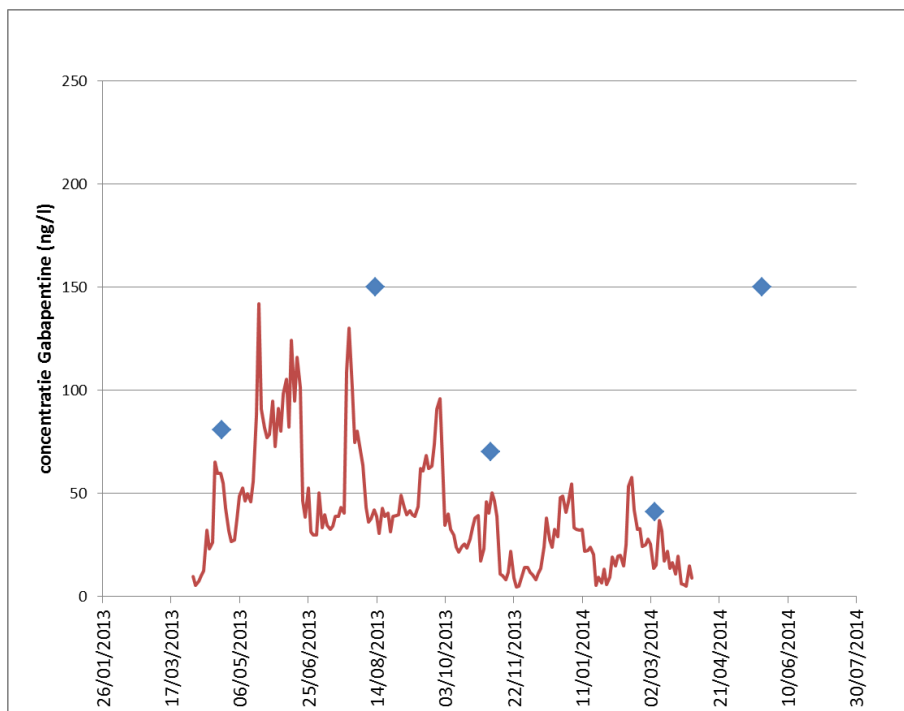
Figuur 3. Meetpunten gebruikt voor analyse tussen meetwaarden en modelberekeningen (blauw = wateren in model Friese Boezem, paars = wateren in model Opsterlandse Compagnonsvaart).

De meetgegevens zijn momentopnamen terwijl de modelberekeningen een continu beeld laten zien van het verloop van de concentraties. Onderstaande grafieken geven voor een aantal punten het verloop door het jaar heen voor zowel meetwaarden als modelberekeningen. Deze grafieken laten zien dat beide waarden in dezelfde

range van concentraties liggen. En beiden volgen een zelfde verloop waarbij in de zomer de concentraties geneesmiddelen in het oppervlaktewater hoger liggen dan in de winter. De meetgegevens zijn van 2013 en 2014 terwijl de modelberekening uitgaat van het jaar 2008.

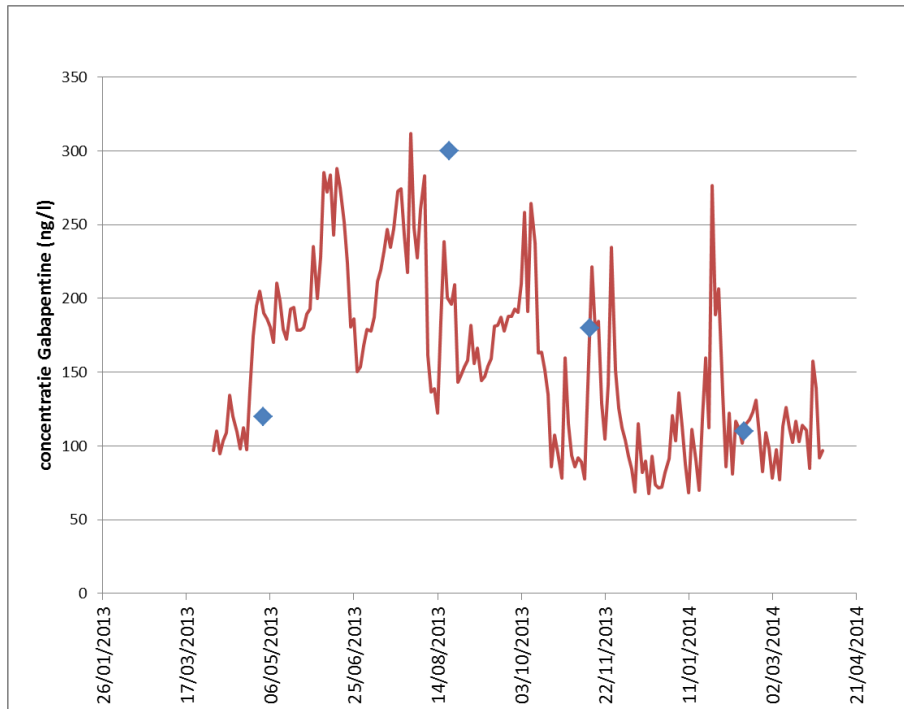
De exacte patronen in het jaar zullen verschillend zijn tussen deze jaren maar de algemene trend in het patroon in de boezem is redelijk gelijk. Het betekent dat pieken niet hoeven te overlappen maar dat de algehele trend wel in een gelijke orde van grootte hoort te liggen. Een volledig overzicht van grafieken voor alle meetpunten is te vinden in Bijlage 2.

Terzijde zij opgemerkt dat het patroon van de berekende concentraties bepaald wordt door het effluentdebiet en de verdunning in het water waar geloosd wordt, immers de concentratie in de effluënten is op een (jaarrond) constante waarde (1000 ng/l) gezet.



Figuur 4. Berekende concentraties en gemeten concentraties gabapentine op meetpunt 779 (Workum). Berekende concentraties in 2008 zijn gepresenteerd op de meetperiode van april 2013-april 2014.

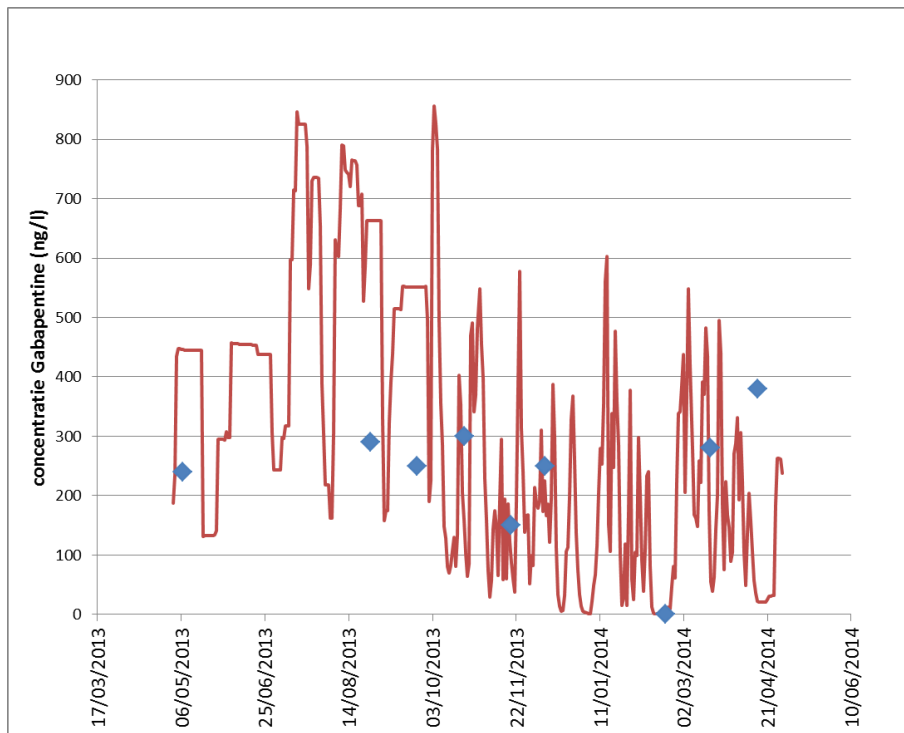
In Figuur 4 staan de gemeten en berekende waarden voor meetpunt 779. Dit ligt bij Workum. Dit gebied heeft relatief lage waarden voor gabapentine in het oppervlaktewater. Dit is gerelateerd aan de beperkte invloed van rwzi's in dit gebied en de lage concentratie gabapentine die uit de rwzi van Workum komt (250 ng/l ten opzichte van de standaardwaarde voor rwzi's van 1000 ng/l). De jaargemiddelde waarde komt niet boven de grenswaarde van 100 ng/l. Wel komen er incidenteel pieken boven deze waarde uit. De metingen en berekende waarde liggen in dezelfde orde van grootte, maar de metingen liggen wel structureel hoger. Dit is een indicatie voor onderschatting in de modelberekeningen.



Figuur 5. Berekende concentraties en gemeten concentraties gabapentine op meetpunt 52 (Opeinderkanaal). Berekende concentraties in 2008 zijn gepresenteerd op de meetperiode van april 2013-april 2014.

In Figuur 5 staan de gemeten en berekende waarden voor meetpunt 52. Dit meetpunt ligt in het Opeinderkanaal nabij rwzi Drachten. In de berekeningen zijn duidelijke pieken zichtbaar die te relateren zijn aan de pieken in de rwzi-debieten. De concentraties in het oppervlaktewater worden hier sterk bepaald door de rwzi. En de berekende waarden zijn sterk vergelijkbaar met de gemeten waarden.

Figuur 6 geeft de gemeten en berekende waarden voor meetpunt 81. Dit meetpunt ligt in de Opsterlandse Compagnonsvaart, benedenstrooms van beide rwzi's (Wijnjewolde en Oosterwolde). De berekende concentraties zijn zeer hoog, met veel variatie tussen hoge en lage waarden. De meetwaarden liggen ook hoog, maar zijn niet zo hoog als de pieken in de berekende concentraties. De maximale gemeten waarden liggen duidelijk lager dan de maximum berekende waarden. De gemiddelde waarden liggen meer in lijn met elkaar. De pieken en dalen hangen samen met de kwantitatieve waterhuishouding van de Compagnonsvaart.



Figuur 6. Berekende concentraties en gemeten concentraties gabapentine op meetpunt 81 (Opsterlandse Compagnonsvaart). Berekende concentraties in 2008 zijn gepresenteerd op de meetperiode van april 2013-april 2014.

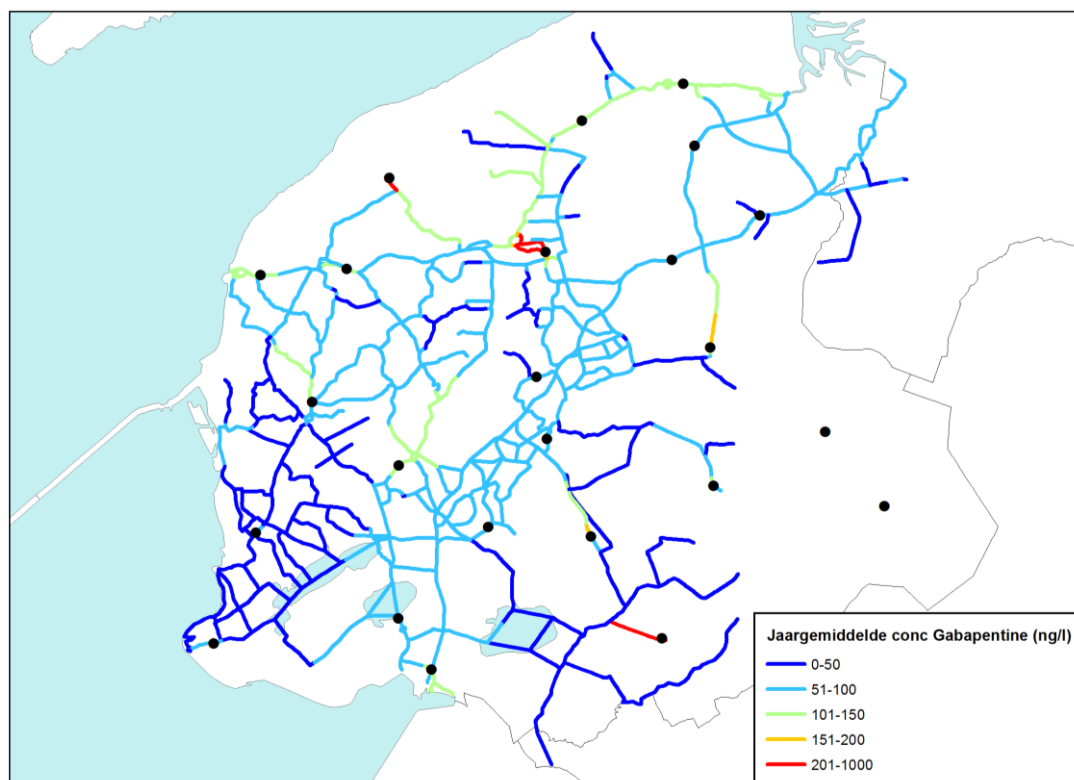
3.2 MODELRESULTATEN FRIESE BOEZEM

Met het model voor de Friese boezem zijn twee scenario's doorgekeken. De scenario's hebben een verschillende concentratie gabapentine toegekend aan het IJsselmeerwater. Met het doorrekenen van de twee scenario's wordt hiermee duidelijk wat de invloed van het ingelaten IJsselmeerwater is.

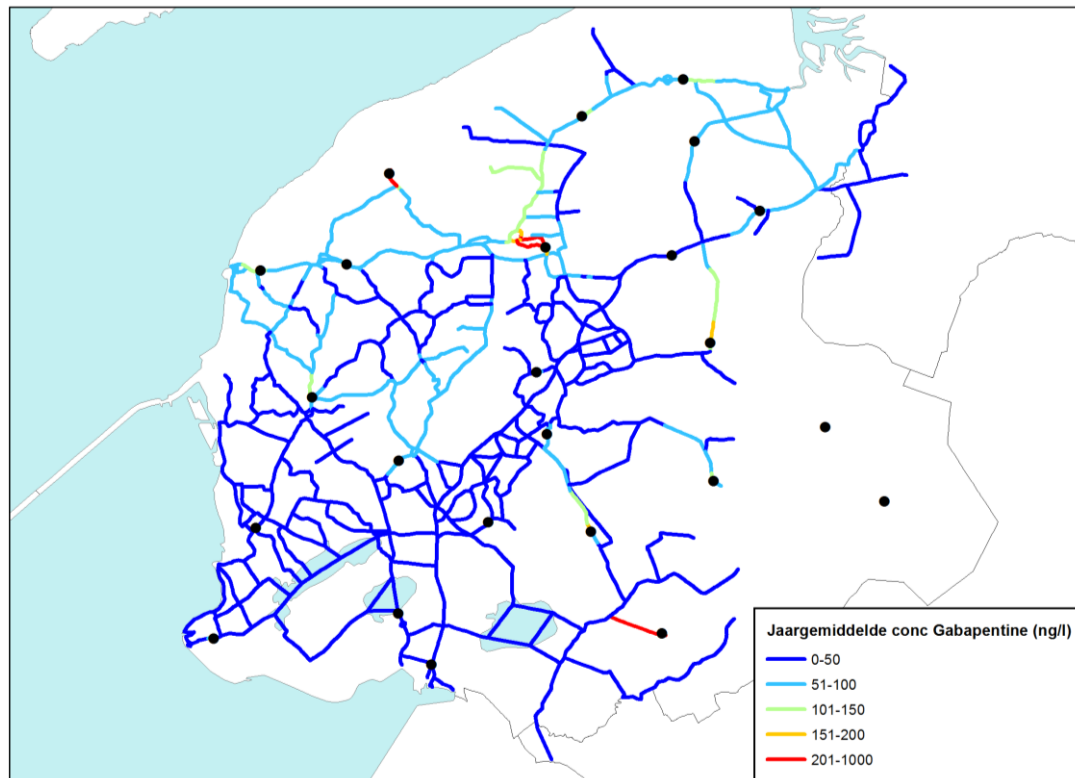
De twee scenario's:

- IJsselmeer 0. Het inlaatwater vanuit het IJsselmeer bevat geen Gabapentine. Bij dit scenario wordt hierdoor alleen gekeken naar de invloed van de rwzi's. De inlaat van IJsselmeerwater heeft in dit geval een positieve uitwerking doordat er verdunning optreedt;
- IJsselmeer 175. Het inlaatwater vanuit het IJsselmeer heeft een gabapentine-concentratie van 175 ng/l. Deze concentratie is afgeleid van meetgegevens van het IJsselmeerwater (zie bijlage 1.3.)

De twee scenario's laten een duidelijk verschil zien, en het is duidelijk dat het IJsselmeerwater effect heeft in een groot deel van de Friese boezem. In Figuur 7 en Figuur 8 staan de jaargemiddelde concentraties gabapentine op kaart weergegeven voor de Friese Boezem. Op basis van de berekeningen is een indeling in kwaliteitsklassen gemaakt die ook gebruikt is voor een markering in kleur. De inlaat van IJsselmeerwater leidt tot een verhoging van de concentraties gabapentine met 1 of 2 klassen. Dit effect wordt versterkt omdat in het 0-scenario het IJsselmeerwater een concentratie heeft van 0 en daarmee juist verdunnend werkt.



Figuur 7. Berekende jaargemiddelde concentratie gabapentine (ng/l) in het oppervlaktewater van de boezem (modelberekeningen jaar 2008, scenario IJsselmeer concentratie= 175 ng/l)



Figuur 8. Berekende jaargemiddelde concentratie gabapentine (ng/l) in het oppervlaktewater van de boezem (modelberekeningen jaar 2008, scenario IJsselmeer concentratie= 0 ng/l).

In beide scenario's zijn een aantal rwzi's duidelijk zichtbaar. Deze hebben een duidelijk (lokaal) effect op de gabapentineconcentraties in het oppervlaktewater. De rwzi's Leeuwarden, St. Annaparochie en Wolvega leiden tot de hoogste concentraties gabapentine (> 200 ng/l). Daarnaast zijn ook 'effecten' van de rwzi's Drachten en Heerenveen duidelijk zichtbaar.

De hoge waarden die worden aangetroffen hebben verschillende oorzaken. Het water op die locaties en trajecten bestaat voor een groot deel uit geloosd effluent. Dit kan komen door:

- Groot effluentdebiet. Dit is het geval voor Leeuwarden, Heerenveen, en Drachten. Hierbij heeft Leeuwarden het grootste debiet.
- Weinig andere waterbronnen op het lozingspunt. Dit is het geval voor Wolvega.

De berekeningen bij de rwzi van St. Annaparochie worden niet betrouwbaar geacht. Vermoedelijk is de modellering niet correct omdat het effluent in werkelijkheid wordt geloosd op het oppervlaktewater dat geen onderdeel is van de boezem.

3.3 MODELRESULTATEN OPSTERLANDSE COMPAGNONSVAART

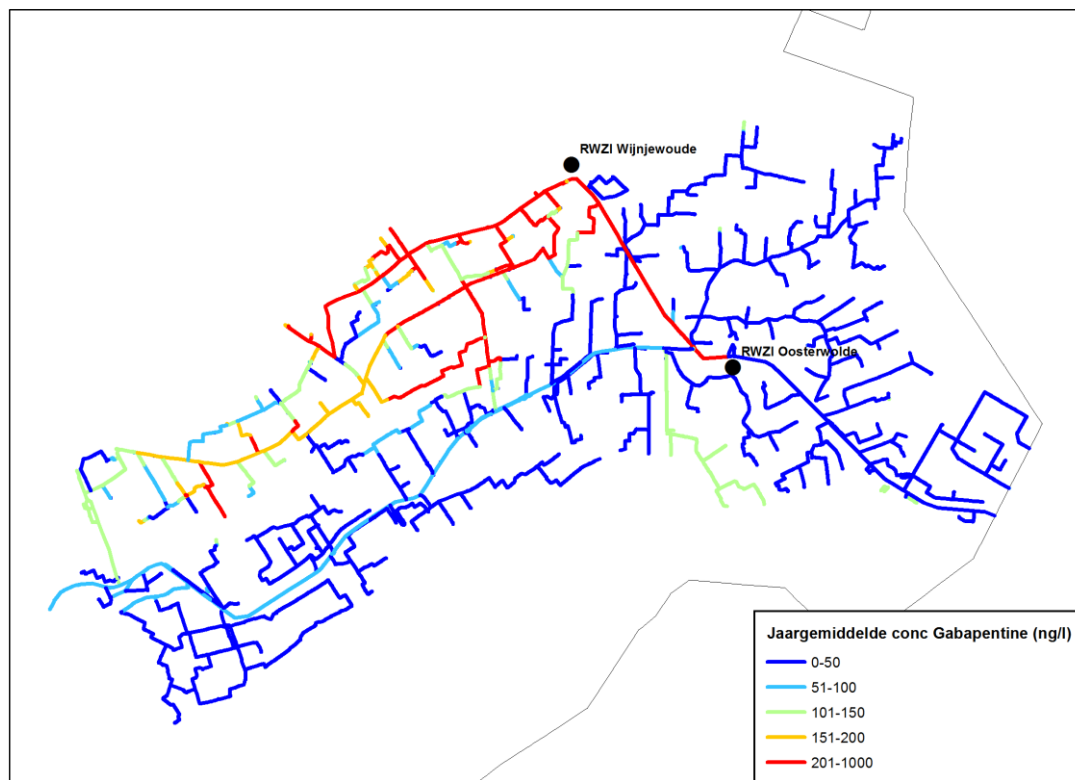
Het model voor de Opsterlandse Compagnonsvaart brengt het effect in beeld voor de rwzi's van Oosterwolde en Wijnjewoude. Voor de Opsterlandse Compagnonsvaart zijn twee scenario's doorgerekend:

- Wijnjewoude_Aan: in dit scenario zijn de rwzi's Oosterwolde en Wijnjewoude beiden meegenomen;

- Wijnjewoude_Uit: in dit scenario is het effect van rwzi Wijnjewoude op o gezet. Dit heeft te maken met de voorgenomen sluiting van rwzi Wijnjewoude. Dit scenario geeft een beeld van de situatie na sluiting. Rwzi Oosterwolde is gelijk gebleven.

3.3.1 SCENARIO WIJNJEWOUDE_AAN

De gemodelleerde waarden voor gabapentine zijn hoog, en de invloed van de twee lozingspunten bij de rwzi's rijkt ver, zoals te zien is in Figuur 9. Ook in het polderwater worden hoge concentraties berekend. In dit model zijn de rwzi's de enige bronnen die kunnen zorgen voor een hogere concentratie dan 100 ng/l (de waarde op de randen van het model en de startwaarde bij de eerste modelrun). De belangrijkste stroomrichting is duidelijk zichtbaar, maar het blijft niet beperkt tot 1 watergang waar het naartoe stroomt. Er zijn meerdere wateren die duidelijk beïnvloed worden door de rwzi-effluenten.



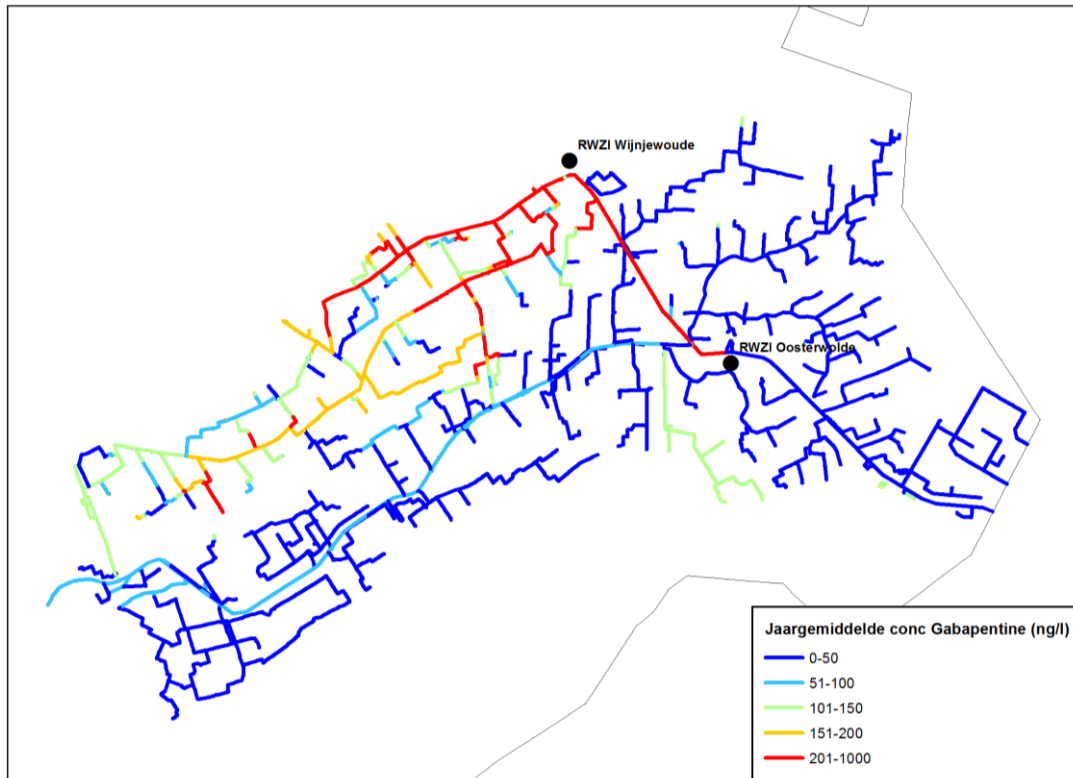
Figuur 9. Berekende jaargemiddelde concentratie gabapentine (ng/l) in het oppervlaktewater in en rond de Opsterlandse Compagnonsvaart (modelberekeningen jaar 2008, scenario Wijnjewoude Aan).

3.3.2 SCENARIO WIJNJEWOUDE_UIT

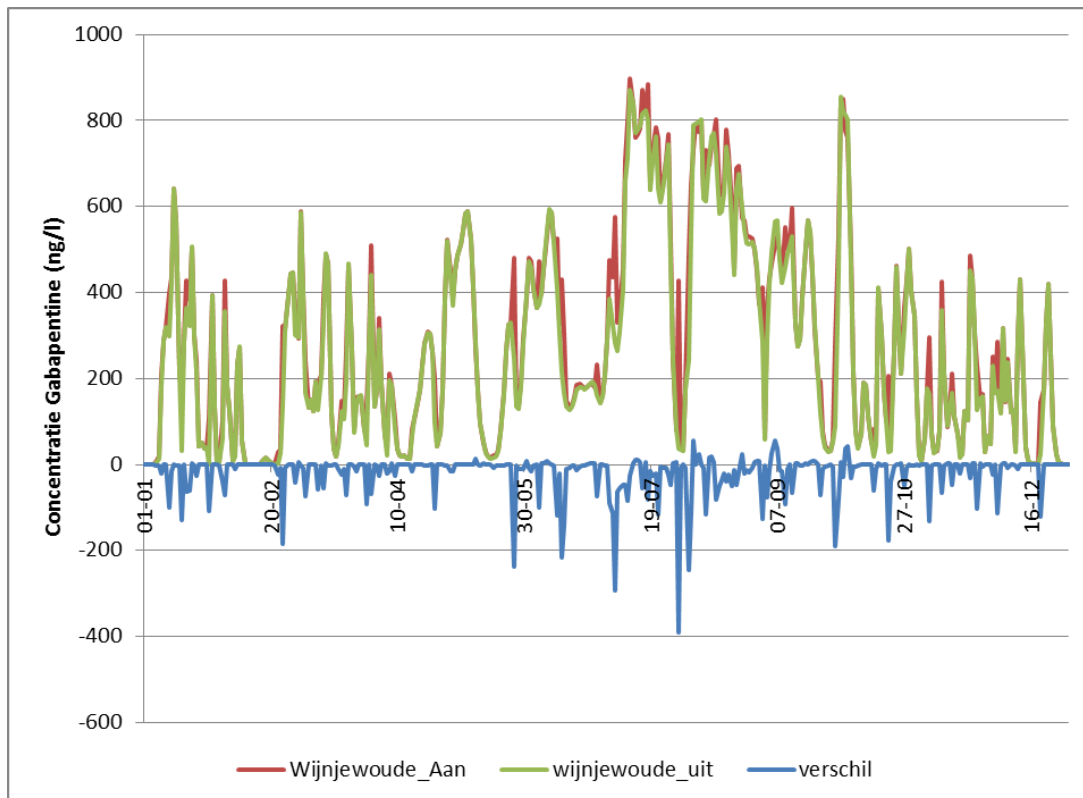
Figuur 10 geeft de jaargemiddelde concentratie Gabapentine weer in het geval dat het effluent van Wijnjewoude niet meer op het modelgebied loost. Er is geen groot verschil zichtbaar tussen de twee scenario's. Dit komt doordat:

- Het effluentdebiet van Wijnjewoude kleiner is dan die van Oosterwolde. Voor Wijnjewoude is het gemiddelde dag-debiet 388 m³ en voor Oosterwolde is het gemiddelde dag-debiet 2400 m³;

- De resultaten in klassen zijn weergegeven. De exacte verschillen tussen de scenario's zijn wel degelijk aanwezig. Dit is te zien in Figuur 11;
- De kaarten een gemiddelde situatie laten zien. Hierdoor worden de verschillen minder zichtbaar. Er zijn wel degelijk verschillen aanwezig.



Figuur 10. Berekende jaargemiddelde concentratie Gabapentine (ng/l) in het oppervlaktewater in en rond de Opsterlandse Compagnonsvaart (modelberekeningen jaar 2008, scenario Wijnjewoude_Uit).



Figuur 11. Concentraties Gabapentine in Opsterlandse Compagnonsvaart in de scenario's Wijnjewoude_Aan en Wijnjewoude_Uit, en het verschil tussen de twee scenario's.

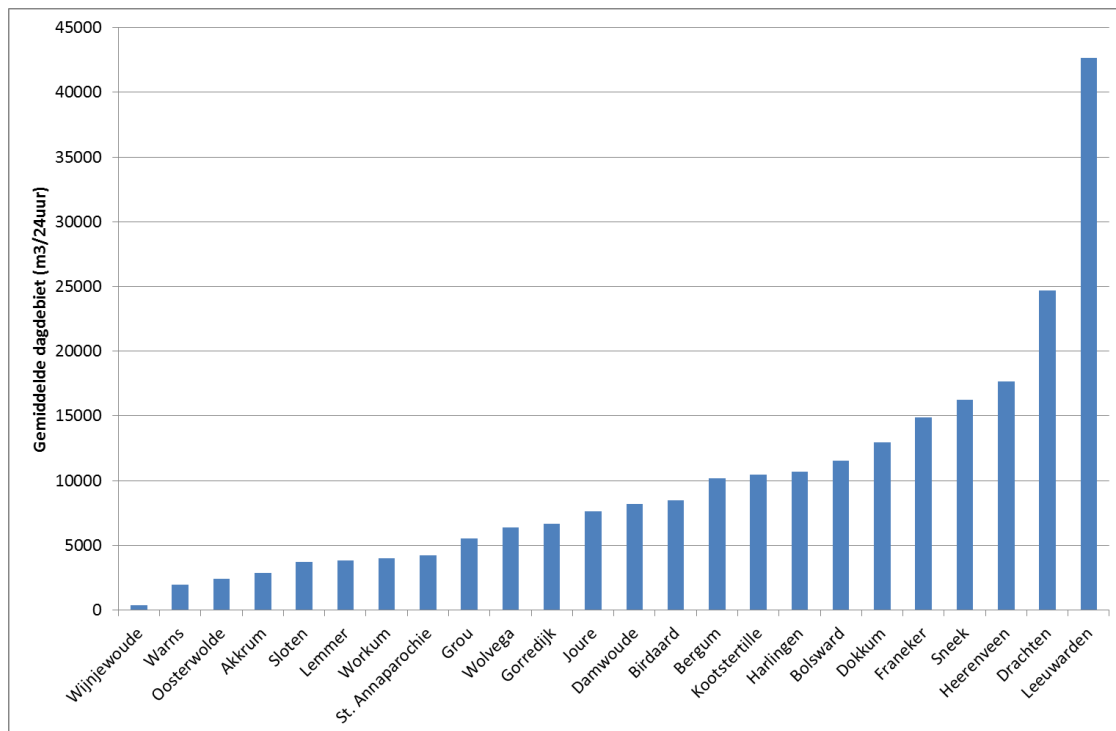
3.4 PRIORITERING RWZI'S

De modelresultaten tonen de verspreiding van geneesmiddelen in het oppervlaktewater. Dit geeft inzicht in de locaties waar relatief veel geneesmiddelen voorkomen. Aangezien deze studie zich richt op de rwzi's als bron van (humane) geneesmiddelen, geeft het ook inzicht in welke rwzi veel impact heeft. Het verminderen van de impact is onder andere mogelijk door het treffen van maatregelen op de rwzi. Dit betekent bijvoorbeeld dat er een extra zuiveringsstap toegevoegd moet worden. Het treffen van maatregelen op alle rwzi's is een kostbare zaak. Het is daarmee een logische stap om een prioritering op te stellen voor de zuiveringen, waar de maatregelen het meeste effect hebben. Deze prioritering kan op basis van verschillende criteria worden opgesteld. In deze paragraaf zijn twee criteria uiteengezet:

- Volume van het effluent. De zuivering met het grootste jaardebiet, loost het grootste volume water op de boezem. Uitgaande van een gelijke concentratie geneesmiddelen in het effluent, levert de rwzi met het grootste jaardebiet ook de grootste vracht geneesmiddelen aan de boezem;
- Effect op oppervlaktewater. Het effect van het rwzi-effluent op het oppervlaktewater is niet alleen afhankelijk van het effluentdebiet. Ook het ontvangende oppervlaktewater speelt hierin een rol. Immers, in een groot ontvangend water zal de concentratie geneesmiddelen minder snel toenemen dan in een klein water. Met het waterkwaliteitsmodel kan die verdunning worden berekend en vervolgens de resulterende concentratie en de omvang van het gebied waar een bepaalde concentratie wordt overschreden.

3.4.1 PRIORITERING OP BASIS VAN JAARDEBIET

Voor de prioritering van de rwzi's op basis van het jaardebiet is gekeken naar de effluentdebieten van de rwzi's zoals deze zijn opgenomen in de twee sobek-modellen. Het gemiddelde dagdebiet (per 24 uur) is in onderstaande grafiek voor alle rwzi's weergegeven. De rwzi's zijn geordend van groot naar klein debiet. In de grafiek is duidelijk zichtbaar dat Leeuwarden de grootste rwzi is en dat deze ook duidelijk een klasse groter is dan de overige rwzi's.



Grafiek 1. Debiet van de rwzi's (in gemiddeld dag-debiet in m³ effluent in het jaar 2008).

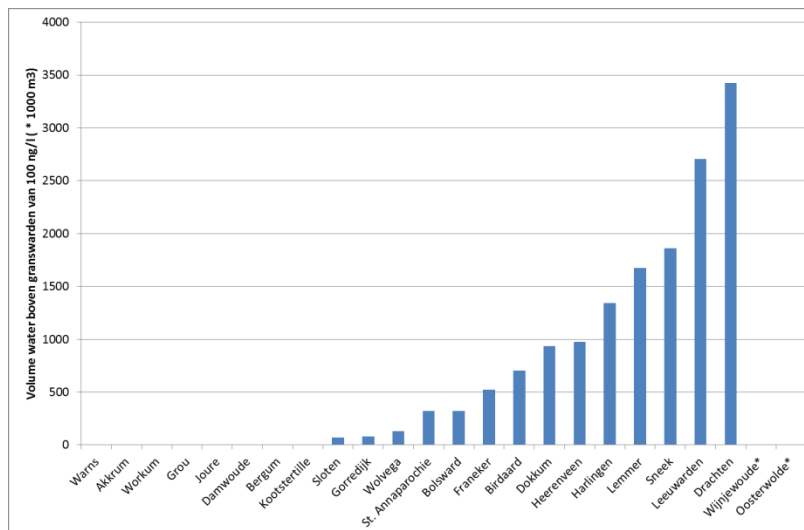
3.4.2 PRIORITERING OP BASIS VAN EFFECT OP OPPERVLAKTEWATER

Het effect op het oppervlaktewater is gedefinieerd als het volume water wat na lozing van het effluent boven de grenswaarde komt van 100 ng/l als jaargemiddelde concentratie gabapentine in het oppervlaktewater.

Onderstaande kaart geeft aan in welke delen van de Friese Boezem de grenswaarde wordt overschreden. Dit is bepaald om basis van het scenario IJsselmeer175. Dit scenario is het meest representatief voor de werkelijkheid omdat het IJsselmeerwater daarbij de concentratie heeft die gemeten is op de meetpunten.



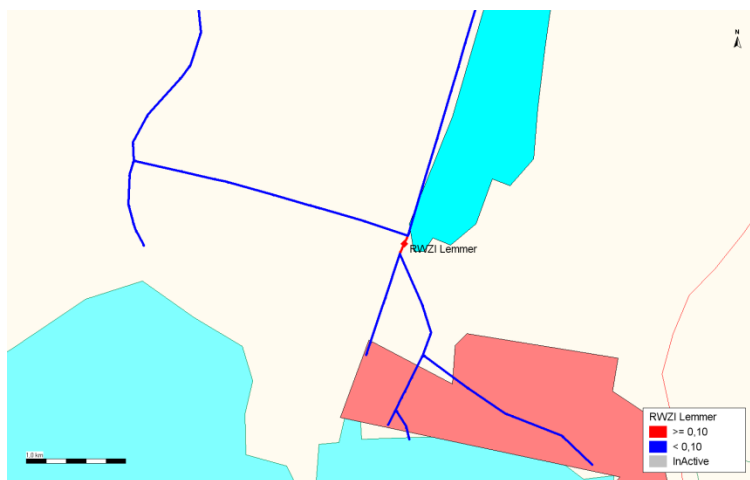
Figuur 12. Kaart met in rood de delen van de Friese boezem waar de jaargemiddelde concentratie gabapentine boven de grenswaarden van 100 ng/l ligt.



Figuur 13. Het volume water (in 1000 m³) nabij de rwzi's waar de grenswaarde van jaargemiddelde concentratie gabapentine van 100 ng/l wordt overschreden.

De situatie bij Lemmer vraagt enige toelichting. Rwwi Lemmer ligt dichtbij het punt waar water uit het IJsselmeer wordt ingelaten. De watervolumes zijn bepaald met het scenario IJsselmeer175. Aangezien de grenswaarde van 100 ng/l is gekozen, heeft het IJsselmeerwater een concentratie die boven deze grenswaarde ligt. Het gebied waar de jaargemiddelde concentraties boven de 100 ng/l komt kent dan ook twee oorzaken (bronnen): de rwwi en het inlaatwater. Op basis van de uitgevoerde modelberekeningen is het waarschijnlijk dat de overschrijding van de grenswaarde niet wordt veroorzaakt door de rwwi maar door het inlaatwater in de zomer. In scenario IJsselmeer175 veroorzaakt de inlaat van IJsselmeerwater een overschrijding, in aanvulling op de lozing van het effluent. Aangezien het effluent maar een beperkte invloed heeft (klein gebied heeft meer dan 10% invloed van rwwi, zie Figuur 14) is waarschijnlijk het grootste deel van de overschrijding van de grenswaarde veroorzaakt door IJsselmeerwater. Daarmee vervalt de rwwi Lemmer als hotspot.

In scenario IJsselmeero wordt water ingelaten met een concentratie van 0. Daarmee zorgt de inlaat voor verdunning en wordt het effect van het effluent afgevlakt door de inlaat van IJsselmeerwater.



Figuur 14. Weergave van de fractie effluentwater in het oppervlaktewater. Met rood het gebied aangegeven waar het effluentwater meer dan 10% van het oppervlaktewater bepaald.

Bij de bepaling van het beïnvloedingsgebied van de effluënten van de rwwi's van Wijnjewoude en Oosterwolde zijn eveneens de volumina bepaald waar het jaargemiddelde gehalte boven de 100 ng/l komt.

Van alle watergangen met de groene/ oranje/ rode klassen uit figuur 9 in de rapportage is het volume bepaald bij streefpeil:

- o Dit door overige watergangen (blauwe klassen) uit het Sobek model te verwijderen;
- o Alle 'dummytakjes' met o.a. open water in de polders zijn ook verwijderd;
- o De overgebleven watergangen in het model komen overeen met de groene/ oranje/ rode klassen uit figuur 9.
- o Hiervan is het volume bepaald.

Vervolgens een zelfde actie, dan alleen voor het 'rode deel' Opsterlandse Vaart.

Het resultaat is:

- Het volume in de Opsterlandse Compagnonsvaart met een jaargemiddelde overschrijding van 100 ng/l is 380.000 m³;
- Het totaal volume groene/ oranje/ rode watergangen (polder+ Opsterlandse Compagnonsvaart) is 1.280.000 m³;

- Het volume water buiten de Opsterlandse compagnonsvaart met een jaargemiddelde concentratie hoger dan 100 ng/l is dus 900.000 m³.

3.4.3 TWEE PRIORITERINGEN NAAST ELKAAR

De twee methoden van prioriteren leiden tot een verschillend resultaat. Hiermee wordt bevestigd dat het debiet en de vracht niet de enige bepalende factor zijn maar dat ook de mate van verdunning invloed heeft. Onderstaande tabel geeft de top vijf van de beide methoden van prioritering. Hier is te zien dat in beide lijsten de rwzi's van Drachten en Leeuwarden de top twee vormen. Deze twee rwzi's zijn dan ook zeker belangrijk in hun bijdrage aan de geneesmiddelenproblematiek in het oppervlaktewater. Drachten scoort hoger op basis van het volume met overschrijding. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de geringere verdunning in die omgeving. Ook Sneek komt in beide prioriteringen in de top 5 voor en is daarmee een rwzi met een belangrijke bijdrage.

Top 5 o.b.v. debiet en vracht	Top 5 o.b.v. volume water met 'overschrijding'
Leeuwarden	Drachten
Drachten	Leeuwarden
Heerenveen	Sneek
Sneek	Harlingen
Franeke	Heerenveen

Tabel 3. Overzicht van de top 5 rwzi's bij de prioriteringen. (Oosterwolde is niet meegenomen bij de top 5 obv volume water, maar hoort zeker thuis in dit rijtje)

De rwzi's Oosterwolde en Wijnjewoude vallen buiten de benadering voor het bepalen van volumes water boven de grenswaarde van 100 ng/l. De effecten van deze rwzi's zijn bepaald met een ander Sobek-model met een andere opzet (ook polderwater is meegenomen) en daarom zijn de volumes water niet vergelijkbaar. Op basis van de kaarten met verspreiding van de geneesmiddelen en de bijbehorende concentraties (Figuur 9 en 10) is wel duidelijk dat deze rwzi's tot hoge concentraties leiden ook buiten de Opsterlandse compagnonsvaart. En dat met name de rwzi van Oosterwolde hieraan een grote bijdrage levert. Beïnvloeding van de kwaliteit van het polderwater door inlaat van boezemwater (elders in het beheergebied) is dus aandachtspunt.

3.5 HOTSPOTS

De modelberekeningen laten verschillende hotspots zien; locaties waar geneesmiddelen (in dit geval gabapentine) in relatief hoge concentraties voorkomen. Een hotspot is echter niet alleen een locatie waar een hoge concentratie voorkomt. Binnen de aanpak van de hotspot-analyse zoals STOWA deze omschrijft staat het volgende vermeld:

Het ligt voor de hand om een hotspot te definiëren als die locatie waar de concentratie in het oppervlaktewater het hoogst is. Dit kan bijvoorbeeld een grote rwzi zijn die loost op een klein water. Deze definitie is echter te beperkt, ook de totale vracht en eventuele kwetsbare functies van het ontvangende oppervlaktewater spelen een rol. Er worden binnen deze methodiek dan ook drie typen hotspots gedefinieerd:

1. Rwzi's met de hoogste vracht naar het oppervlaktewater;
2. Rwzi's die leiden tot de hoogste concentraties in het ontvangende oppervlaktewater;
3. Rwzi's die lozen op water met kwetsbare functies / met een hoge impact op het ontvangende water / die kwetsbare functies in ontvangende wateren bedreigen.

(bron: STOWA, concept januari 2015, Hotspotanalyse geneesmiddelen, Methodiek om hotspots voor de emissie van geneesmiddelen vast te stellen)

Voor het beheergebied van Wetterskip Fryslân is nu een analyse uitgevoerd met behulp van modelberekeningen om de hotspots te bepalen. In de methodiek van STOWA is een hotspot gedefinieerd als een rwzi. Daarmee is het te relateren aan de prioritering van de rwzi's. Voor de rwzi's van Wetterskip Fryslân is gekeken naar de eerste twee typen hotspots. Er is niet gekeken naar de kwetsbaarheid van het ontvangende water, bijvoorbeeld de ligging van zwemwaterlocaties en Natura2000-gebieden. In Fryslân wordt geen oppervlaktewater gebruikt voor drinkwaterbereiding (anno 2015).

De berekende zomergemiddelde- en jaargemiddelde waarden van gabapentine in de Friese Boezem laten verschillen zien. De zomergemiddelde waarden zijn hoger dan de jaargemiddelden. Dit wordt voor een deel veroorzaakt doordat er in de zomer minder aanvoer van water is uit de polders, maar ook zeker door de inlaat van IJsselmeerwater met een gemiddelde concentratie van 175 ng/l. In het scenario waarbij het IJsselmeerwater een concentratie van 0 heeft, is er nauwelijks verschil tussen de zomergemiddelde- en jaargemiddelde situatie. Hierbij heeft het IJsselmeerwater een verdunnend effect en draagt bij aan een verlaging van de concentraties in het oppervlaktewater. Dit compenseert de verhoging van de concentratie door de verminderde aanvoer van water uit de polders. (N.B. bij de modelberekeningen is aangenomen dat het water dat vanuit de polders op de boezem wordt geloosd geen gabapentine bevat).

4

Conclusie en aanbevelingen

4.1 CONCLUSIES

Dit project is uitgevoerd in het kader van een hotspotanalyse naar de emissie van geneesmiddelen. In dit project is met behulp van modelberekeningen een hotspotanalyse uitgevoerd voor de emissie van geneesmiddelen. De stof gabapentine is als gidsstof gebruikt om de verspreiding van geneesmiddelen in beeld te brengen. Er is gekeken naar de geneesmiddelen die vanuit de rwzi's op het oppervlaktewater komen.

Voor het bepalen van de hotspots zijn twee benaderingen aangehouden:

- de rwzi's met een grote vracht;
- de rwzi's die leiden tot een groot volume oppervlaktewater met hoge concentraties.

De hotspots op basis van de grootste vrachten in het effluent zijn:

1. Leeuwarden;
2. Drachten;
3. Heerenveen;
4. Sneek;
5. Franeker.

De hotspots op basis van de omvang van het volume oppervlaktewater met een hoge concentratie geneesmiddelen:

1. Drachten;
2. Leeuwarden;
3. Sneek;
4. Harlingen
5. Heerenveen.

4.2 AANBEVELINGEN

Met de uitgevoerde berekeningen zijn de trajecten bekend waar verhoogde concentraties worden gevonden. Om de verbanden tussen de berekende concentraties en de werkelijke concentraties in het oppervlaktewater nog verder te verfijnen is het aan te bevelen metingen uit te voeren op punten in trajecten waar verhoogde concentraties zijn berekend. Daarbij is het aan te bevelen tevens de zoetstof acesulfaam te meten als tracer voor effluënten van rwzi's (als bewezen kan worden dat acesulfaam zich gedraagt als een conservatieve stof)./

Wanneer de wens ontstaat om in meer detailniveau te kijken naar het voorkomen van geneesmiddelen in het oppervlaktewater en de bijdrage van de rwzi's hierin, zijn er verschillende manieren om de uitgevoerde analyse verder uit te bouwen. De volgende onderwerpen kunnen opgepakt worden.

Modellering

Bij de berekening met behulp van het boezemmodel zijn er twee locaties waar de resultaten vermoedelijk niet betrouwbaar zijn. De situatie bij Lemmer is complex omdat het IJsselmeerwater relatief hoge concentraties geneesmiddelen bevatten. De aanname dat het effluent van de rwzi te St. Annaparochie wordt geloosd op de boezem moet gecorrigeerd worden.

Concentratie in het effluent

Er is gerekend met een constante concentratie gabapentine in het effluent. Dat is niet de werkelijkheid. Deze studie heeft echter tot doel om een globaal inzicht te krijgen en niet om exacte concentraties af te kunnen lezen. Daarom is voor deze versimpelde aanpak gekozen. De hoeveelheid geneesmiddelen die men uitscheidt zal redelijk gelijk zijn. Echter de hoeveelheid effluent is afhankelijk van neerslag en de concentratie geneesmiddelen in het effluent is daardoor mede afhankelijk van de hoeveelheid neerslag. De hoeveelheid neerslag leidt niet alleen tot verdunning van het effluent maar ook van het ontvangende water.

Het bepalen van de vracht aan geneesmiddelen die uit een rwzi komt, kan op verschillende manieren worden gedaan;

- Metingen in het effluent op dagen met alleen DWA (droogweerafvoer);
- Analyse van het achterliggende gebied dat op de rwzi loost. Met behulp van kentallen over aantal bedden (inwoners) in woongebieden, ziekenhuizen en instellingen zoals verpleegtehuizen, kan dan bepaald worden wat de vracht ongeveer is in het influent. Vervolgens kan met een aanname over het zuiveringsrendement van de rwzi de vracht geneesmiddelen in het effluent bepaald worden. Kentallen zijn bijvoorbeeld te vinden in STOWA-rapport 2011-2 Zorg; Inventarisatie van emissie van geneesmiddelen uit zorginstellingen, deelrapport C.

Afbraak van geneesmiddelen

In de modelberekeningen is gabapentine als een conservatieve stof meegenomen. In de praktijk worden op termijn alle stoffen afgebroken. De één zeer beperkt en nauwelijks waarneembaar terwijl een ander geneesmiddel wel een duidelijk afbraak laat zien. Inzicht in de mate van afbraak van de verschillende geneesmiddelen geeft meer inzicht in de impact op het watersysteem. En bij de uitwerking naar de aanvullende zuiveringsstappen die op de zuiveringen nodig zijn, is het belangrijk om te weten op welke stoffen men zich moet richten.

Uitbreiding naar meerdere geneesmiddelen

Er is in de berekeningen gekozen voor één geneesmiddel. De keuze is gedaan op basis van de volgende twee criteria:

- de stof is slecht afbreekbaar;
- de stof is goed te meten in effluent en oppervlaktewater (ruim boven de rapportagegrens).

Dit heeft geleid tot de keuze voor gabapentine. Aangezien met conservatief transport is gerekend, kunnen de uitkomsten gemakkelijk vertaald worden naar de uitkomsten voor andere stoffen met behulp van een correctiefactor naar de concentraties van de andere stof. In de praktijk zijn stoffen echter niet conservatief, en kan op deze wijze niet naar alle stoffen gekeken worden. Het kan nuttig zijn om nader te kijken naar de eigenschappen van gabapentine in relatie tot anderen geneesmiddelen. Mogelijk leidt dit tot aanvullende modelberekeningen of andere analyses om een breder beeld te krijgen van de hotspots van de emissies van geneesmiddelen.

Monitoring

Door de monitoring in te richten op het meten van slecht afbreekbare stoffen wordt een worst-case situatie in beeld gebracht. Uit (wetenschappelijk) onderzoek naar de afbraak van geneesmiddelen kunnen deze meetresultaten dan ook vertaald worden naar beter afbreekbare stoffen. Wanneer het mogelijk is om een breed scala aan geneesmiddelen in de analyse mee te nemen, heeft dit de voorkeur boven een doorvertaling met behulp van gegevens over afbraak. Maar wanneer aanvullende analyses nodig zijn, die leiden tot aanvullende kosten, kan gekozen worden voor de aanpak van het vertalen van afbraakgegevens naar concentraties.

Het monitoren van geneesmiddelen nabij een rwzi geeft inzicht in de hotspots. Het monitoren op grotere afstand geeft inzicht in de verspreiding.

Bij het monitoren van het effluent van de zuivering, is het ook interessant om het influent mee te nemen. Hiermee ontstaat inzicht in de verwijderingspercentages van de zuiveringen. Er zijn algemene, gemiddelde, gegevens over influent en verwijderingspercentages bekend, maar de waarden kunnen sterk verschillen tussen zuiveringen. Door een meetcampagne hierop te richten ontstaat hier meer inzicht in. Ook wordt het duidelijker op welke zuiveringen de rendementen laag zijn en waar mogelijk met de huidige technieken ook verbeteringen kunnen worden gerealiseerd door optimalisatie van de bedrijfsvoering.

Met de resultaten van de uitgevoerde berekeningen kan een prioriteit worden bepaald. Voor de beleidsfase van nu, is dit inzicht voldoende genuanceerd en onderbouwd. Een verdere verdieping is daarom pas nuttig wanneer het beleid meer is uitgekristalliseerd en wanneer er als gevolg van de normstelling een grenswaarde wordt opgesteld voor het vervuileniveau en wanneer bepaalde medicijnen als 'prioritair aan te pakken' worden aangewezen.

Bijlage 1

Meetgegevens geneesmiddelen in oppervlaktewater en effluent

Deze bijlage bevat de meetgegevens van geneesmiddelen die het waterschap in 2013 en 2014 heeft ingewonnen in effluent en oppervlaktewater. De bijlage bevat de volgende onderdelen:

1. Rapportagegrenzen;
2. Meetgegevens effluent;
3. Meetgegevens oppervlaktewater.

Bijlage 1.1 Rapportagegrenzen

Bij het uitvoeren van de analyses van geneesmiddelen in het effluent en het oppervlaktewater en het rapporteren van de uitkomsten hiervan, zijn rapportagegrenzen gehanteerd. Niet alle geneesmiddelen zijn aangetroffen in concentraties boven deze rapportagegrenzen. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de geldende rapportagegrenzen in de jaren 2013 en 2014.

parameter	Rapportagegrens 2013 (ng/l)	Rapportagegrens 2014 (ng/l)
Iopamidol	200	300
Amidotrizoic acid	200	100
Metoprolol	50	5
Sotalol	50	10
Dimetridazole	50	30
Lidocaine	50	5
Sulfamethoxazole	50	20
Trimethoprim	50	5
Clarithromycine	50	10
Pentoxifylline	50	10
Ciprofloxacin	200	200
Clindamycine	50	5
Carbamazepine	50	5
Gabapentine	50	30
Bezafibraat	50	10
Diclofenac	50	10
Irbesartan	50	10
Ketoprofen	50	10
Pipamperon	50	200
Clozapine	50	200
Dipyridamole	200	30
Hydrochloorthiazide	400	400
Phenazon	50	10
Valsartan	200	30
Oxazepam	50	10

Tabel 4. Rapportagegrenzen van de uitgevoerde analyses van geneesmiddelen.

Bijlage 1.2 Metingen in het effluent

Onderstaande tabellen geven per locatie de meetgegevens van geneesmiddelen die in het effluent zijn aangetroffen.

Wanneer waarden onder de rapportagegrens liggen, zijn de waarden op nul gezet.

RWZI Drachten			
parameter	7-5-2013	20-8-2013	12-11-2013
Iopamidol	1300	0	0
Amidotrizoic acid	0	0	0
Metoprolol	1500	820	330
Sotalol	1200	670	330
Dimetridazole	0	0	0
Lidocaine	120	100	60
Sulfamethoxazole	69	200	130
Trimethoprim	720	230	190
Claritromycine	250	58	78
Pentoxifylline	0	0	0
Ciprofloxacin	0	0	0
Clindamycine	87	0	54
Carbamazepine	1900	900	300
Gabapentine	2500	1800	900
Bezafibraat	0	0	0
Diclofenac	580	250	120
Irbesartan	2600	1600	460
Ketoprofen	0	0	0
Pipamperon	0	0	0
Clozapine	110	0	0
Dipyridamole	2300	0	360
Hydrochloorthiazide	3700	600	1300
Phenazon	0	0	0
Valsartan	3600	0	510
Oxazepam	94	210	370

Tabel 5. Meetgegevens geneesmiddelen in effluent rwzi Drachten (concentraties geneesmiddelen in ng/l; gabapentine dikgedrukt).

RWZI Workum					
parameter	12-2-2013	7-5-2013	20-8-2013	12-11-2013	11-2-2014
Iopamidol	0	250	600	0	0
Amidotrizoic acid	0	0	0	0	0
Metoprolol	190	130	370	170	80
Sotalol	470	750	490	460	360
Dimetridazole	0	0	0	0	0
Lidocaine	0	0	0	0	16
Sulfamethoxazole	0	0	0	0	36
Trimethoprim	0	0	0	0	16
Clarithromycine	0	0	0	0	0
Pentoxyfilline	0	0	0	0	0
Ciprofloxacin	0	0	0	0	0
Clindamycine	0	0	0	0	0
Carbamazepine	99	58	95	86	71
Gabapentine	250	270	290	160	210
Bezafibraat	0	0	0	0	0
Diclofenac	110	120	120	70	69
Irbesartan	810	1300	910	530	580
Ketoprofen	0	0	0	0	0
Pipamperon	0	0	0	0	0
Clozapine	0	89	0	0	0
Dipyridamole	0	0	0	0	44
Hydrochloorthiazide	0	0	0	0	0
Phenazon	0	0	0	0	0
Valsartan	0	210	0	0	39
Oxazepam	88	0	0	140	140

Tabel 6. Meetgegevens geneesmiddelen in effluent rwzi Workum (concentraties geneesmiddelen in ng/l; gabapentine dikgedrukt).

RWZI Oosterwolde					
parameter	12-2-2013	7-5-2013	20-8-2013	12-11-2013	11-2-2014
Iopamidol	0	210	0	0	0
Amidotrizoic acid	0	0	0	0	0
Metoprolol	890	2000	1100	450	720
Sotalol	780	2400	1100	520	640
Dimetridazole	0	0	0	0	0
Lidocaine	72	95	94	51	43
Sulfamethoxazole	0	77	110	59	23
Trimethoprim	220	360	160	170	170
Clarithromycine	190	81	110	55	100
Pentoxifylline	0	0	0	0	0
Ciprofloxacin	0	0	0	0	0
Clindamycine	0	150	0	0	16
Carbamazepine	790	2000	1100	350	450
Gabapentine	940	1700	1100	570	990
Bezafibraat	0	0	0	0	0
Diclofenac	300	680	280	130	170
Irbesartan	900	2100	1200	410	460
Ketoprofen	0	0	0	0	17
Pipamperon	100	0	0	0	0
Clozapine	62	53	0	0	0
Dipyridamole	300	0	0	0	260
Hydrochloorthiazide	0	3700	800	1000	1500
Phenazon	0	0	0	0	0
Valsartan	750	850	0	0	440
Oxazepam	500	96	180	270	330

Tabel 7. Meetgegevens geneesmiddelen in effluent rwzi Oosterwolde (concentraties geneesmiddelen in ng/l; gabapentine dikgedrukt).

RWZI Leeuwarden					
parameter	12-2-2013	7-5-2013	20-8-2013	12-11-2013	11-2-2014
Iopamidol	0	11000	800	0	0
Amidotrizoic acid	0	0	0	200	0
Metoprolol	620	1100	490	360	510
Sotalol	1100	2800	1400	750	860
Dimetridazole	0	0	0	0	0
Lidocaine	84	130	140	58	64
Sulfamethoxazole	0	230	240	150	110
Trimethoprim	200	160	82	120	170
Clarithromycine	160	0	0	0	71
Pentoxifylline	0	0	0	0	0
Ciprofloxacin	0	0	0	0	0
Clindamycine	0	150	66	0	13
Carbamazepine	450	1600	650	200	250
Gabapentine	1000	1600	1800	780	860
Bezafibraat	0	0	0	0	38
Diclofenac	220	580	270	140	140
Irbesartan	1600	3700	2200	850	1000
Ketoprofen	0	0	0	0	15
Pipamperon	0	0	0	0	0
Clozapine	0	0	0	0	0
Dipyridamole	0	0	0	0	850
Hydrochloorthiazide	0	3000	700	0	1300
Phenazon	0	0	0	0	0
Valsartan	350	0	0	0	280
Oxazepam	260	840	260	330	390

Tabel 8. Meetgegevens geneesmiddelen in effluent rwzi Leeuwarden (concentraties geneesmiddelen in ng/l; gabapentine dikgedrukt).

RWZI Joure					
parameter	12-2-2013	7-5-2013	20-8-2013	12-11-2013	11-2-2014
Iopamidol	0	0	0	0	0
Amidotrizoic acid	0	0	0	0	0
Metoprolol	580	670	350	340	430
Sotalol	660	1400	740	510	620
Dimetridazole	0	0	52	0	0
Lidocaine	99	150	160	91	110
Sulfamethoxazole	76	110	140	91	63
Trimethoprim	200	94	52	100	150
Clarithromycine	260	0	0	75	220
Pentoxifylline	0	0	0	0	0
Ciprofloxacin	0	0	0	0	0
Clindamycine	0	0	0	0	15
Carbamazepine	410	1200	1000	240	340
Gabapentine	540	1500	1200	530	600
Bezafibraat	0	0	0	0	0
Diclofenac	190	470	240	140	150
Irbesartan	1000	2200	1900	520	720
Ketoprofen	0	0	0	0	0
Pipamperon	0	0	0	0	0
Clozapine	0	0	0	0	0
Dipyridamole	0	0	0	0	0
Hydrochloorthiazide	0	2400	0	1200	0
Phenazon	0	0	0	0	0
Valsartan	0	0	0	0	0
Oxazepam	130	60	97	220	270

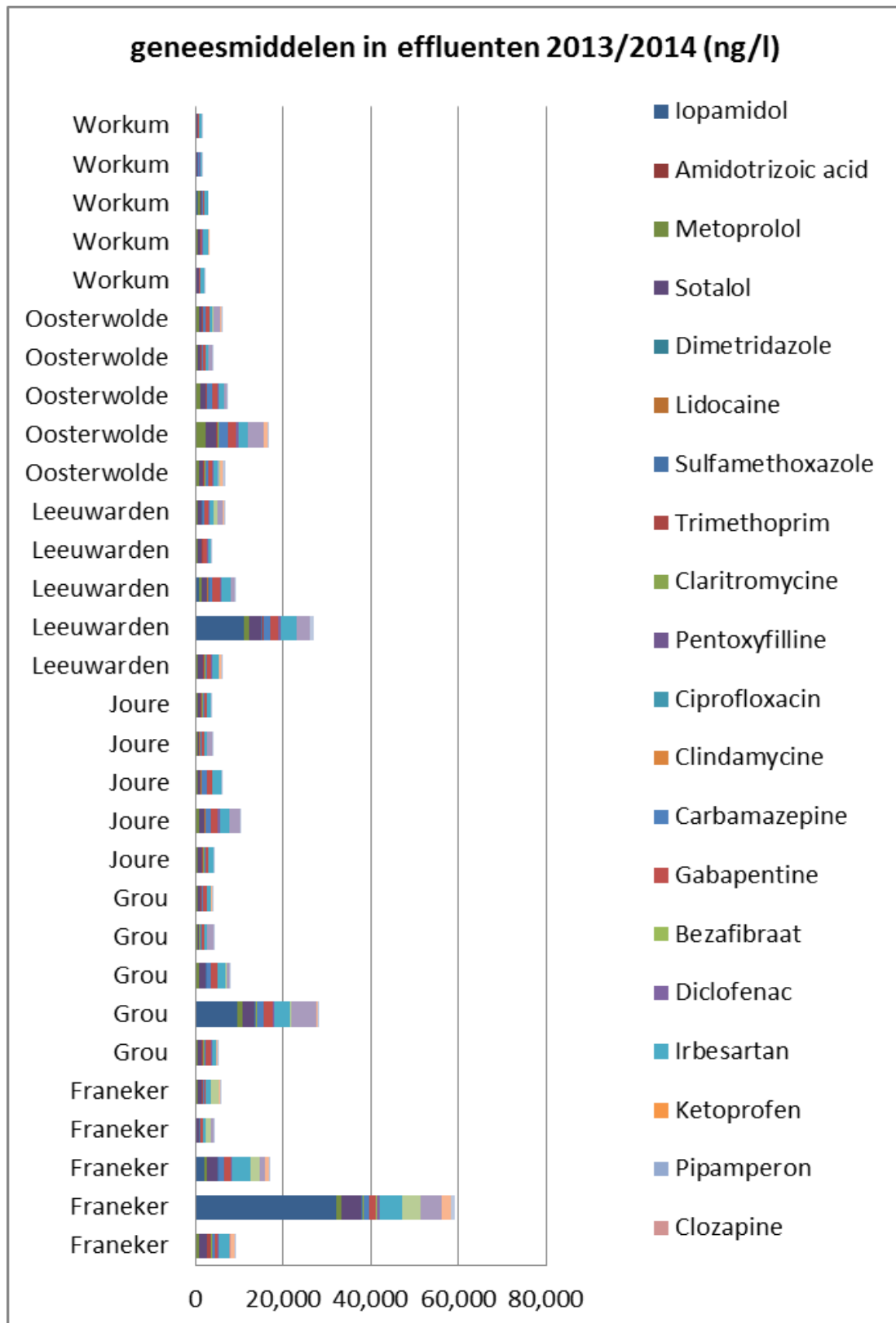
Tabel 9. Meetgegevens geneesmiddelen in effluent rwzi Joure (concentraties geneesmiddelen in ng/l; gabapentine dikgedrukt).

RWZI Grou					
parameter	12-2-2013	7-5-2013	20-8-2013	12-11-2013	11-2-2014
Iopamidol	0	9400	0	0	0
Amidotrizoic acid	0	0	0	0	0
Metoprolol	590	1300	830	360	450
Sotalol	890	2600	1500	500	660
Dimetridazole	0	0	0	0	0
Lidocaine	0	74	55	0	25
Sulfamethoxazole	59	210	75	0	39
Trimethoprim	110	240	67	74	110
Clarithromycine	240	180	120	100	68
Pentoxyfilline	0	0	0	0	0
Ciprofloxacin	0	0	0	0	0
Clindamycine	0	0	0	0	0
Carbamazepine	460	1400	890	240	320
Gabapentine	1200	2300	1400	680	860
Bezafibraat	50	0	0	0	31
Diclofenac	140	360	150	130	120
Irbesartan	1100	3600	1700	620	730
Ketoprofen	0	0	0	0	0
Pipamperon	0	0	0	0	0
Clozapine	0	0	0	0	0
Dipyridamole	0	230	260	0	81
Hydrochloorthiazide	0	5600	600	1300	0
Phenazon	0	0	0	0	0
Valsartan	260	390	0	0	280
Oxazepam	150	78	170	170	220

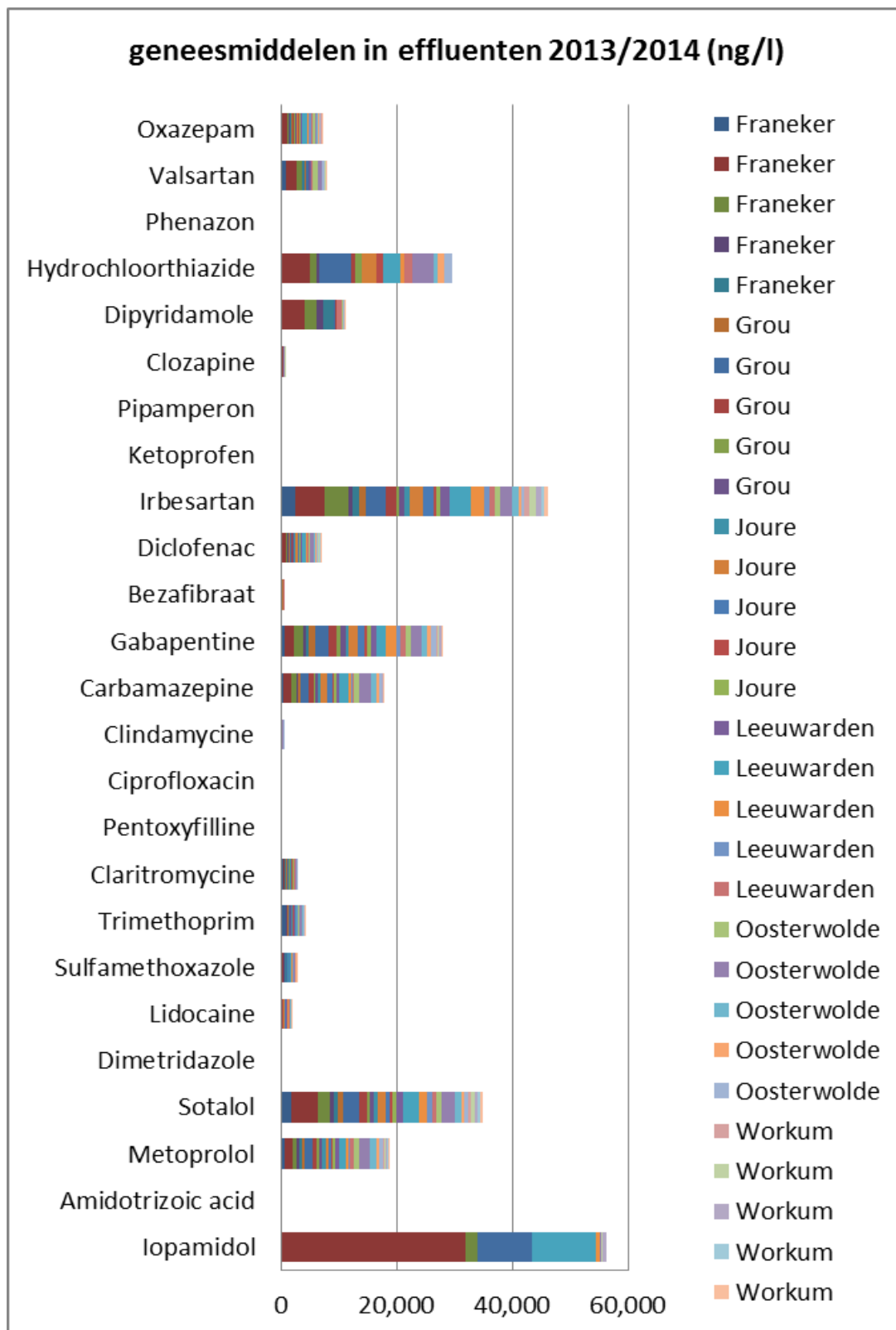
Tabel 10. Meetgegevens geneesmiddelen in effluent rwzi Grou (concentraties geneesmiddelen in ng/l; gabapentine dikgedrukt).

RWZI Franeker					
parameter	12-2-2013	7-5-2013	11-11-2013	11-11-2013	11-2-2013
Iopamidol	0	0	1900	0	0
Amidotrizoic acid	0	0	0	0	0
Metoprolol	700	1300	810	280	440
Sotalol	1800	4500	2200	550	850
Dimetridazole	0	0	0	0	0
Lidocaine	0	69	98	0	28
Sulfamethoxazole	120	190	190	120	130
Trimethoprim	880	52	0	74	98
Clarithromycine	400	170	110	58	130
Pentoxifylline	0	0	92	0	0
Ciprofloxacin	0	0	0	0	0
Clindamycine	0	0	0	0	11
Carbamazepine	410	1300	1000	120	190
Gabapentine	720	1600	1600	420	390
Bezafibraat	110	80	60	0	33
Diclofenac	260	650	240	67	94
Irbesartan	2400	5100	4200	690	1100
Ketoprofen	0	0	0	0	0
Pipamperon	0	0	0	0	0
Clozapine	240	200	0	0	0
Dipyridamole	0	4100	2100	1200	1700
Hydrochloorthiazide	0	4900	1200	400	0
Phenazon	0	0	0	0	0
Valsartan	780	2000	840	0	390
Oxazepam	240	800	300	200	320

Tabel 11. Meetgegevens geneesmiddelen in effluent rwzi Franeker (concentraties geneesmiddelen in ng/l; gabapentine dikgedrukt).



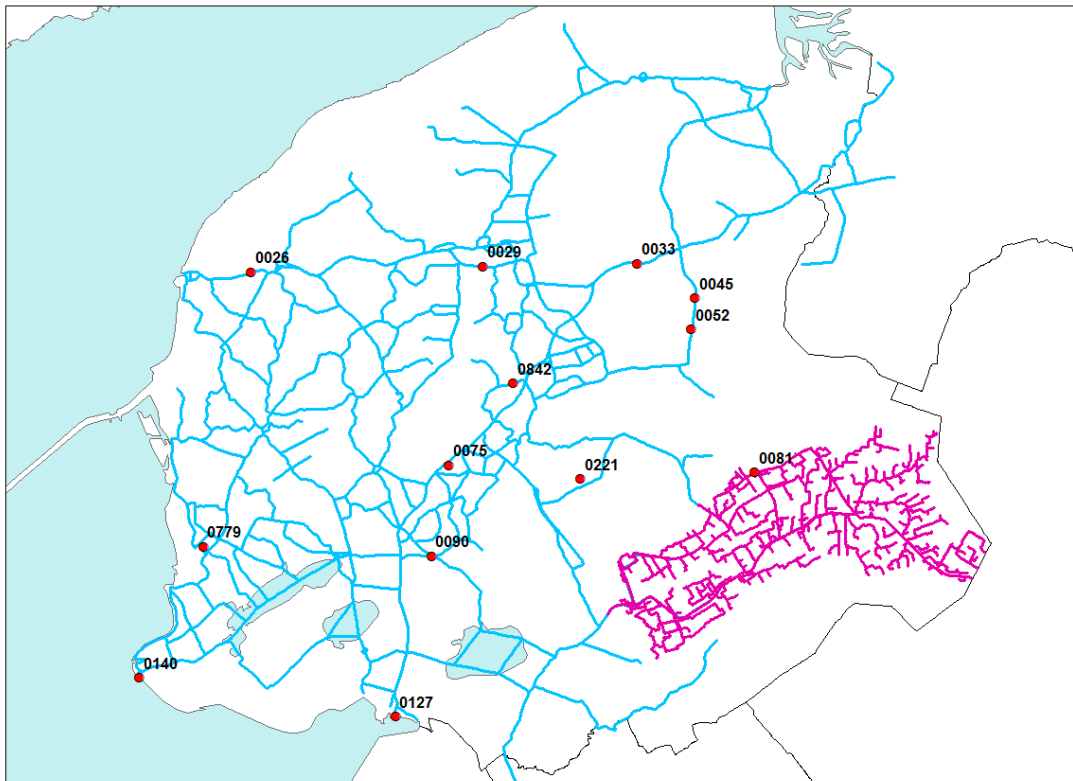
Figuur 15. Gemeten concentraties geneesmiddelen in het effluent bij verschillende rwzi's op verschillende momenten in 2013 en 2014, weergegeven per meting. (Grafiek aangeleverd door Wetterskip Fryslân).



Figuur 16. Gemeten concentraties geneesmiddelen in het effluent bij verschillende rwzi's op verschillende momenten in 2013 en 2014, weergegeven per geneesmiddel. (Grafiek aangeleverd door Wetterskip Fryslân)

Bijlage 1.3 Metingen in oppervlaktewater

Onderstaande kaart geeft de meetlocaties aan waar metingen in het oppervlaktewater zijn uitgevoerd.



Figuur 17. Kaart met alle meetpunten in het oppervlaktewater waar in 20013-2014 metingen zijn uitgevoerd naar geneesmiddelen.

Onderstaande tabellen geven per locatie de meetgegevens van geneesmiddelen die in het oppervlaktewater zijn aangetroffen.

Wanneer waarden onder de rapportagegrens liggen, zijn de waarden op nul gezet.

Meetpunt 26													
Parameter:	10/04/2013	07/05/2013	05/06/2013	03/07/2013	31/07/2013	28/08/2013	25/09/2013	24/10/2013	20/11/2013	09/12/2013	11/02/2014	11/03/2014	07/04/2014
Iopamidol	930	810	0	0	0	480	430	0	0	0	0	0	0
Amidotrizoic acid	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metoprolol	0	0	0	0	0	0	0	56	0	0	29	30	27
Sotalol	140	91	0	52	0	56	70	130	0	80	68	74	49
Dimetridazole	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lidocaine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.1	6.9	5.5
Sulfamethoxazole	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trimethoprim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clarithromycine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pentoxifylline	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciprofloxacin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clindamycine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.2	0	6.1
Carbamazepine	61	68	57	57	64	59	53	84	0	0	20	28	35
Gabapentine	0	100	93	140	190	170	180	220	0	67	84	73	99
Bezafibraat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diclofenac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0
Irbesartan	130	130	72	65	0	99	91	180	0	100	90	97	78
Ketoprofen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pipamperon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clozapine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dipyridamole	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrochloorthiazide	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phenazon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valsartan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxazepam	0	0	0	0	0	0	0	70	0	0	31	37	41

Tabel 12. Meetgegevens geneesmiddelen in oppervlaktewater op meetpunt 26, Van Harinxmakanaal, Kiesterzijl (concentraties geneesmiddelen in ng/l; gabapentine dikgedrukt).

Meetpunt 29					
Parameter:	23/04/2013	13/08/2013	05/11/2013	25/02/2014	20/05/2014
Iopamidol	0	0	0	0	0
Amidotrizoic acid	0	0	0	0	0
Metoprolol	0	0	0	12	27
Sotalol	0	0	0	30	0
Dimetridazole	0	0	0	0	0
Lidocaine	0	0	0	0	0
Sulfamethoxazole	0	0	0	0	0
Trimethoprim	0	0	0	0	0
Clarithromycine	0	0	0	0	0
Pentoxifylline	0	0	0	0	0
Ciprofloxacin	0	0	0	0	0
Clindamycine	0	0	0	0	0
Carbamazepine	0	0	0	13	24
Gabapentine	58	160	140	52	81
Bezafibraat	0	0	0	0	0
Diclofenac	0	0	0	0	0
Irbesartan	51	0	53	37	56
Ketoprofen	0	0	0	0	0
Pipamperon	0	0	0	0	0
Clozapine	0	0	0	0	0
Dipyridamole	0	0	0	0	0
Hydrochloorthiazide	0	0	0	0	0
Phenazon	0	0	0	0	0
Valsartan	0	0	0	0	0
Oxazepam	0	0	0	16	20

Tabel 13. Meetgegevens geneesmiddelen in oppervlaktewater op meetpunt 29, Van Harinxmakanaal, Leeuwarden (concentraties geneesmiddelen in ng/l; gabapentine dikgedrukt).

Meetpunt 33													
Parameter:	11/04/2013	08/05/2013	05/06/2013	04/07/2013	01/08/2013	29/08/2013	26/09/2013	24/10/2013	21/11/2013	12/12/2013	13/02/2014	13/03/2014	10/04/2014
Iopamidol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amidotrizoic acid	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metoprolol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	16	11
Sotalol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	28	21
Dimetridazole	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lidocaine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sulfamethoxazole	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trimethoprim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clarithromycine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pentoxifylline	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciprofloxacin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clindamycine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carbamazepine	0	68	0	0	0	0	0	0	0	0	15	17	18
Gabapentine	0	62	81	110	120	110	130	130	90	81	45	56	54
Bezafibraat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diclofenac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irbesartan	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	32	21
Ketoprofen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pipamperon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clozapine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dipyridamole	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0
Hydrochloorthiazide	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phenazon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valsartan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxazepam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	15

Tabel 14. Meetgegevens geneesmiddelen in oppervlaktewater op meetpunt 33, Pr. Margrietkanaal, Bergum (concentraties geneesmiddelen in ng/l; gabapentine dikgedrukt).

Meetpunt 45				
Parameter:	08/05/2013	29/08/2013	26/11/2013	13/02/2014
Iopamidol	0	0	0	0
Amidotrizoic acid	0	0	0	0
Metoprolol	0	0	0	28
Sotalol	0	0	0	21
Dimetridazole	0	0	0	0
Lidocaine	0	0	0	9.5
Sulfamethoxazole	0	0	0	0
Trimethoprim	0	0	0	10
Clarithromycine	0	0	0	0
Pentoxifylline	0	0	0	0
Ciprofloxacin	0	0	0	0
Clindamycine	0	0	0	0
Carbamazepine	68	74	72	35
Gabapentine	120	180	150	100
Bezafibraat	0	0	0	0
Diclofenac	0	0	0	13
Irbesartan	0	0	0	54
Ketoprofen	0	0	0	0
Pipamperon	0	0	0	0
Clozapine	0	0	0	0
Dipyridamole	0	0	0	31
Hydrochloorthiazide	0	0	0	0
Phenazon	0	0	0	0
Valsartan	0	0	0	0
Oxazepam	0	0	56	32

Tabel 15. Meetgegevens geneesmiddelen in oppervlaktewater op meetpunt 45, De Leijen, midden (concentraties geneesmiddelen in ng/l; gabapentine dikgedrukt).

Meetpunt 52				
Parameter:	02/05/2013	21/08/2013	13/11/2013	13/02/2014
Iopamidol	0	0	0	0
Amidotrizoic acid	0	0	0	0
Metoprolol	0	77	56	36
Sotalol	0	60	0	30
Dimetridazole	0	0	0	0
Lidocaine	0	0	0	12
Sulfamethoxazole	0	0	0	0
Trimethoprim	0	0	0	15
Clarithromycine	0	0	0	0
Pentoxifylline	0	0	0	0
Ciprofloxacin	0	0	0	0
Clindamycine	0	0	0	0
Carbamazepine	78	140	77	40
Gabapentine	120	300	180	110
Bezafibraat	0	0	0	0
Diclofenac	0	0	0	16
Irbesartan	54	81	78	66
Ketoprofen	0	0	0	0
Pipamperon	0	0	0	0
Clozapine	0	0	0	0
Dipyridamole	0	0	0	0
Hydrochloorthiazide	0	0	0	0
Phenazon	0	0	0	0
Valsartan	0	0	0	67
Oxazepam	0	0	58	40

Tabel 16. Meetgegevens geneesmiddelen in oppervlaktewater op meetpunt 45, Opeinderkanaal, Opeinde (concentraties geneesmiddelen in ng/l; gabapentine dikgedrukt).

Meetpunt 75													
Parameter:	11/04/2013	08/05/2013	05/06/2013	03/07/2013	31/07/2013	28/08/2013	25/09/2013	23/10/2013	20/11/2013	11/12/2013	12/02/2014	12/03/2014	09/04/2014
Iopamidol	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0
Amidotrizoic acid	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metoprolol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.4	7.0	6.3
Sotalol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	15	0
Dimetridazole	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lidocaine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sulfamethoxazole	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trimethoprim	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clarithromycine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pentoxifylline	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciprofloxacin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clindamycine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carbamazepine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15	16
Gabapentine	0	70	120	110	140	110	120	120	81	100	56	43	60
Bezafibraat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diclofenac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irbesartan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	21	15
Ketoprofen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pipamperon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clozapine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dipyridamole	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrochloorthiazide	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phenazon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valsartan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxazepam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	11	14

Tabel 17. Meetgegevens geneesmiddelen in oppervlaktewater op meetpunt 75, Sneekermeer, midden (thv Paviljoen)
(concentraties geneesmiddelen in ng/l; gabapentine dikgedrukt).

Meetpunt 81									
Parameter:	07/05/2013	27/08/2013	24/09/2013	22/10/2013	19/11/2013	09/12/2013	19/02/2014	18/03/2014	15/04/2014
Iopamidol	460	0	250	0	0	0	0	0	0
Amidotrizoic acid	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metoprolol	230	170	150	210	110	140	16	190	240
Sotalol	300	210	130	210	100	150	12	180	240
Dimetridazole	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lidocaine	0	0	0	0	0	0	0	19	21
Sulfamethoxazole	0	0	0	54	0	68	0	32	41
Trimethoprim	0	0	0	0	0	0	0	18	38
Clarithromycine	0	0	0	0	0	0	0	12	22
Pentoxifylline	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ciprofloxacin	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clindamycine	0	0	0	0	0	0	0	11	19
Carbamazepine	280	200	120	270	130	180	25	180	190
Gabapentine	240	290	250	300	150	250	0	280	380
Bezafibraat	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diclofenac	0	0	0	64	0	50	0	51	67
Irbesartan	320	250	190	310	230	300	35	400	300
Ketoprofen	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pipamperon	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clozapine	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dipyridamole	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydrochloorthiazide	500	0	0	0	0	0	0	0	0
Phenazon	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valsartan	0	0	0	0	0	220	0	660	330
Oxazepam	0	130	0	160	120	120	21	120	140

Tabel 18. Meetgegevens geneesmiddelen in oppervlaktewater op meetpunt 81, Opsterlandse Compagnonsvaart, Hemrik (concentraties geneesmiddelen in ng/l; gabapentine dikgedrukt).

Meetpunt 90				
Parameter:	08/05/2013	28/08/2013	20/11/2013	12/03/2014
Iopamidol	0	0	0	0
Amidotrizoic acid	0	0	0	0
Metoprolol	0	0	0	5-9
Sotalol	0	0	0	14
Dimetridazole	0	0	0	0
Lidocaine	0	0	0	0
Sulfamethoxazole	0	0	0	0
Trimethoprim	0	0	0	0
Clarithromycine	0	0	0	0
Pentoxifylline	0	0	0	0
Ciprofloxacin	0	0	0	0
Clindamycine	0	0	0	0
Carbamazepine	0	0	0	15
Gabapentine	82	110	73	43
Bezafibraat	0	0	0	0
Diclofenac	0	0	0	0
Irbesartan	0	0	0	19
Ketoprofen	0	0	0	0
Pipamperon	0	0	0	0
Clozapine	0	0	0	0
Dipyridamole	0	0	0	0
Hydrochloorthiazide	0	0	0	0
Phenazon	0	0	0	0
Valsartan	0	0	0	0
Oxazepam	0	0	0	11

Tabel 19. Meetgegevens geneesmiddelen in oppervlaktewater op meetpunt 90, Langweerder wielen, midden (boei LV14) (concentraties geneesmiddelen in ng/l; gabapentine dikgedrukt).

Meetpunt 127							
Parameter:	15/05/2013	12/06/2013	10/07/2013	30/07/2013	05/09/2013	03/10/2013	11/02/2014
Iopamidol	0	0	0	0	0	230	0
Amidotrizoic acid	0	0	0	0	0	0	160
Metoprolol	0	0	0	0	0	0	21
Sotalol	0	0	0	0	0	0	0
Dimetridazole	0	0	0	0	0	0	0
Lidocaine	0	0	0	0	0	0	0
Sulfamethoxazole	0	0	0	0	0	0	0
Trimethoprim	0	0	0	0	0	0	0
Clarithromycine	0	0	0	0	0	0	0
Pentoxifylline	0	0	0	0	0	0	0
Ciprofloxacin	0	0	0	0	0	0	0
Clindamycine	0	0	0	0	0	0	0
Carbamazepine	0	0	0	0	0	0	32
Gabapentine	200	170	200	160	150	200	190
Bezafibraat	0	0	0	0	0	0	0
Diclofenac	0	0	0	0	0	0	22
Irbesartan	0	0	0	0	0	0	19
Ketoprofen	0	0	0	0	0	0	0
Pipamperon	0	0	0	0	0	0	0
Clozapine	0	0	0	0	0	0	0
Dipyridamole	0	0	0	0	0	0	0
Hydrochloorthiazide	0	0	0	0	0	0	0
Phenazon	0	0	0	0	0	0	0
Valsartan	0	0	0	0	0	0	0
Oxazepam	0	0	0	0	0	0	12

Tabel 20. Meetgegevens geneesmiddelen in oppervlaktewater op meetpunt 127, IJsselmeer, Lemmer (concentraties geneesmiddelen in ng/l; gabapentine dikgedrukt).

Meetpunt 140							
Parameter:	04/06/2013	02/07/2013	30/07/2013	27/08/2013	24/09/2013	22/10/2013	11/02/2014
Iopamidol	0	0	0	0	0	0	0
Amidotrizoic acid	0	0	0	0	0	300	130
Metoprolol	0	0	0	0	0	0	15
Sotalol	0	0	0	0	0	0	0
Dimetridazole	0	0	0	0	0	0	0
Lidocaine	0	0	0	0	0	0	0
Sulfamethoxazole	0	0	0	0	0	0	0
Trimethoprim	0	0	0	0	0	0	0
Clarithromycine	0	0	0	0	0	0	0
Pentoxifylline	0	0	0	0	0	0	0
Ciprofloxacin	0	0	0	0	0	0	0
Clindamycine	0	0	0	0	0	0	0
Carbamazepine	0	0	0	0	0	0	22
Gabapentine	190	150	190	180	140	240	140
Bezafibraat	0	0	0	0	0	0	0
Diclofenac	0	0	0	0	0	0	15
Irbesartan	0	0	0	0	0	0	13
Ketoprofen	0	0	0	0	0	0	0
Pipamperon	0	0	0	0	0	0	0
Clozapine	0	0	0	0	0	0	0
Dipyridamole	0	0	0	0	0	0	0
Hydrochloorthiazide	0	0	0	0	0	0	0
Phenazon	0	0	0	0	0	0	0
Valsartan	0	0	0	0	0	0	0
Oxazepam	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 21. Meetgegevens geneesmiddelen in oppervlaktewater op meetpunt 140, IJsselmeer, Gemaal Stavoren (concentraties geneesmiddelen in ng/l; gabapentine dikgedrukt).

Meetpunt 221													
Parameter:	08/04/2013	07/05/2013	04/06/2013	02/07/2013	30/07/2013	27/08/2013	24/09/2013	22/10/2013	19/11/2013	09/12/2013	11/02/2014	11/03/2014	07/04/2014
Iopamidol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amidotrizoic acid	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metoprolol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.8
Sotalol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dimetridazole	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lidocaine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sulfamethoxazole	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trimethoprim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clarithromycine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pentoxyfilline	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Ciprofloxacin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clindamycine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carbamazepine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gabapentine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bezafibraat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diclofenac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irbesartan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ketoprofen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pipamperon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clozapine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dipyridamole	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<85
Hydrochloorthiazide	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phenazon	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valsartan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxazepam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

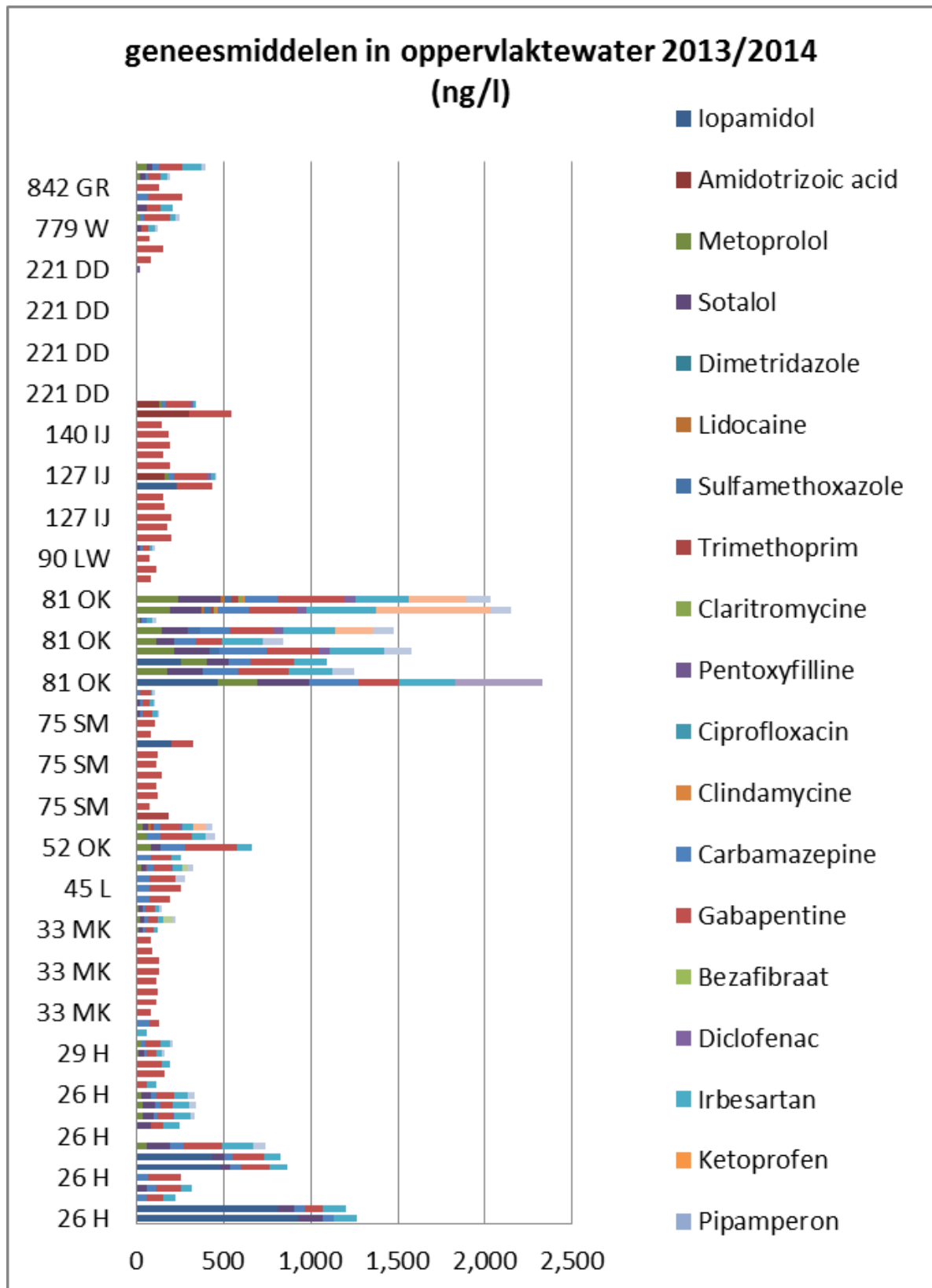
Tabel 22. Meetgegevens geneesmiddelen in oppervlaktewater op meetpunt 221, De Deelen 8, binnenvaart (concentraties geneesmiddelen in ng/l; gabapentine dikgedrukt).

Meetpunt 779					
Parameter:	23/04/2013	13/08/2013	05/11/2013	05/03/2014	22/05/2014
Iopamidol	0	0	0	0	0
Amidotrizoic acid	0	0	0	0	0
Metoprolol	0	0	0	8.5	15
Sotalol	0	0	0	22	0
Dimetridazole	0	0	0	0	0
Lidocaine	0	0	0	0	0
Sulfamethoxazole	0	0	0	0	0
Trimethoprim	0	0	0	0	0
Clarithromycine	0	0	0	0	0
Pentoxyfilline	0	0	0	0	0
Ciprofloxacin	0	0	0	0	0
Clindamycine	0	0	0	0	0
Carbamazepine	0	0	0	9.3	23
Gabapentine	81	150	70	41	150
Bezafibraat	0	0	0	0	0
Diclofenac	0	0	0	0	0
Irbesartan	0	0	0	38	36
Ketoprofen	0	0	0	0	0
Pipamperon	0	0	0	0	0
Clozapine	0	0	0	0	0
Dipyridamole	0	0	0	0	0
Hydrochloorthiazide	0	0	0	0	0
Phenazon	0	0	0	0	0
Valsartan	0	0	0	0	0
Oxazepam	0	0	0	14	17

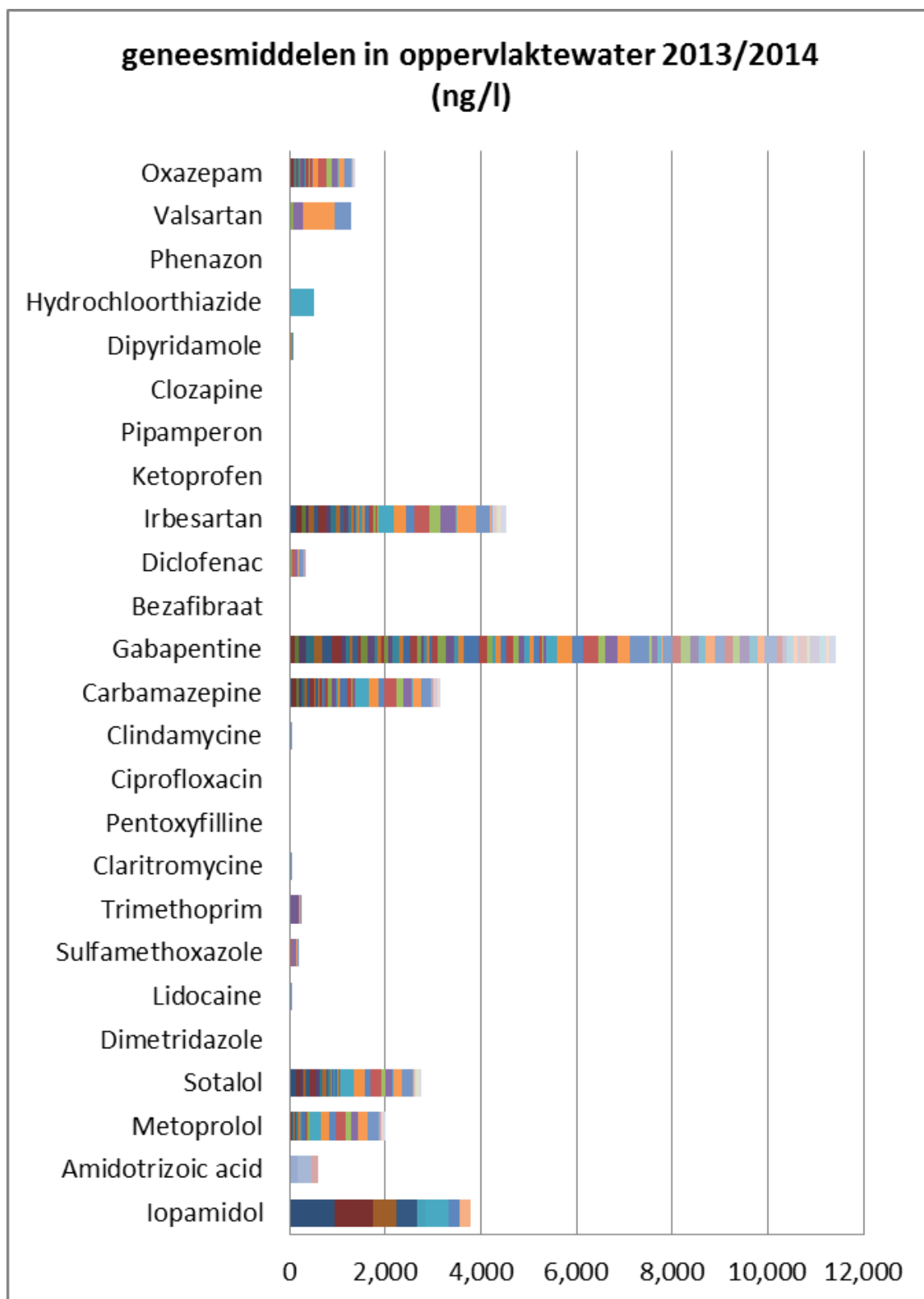
Tabel 23. Meetgegevens geneesmiddelen in oppervlaktewater op meetpunt 779, Workum, De Ikkers (concentraties geneesmiddelen in ng/l; gabapentine dikgedrukt).

Meetpunt 842					
Parameter:	23/04/2013	13/08/2013	05/11/2013	25/02/2014	20/05/2014
Iopamidol	0	0	0	0	0
Amidotrizoic acid	0	0	0	0	0
Metoprolol	0	0	0	15	53
Sotalol	55	0	0	30	35
Dimetridazole	0	0	0	0	0
Lidocaine	0	0	0	0	0
Sulfamethoxazole	0	0	0	0	0
Trimethoprim	0	0	0	0	0
Clarithromycine	0	0	0	0	0
Pentoxifylline	0	0	0	0	0
Ciprofloxacin	0	0	0	0	0
Clindamycine	0	0	0	0	0
Carbamazepine	0	63	0	20	38
Gabapentine	83	200	130	68	130
Bezafibraat	0	0	0	0	0
Diclofenac	0	0	0	0	0
Irbesartan	69	0	0	39	110
Ketoprofen	0	0	0	0	0
Pipamperon	0	0	0	0	0
Clozapine	0	0	0	0	0
Dipyridamole	0	0	0	0	0
Hydrochloorthiazide	0	0	0	0	0
Phenazon	0	0	0	0	0
Valsartan	0	0	0	0	0
Oxazepam	0	0	0	16	29

Tabel 24. Meetgegevens geneesmiddelen in oppervlaktewater op meetpunt 842, Rjochte Grou, Grou (concentraties geneesmiddelen in ng/l; gabapentine dikgedrukt).



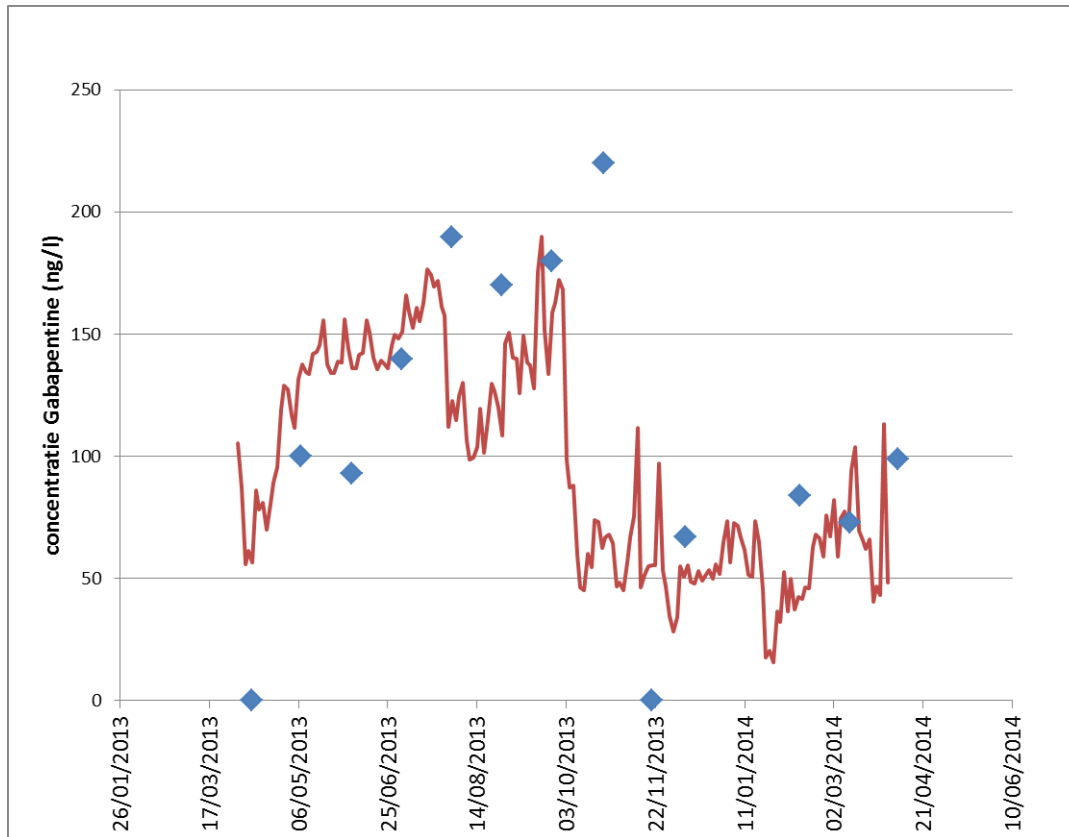
Figuur 18. Gemeten concentraties geneesmiddelen in het oppervlaktewater op verschillende momenten in 2013 en 2014, weergegeven per meting. De codes verwijzen naar de meetpunten. (Grafiek aangeleverd door Wetterskip Fryslân)



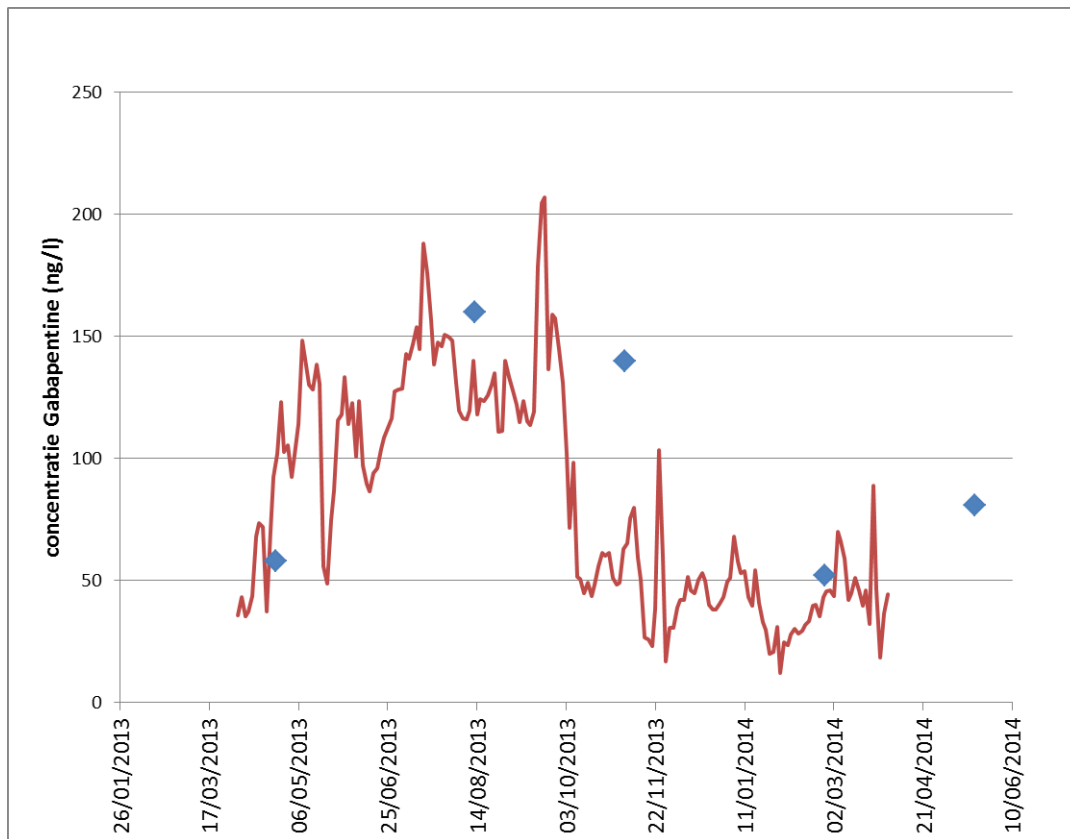
Figuur 19. Gemeten concentraties geneesmiddelen in het oppervlaktewater op verschillende momenten in 2013 en 2014, weergegeven per geneesmiddel (grafiek aangeleverd door Wetterskip Fryslân).

Bijlage 2

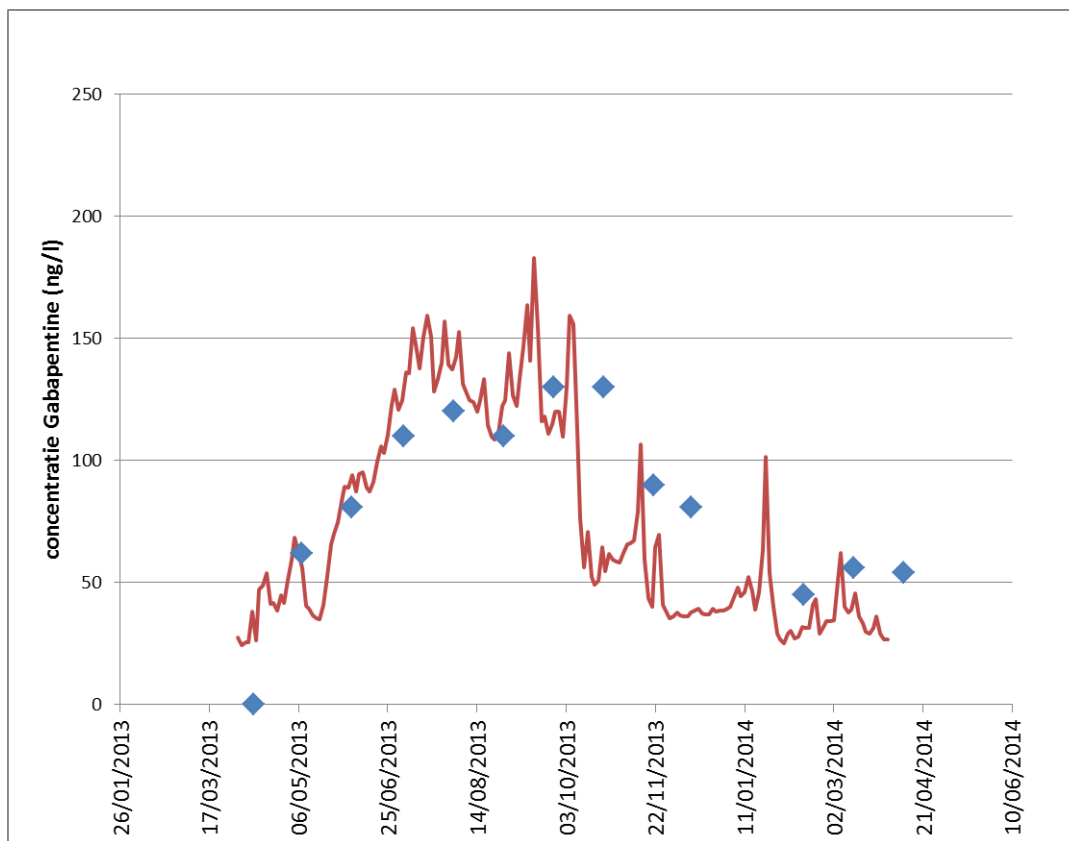
Analyse meetwaarden en modelberekeningen



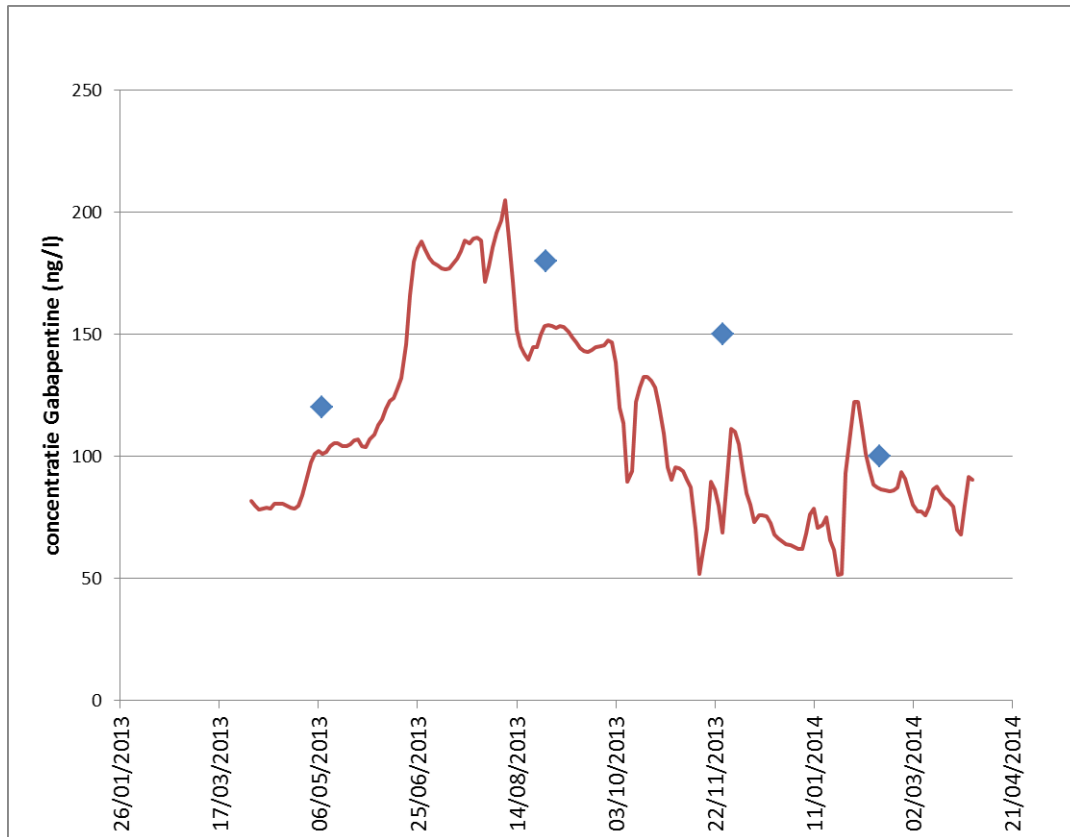
Tabel 25. Meetwaarden en modelberekeningen op meetpunt 26, Van Harinxmakanaal, Kiesterzijl.



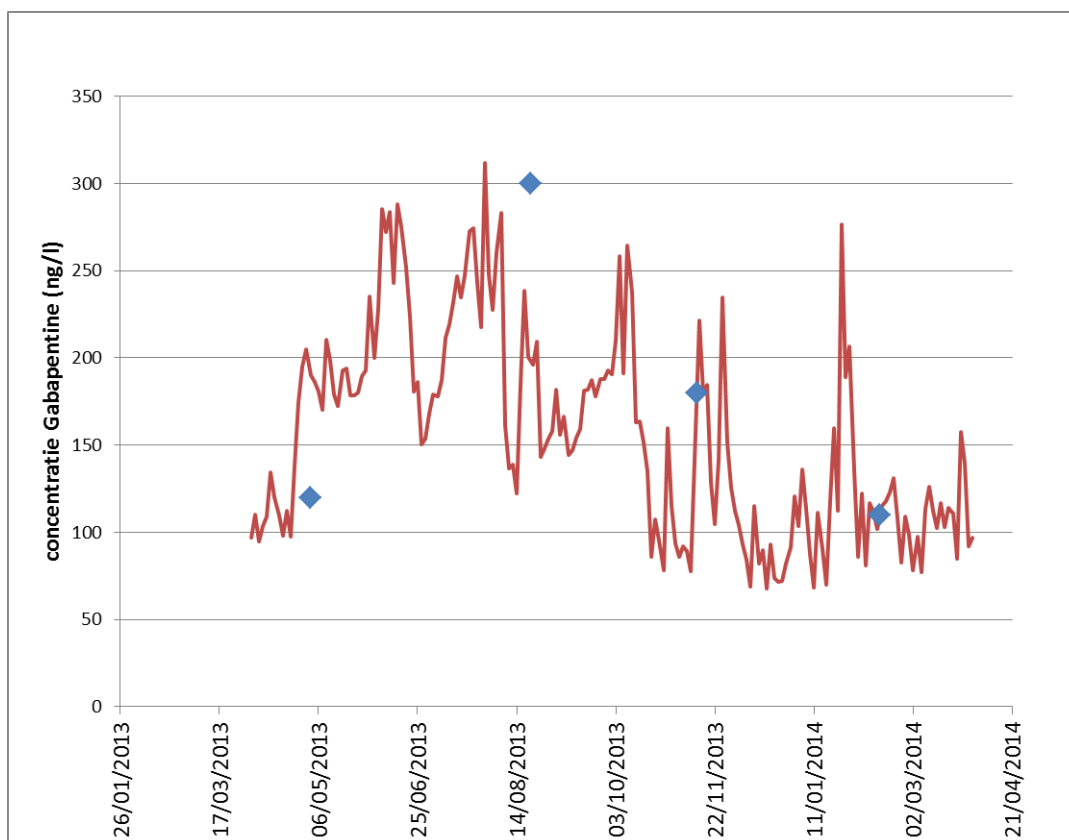
Tabel 26. Meetwaarden en modelberekeningen op meetpunt 29, Van Harinxmakanaal, Leeuwarden.



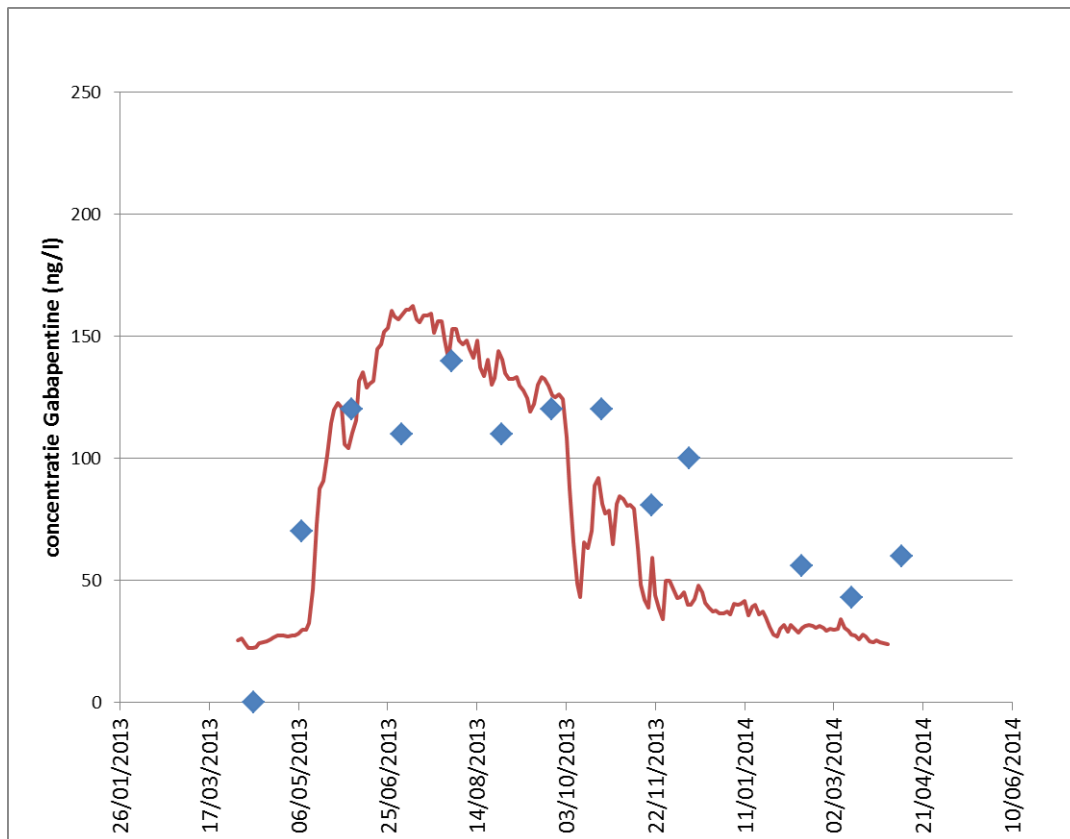
Tabel 27. Meetwaarden en modelberekeningen op meetpunt 33, Pr. Margrietkanaal, Bergum.



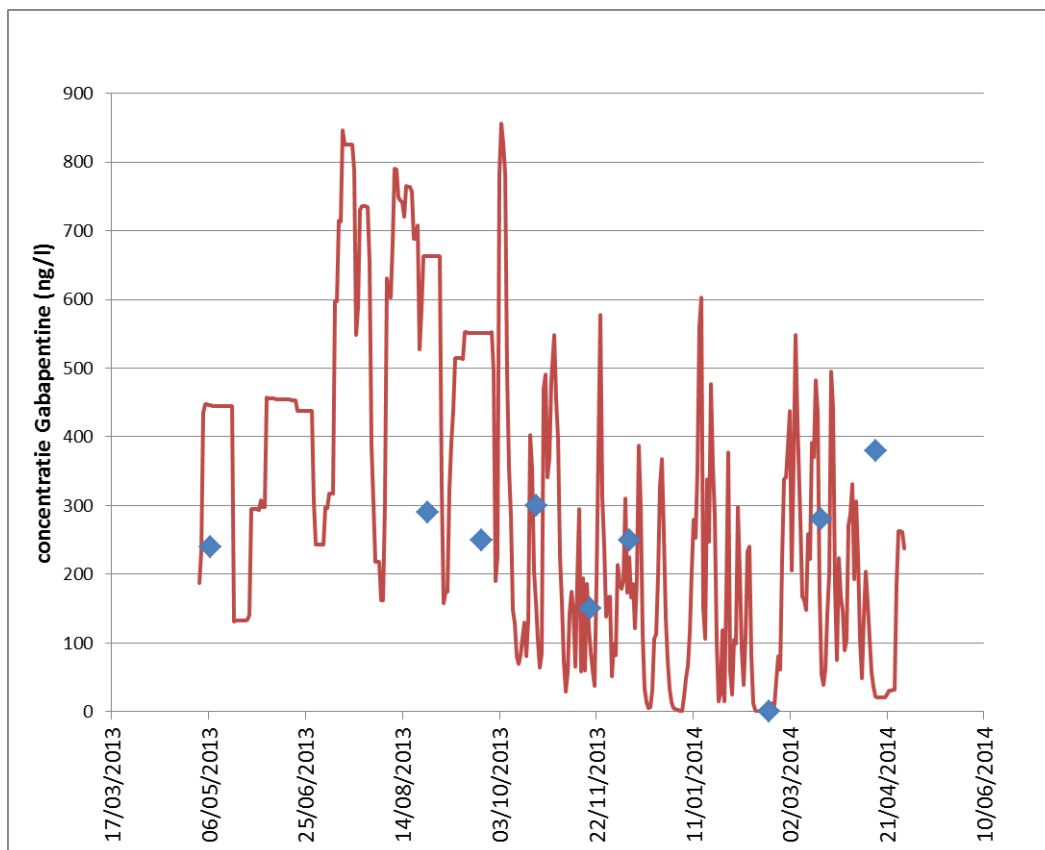
Tabel 28. Meetwaarden en modelberekeningen op meetpunt 45, De Leijen, midden.



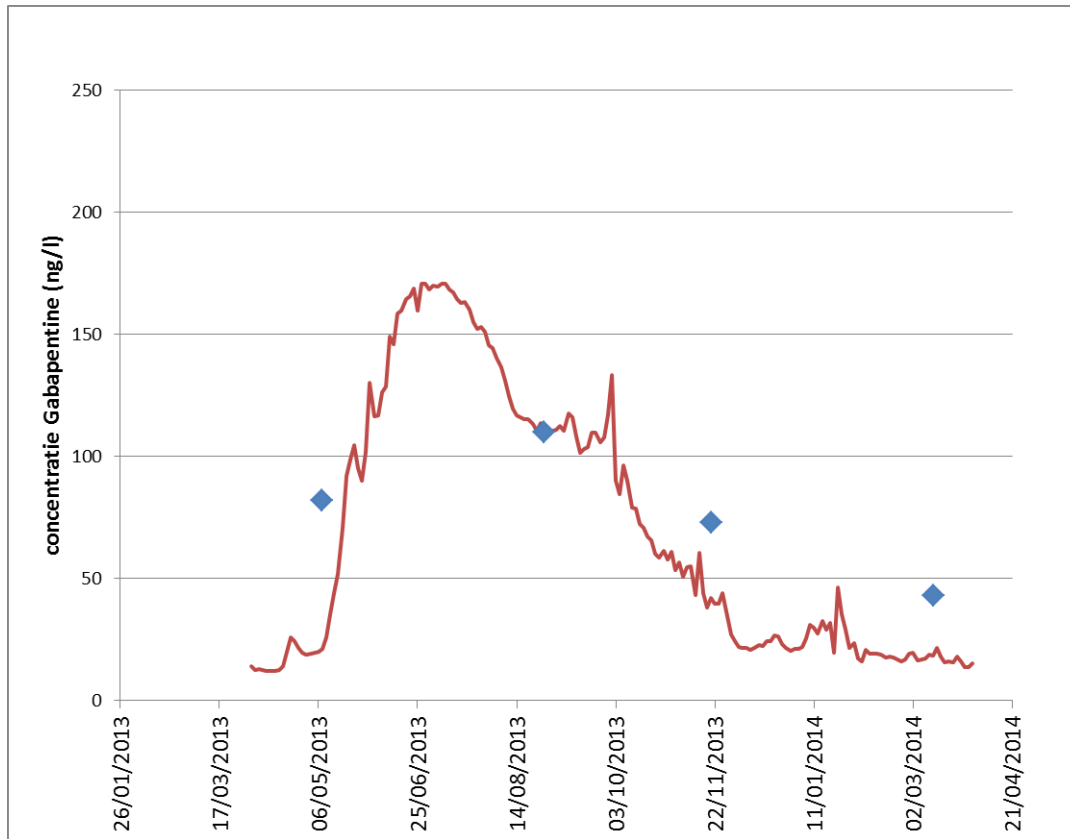
Tabel 29. Meetwaarden en modelberekeningen op meetpunt 52, Opeinderkanaal, Opeinde.



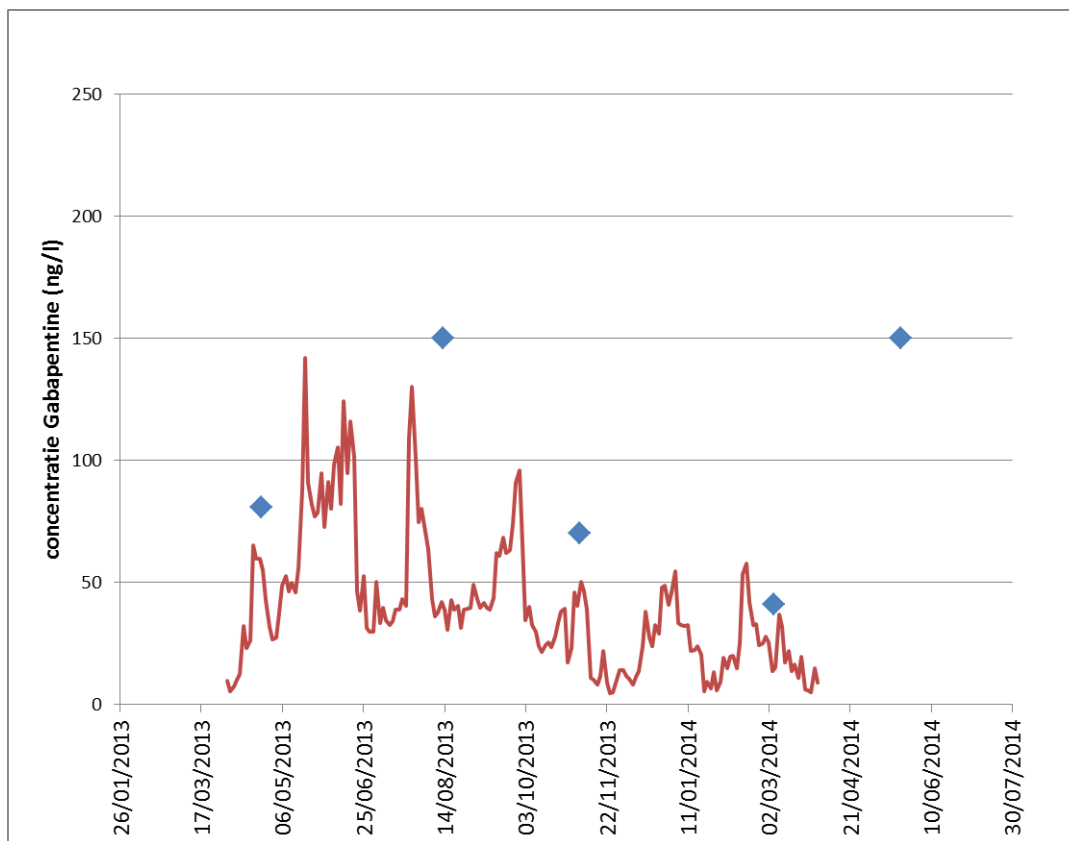
Tabel 30. Meetwaarden en modelberekeningen op meetpunt 75, Sneekermeer, midden.



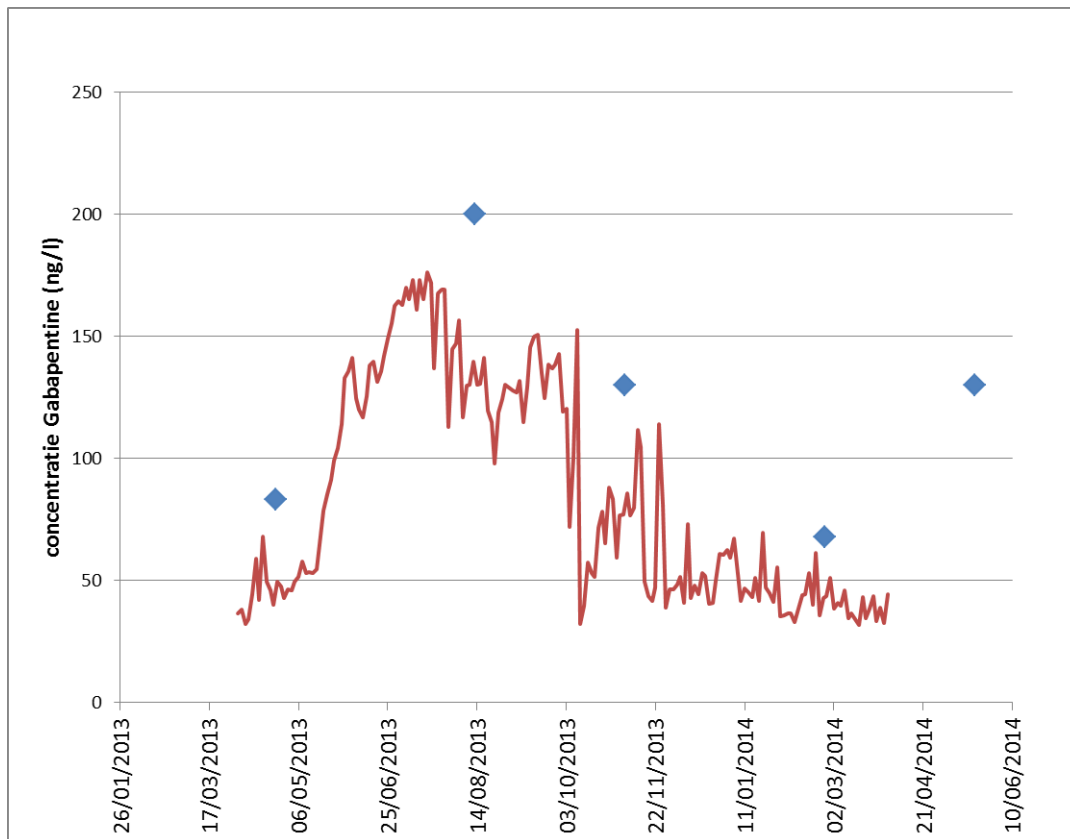
Tabel 31. Meetwaarden en modelberekeningen op meetpunt 81, Opsterlandse Compagnonsvaart, Hemrikkerverlaat.



Tabel 32. Meetwaarden en modelberekeningen op meetpunt 90, Langweerderwielen, midden.



Tabel 33. Meetwaarden en modelberekeningen op meetpunt 779, Workum, De Ikkers.



Tabel 34. Meetwaarden en modelberekeningen op meetpunt 842, Rjochte Grou, Grou.

Bijlage 3 Modelresultaten Friese Boezem

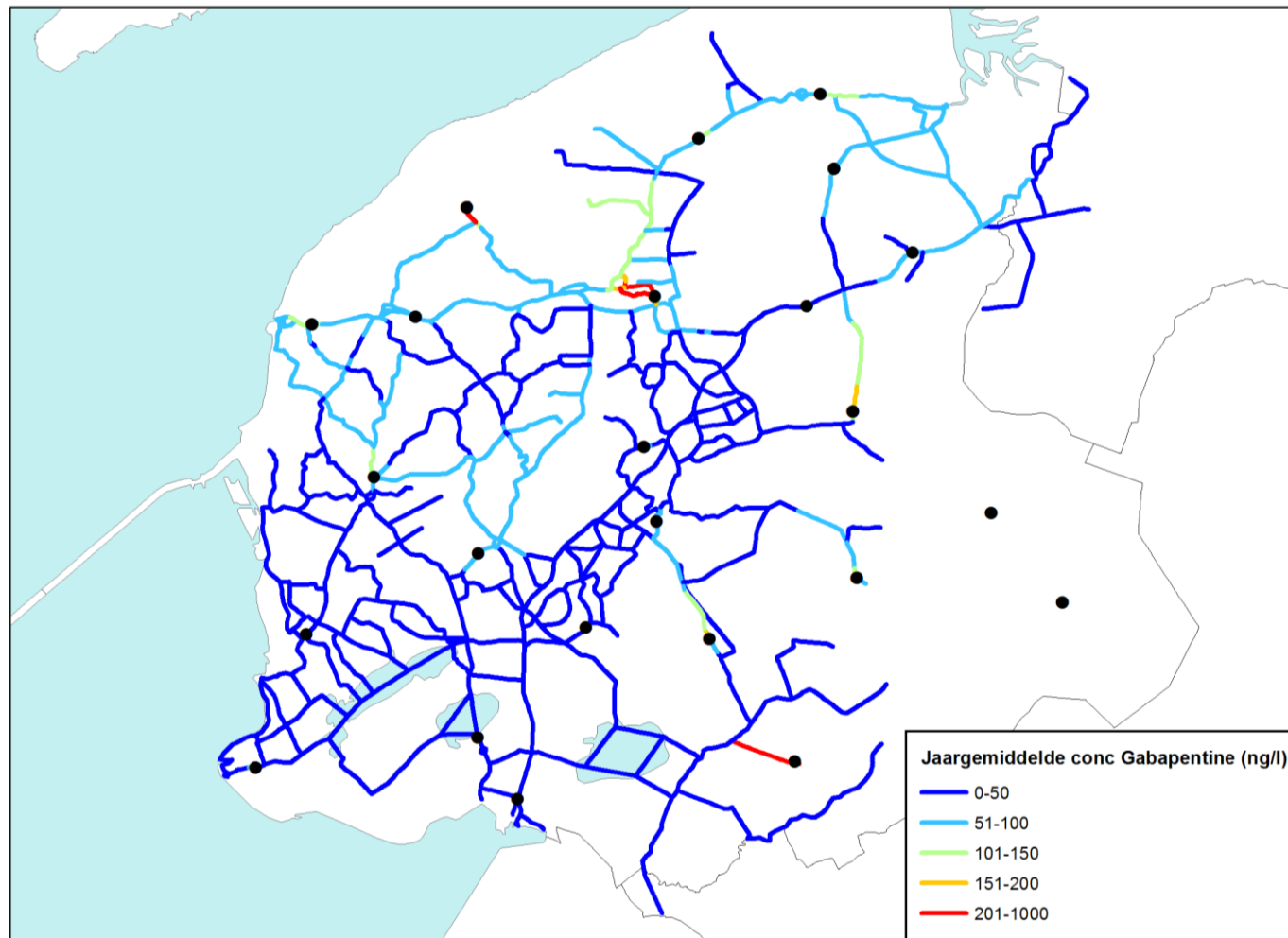
Modelresultaten voor concentraties gabapentine in het oppervlaktewater van de Friese Boezem (modeljaar 2008).

De resultaten bestaan uit twee scenario's:

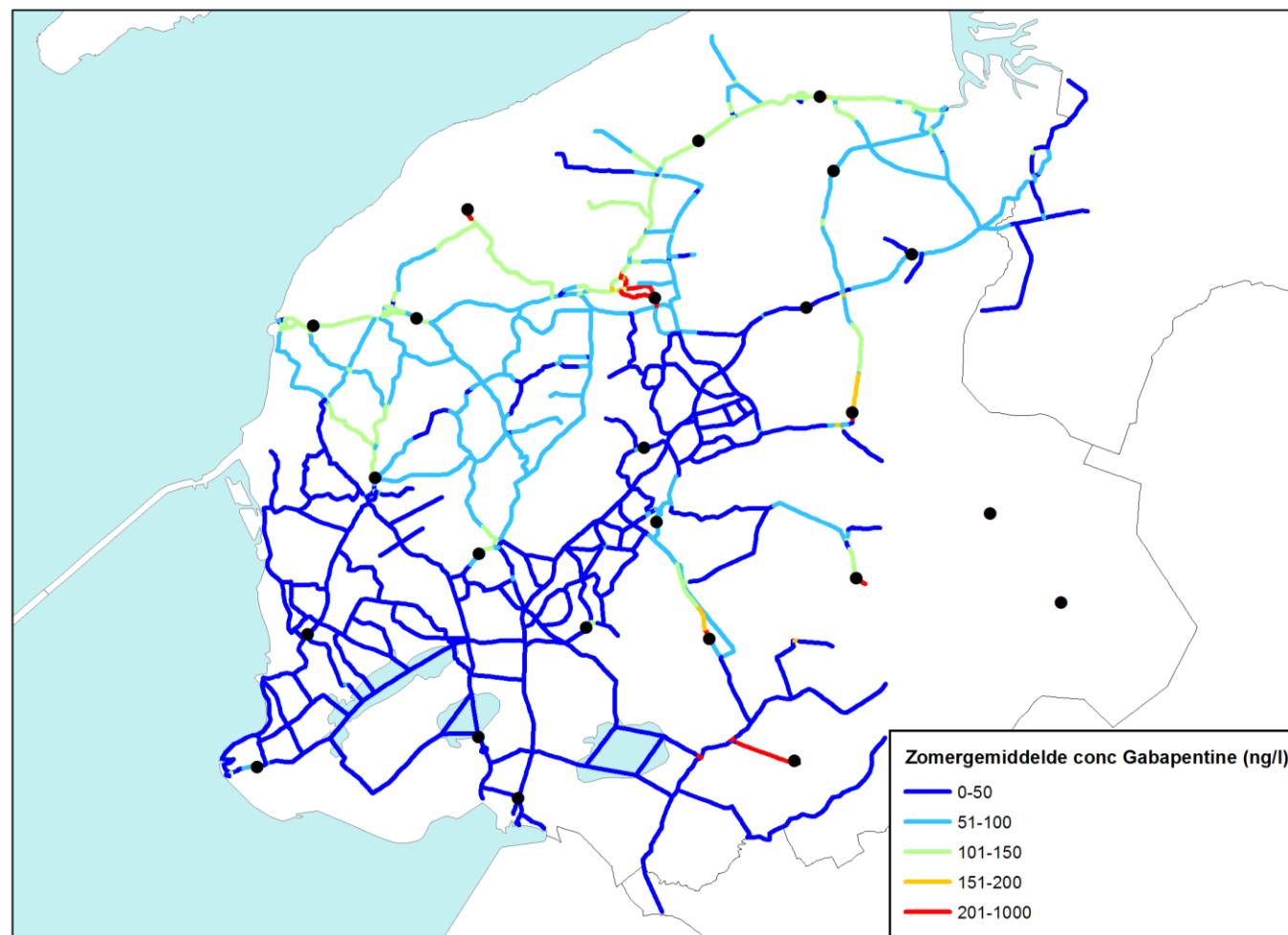
1. IJsselmeer 0; de concentratie van het ingelaten IJsselmeerwater is vastgesteld op 0 mg/l;
2. IJsselmeer 175; de concentratie van het ingelaten IJsselmeerwater is vastgezet op 0,000175 mg/l.

Deze bijlage bestaat uit 6 kaarten:

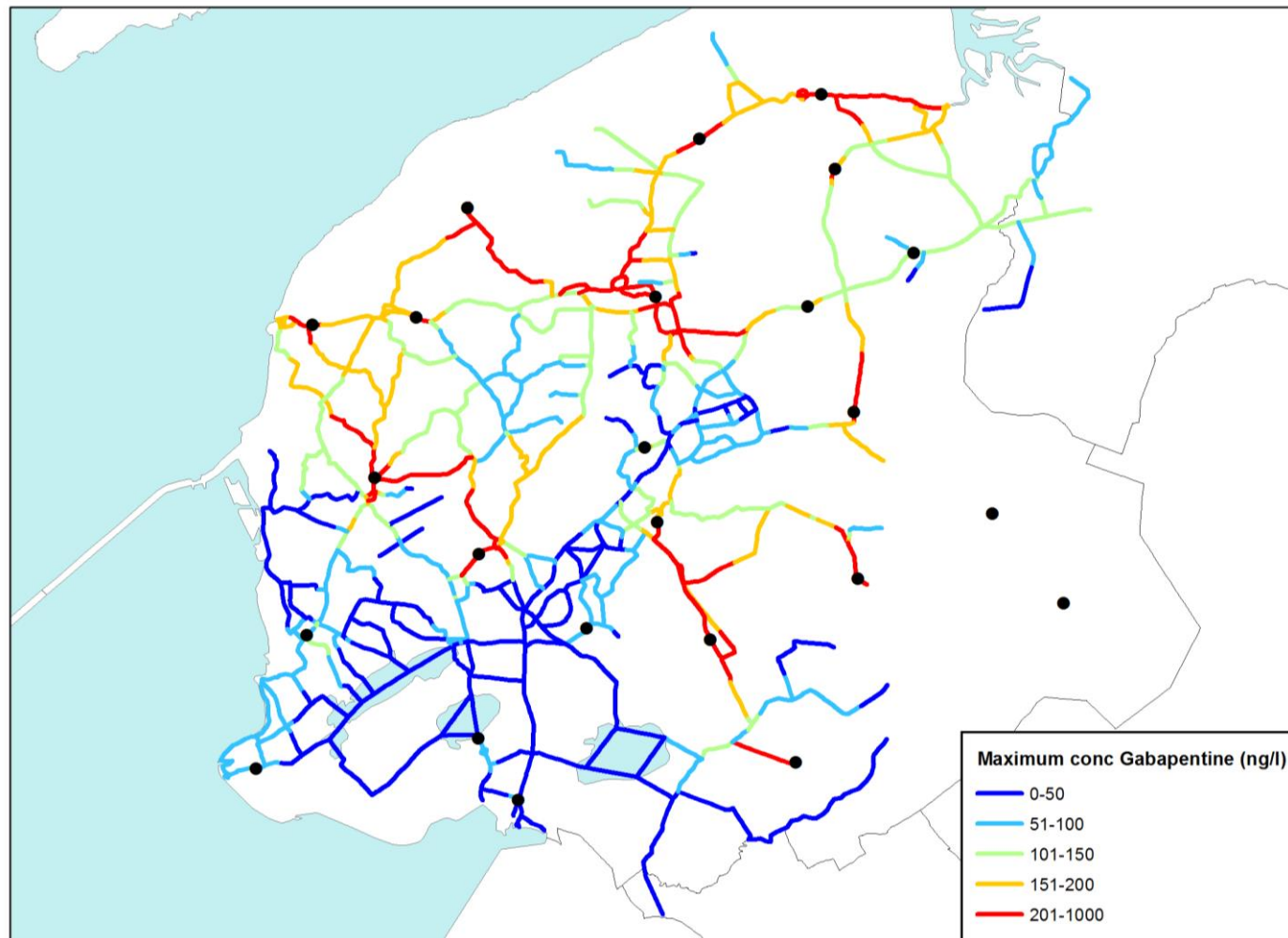
1. Scenario IJsselmeer 0 – jaargemiddelde concentraties;
2. Scenario IJsselmeer 0 – zomergemiddelde concentraties;
3. Scenario IJsselmeer 0 – maximum concentraties;
4. Scenario IJsselmeer 175 – jaargemiddelde concentraties;
5. Scenario IJsselmeer 175 – zomergemiddelde concentraties;
6. Scenario IJsselmeer 175 – maximum concentraties.



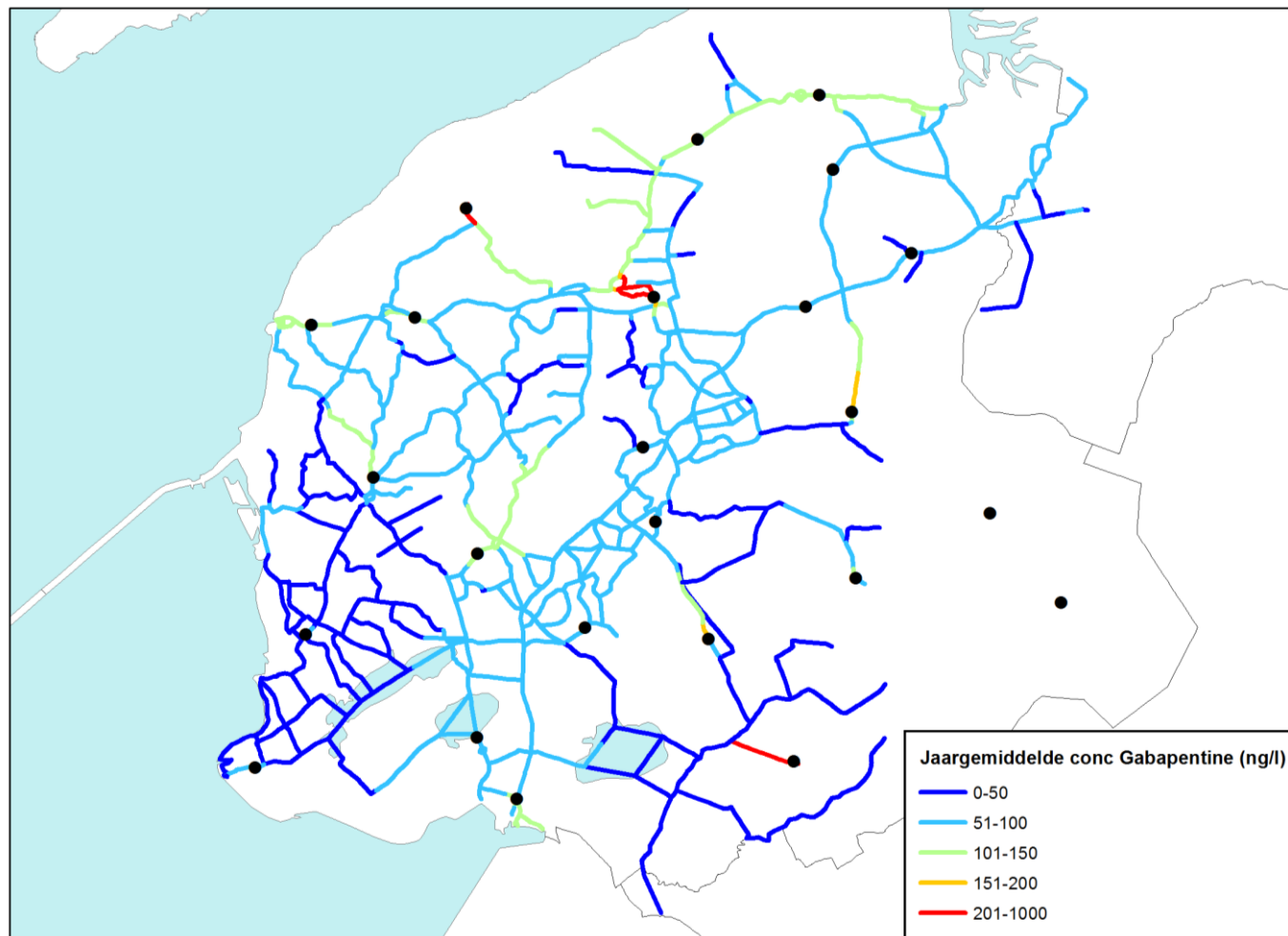
Figuur 20. Berekende jaargemiddelde concentratie gabapentine (ng/l) in het oppervlaktewater van de boezem (modelberekeningen jaar 2008, scenario IJsselmeer o).



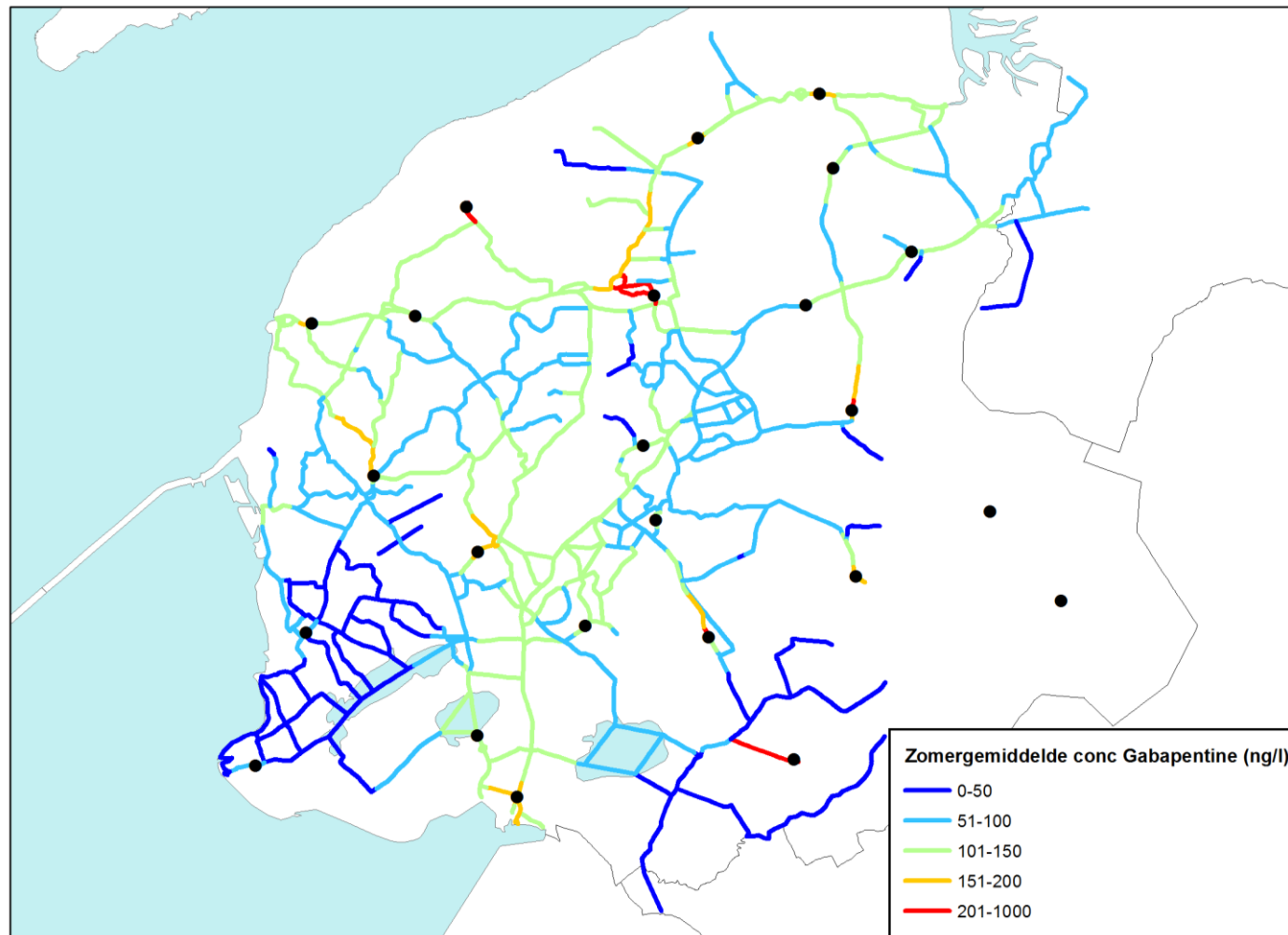
Figuur 21. Berekende zomergemiddelde concentratie gabapentine (ng/l) in het oppervlaktewater van de boezem (modelberekeningen jaar 2008, scenario IJsselmeer o).



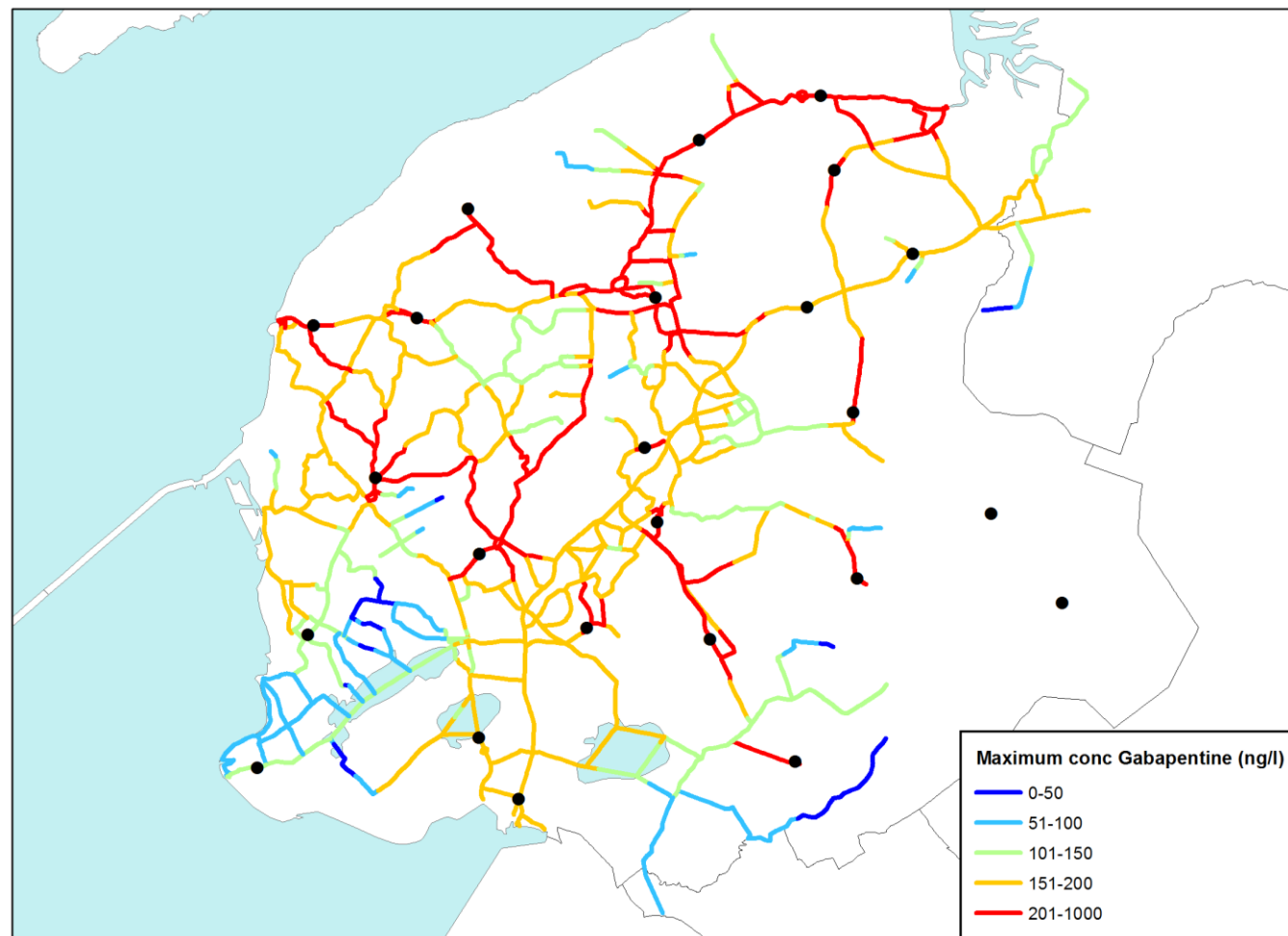
Figuur 22. Berekende maximum concentratie gabapentine (ng/l) in het oppervlaktewater van de boezem (modelberekeningen jaar 2008, scenario IJsselmeer o).



Figuur 23. Berekende jaargemiddelde concentratie gabapentine (ng/l) in het oppervlaktewater van de boezem (modelberekeningen jaar 2008, scenario IJsselmeer 175).



Figuur 24. Berekende zomergemiddelde concentratie gabapentine (ng/l) in het oppervlaktewater van de boezem (modelberekeningen jaar 2008, scenario IJsselmeer 175).



Figuur 25. Berekende maximum concentratie gabapentine (ng/l) in het oppervlaktewater van de boezem (modelberekeningen jaar 2008, scenario IJsselmeer 175).

Bijlage 4

Modelresultaten Opsterlandse Compagnonsvaart

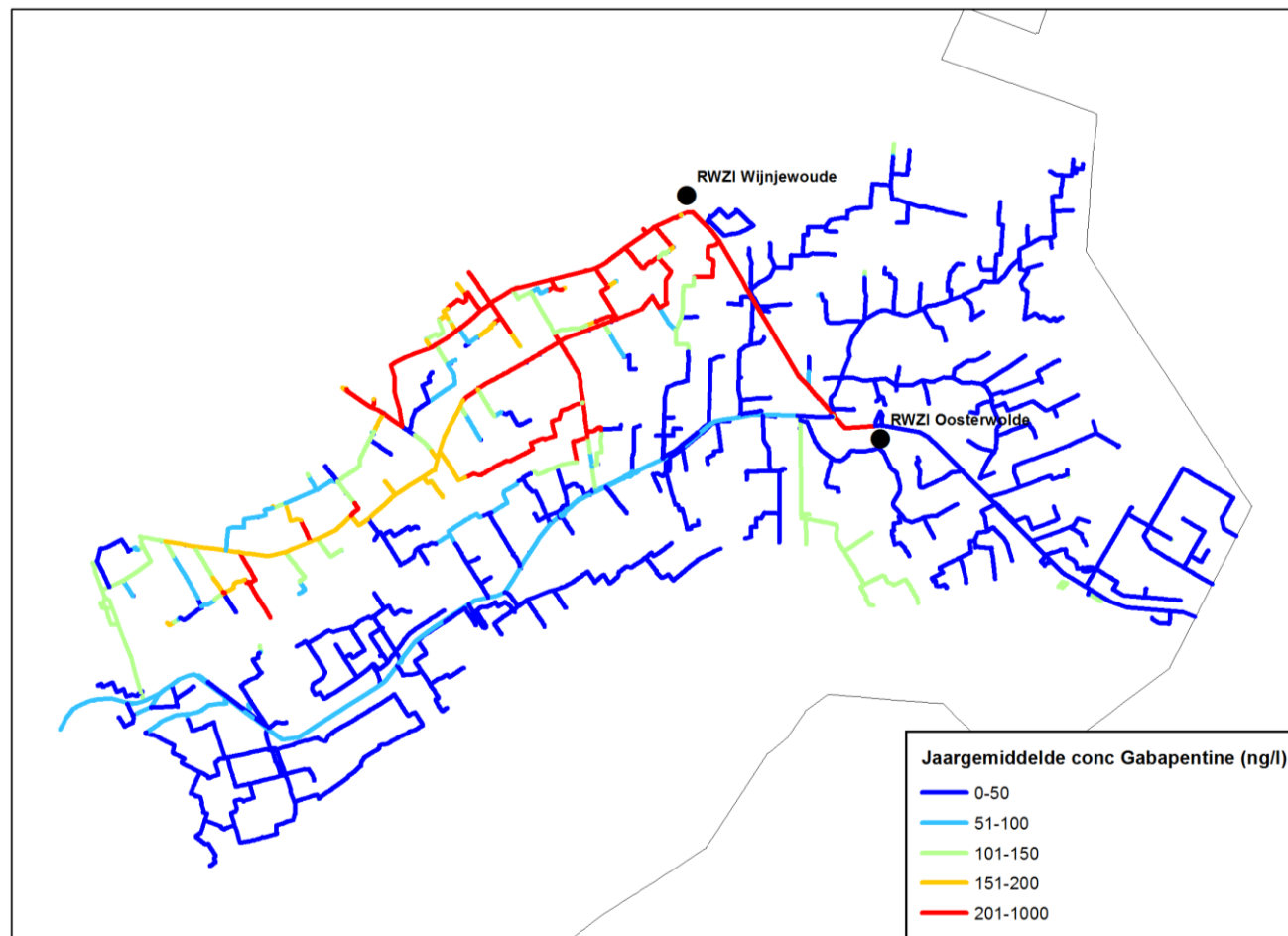
Modelresultaten voor concentraties gabapentine in het oppervlaktewater in (de omgeving van) de Opsterlandse Compagnonsvaart (modeljaar 2008).

De resultaten bestaan uit twee scenario's:

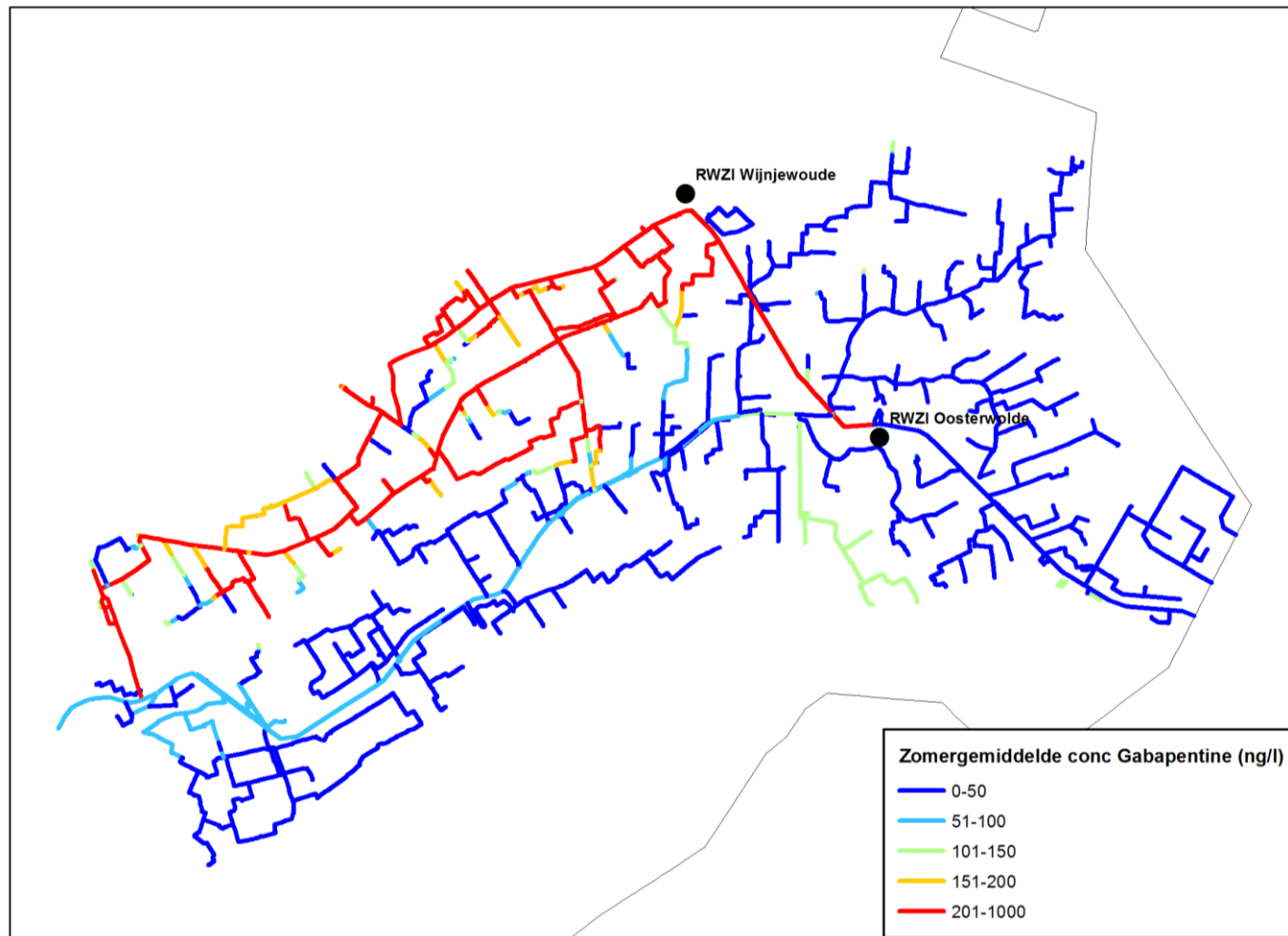
1. Wijnjewoude aan;
2. Wijnjewoude uit.

Deze bijlage bestaat uit 6 kaarten:

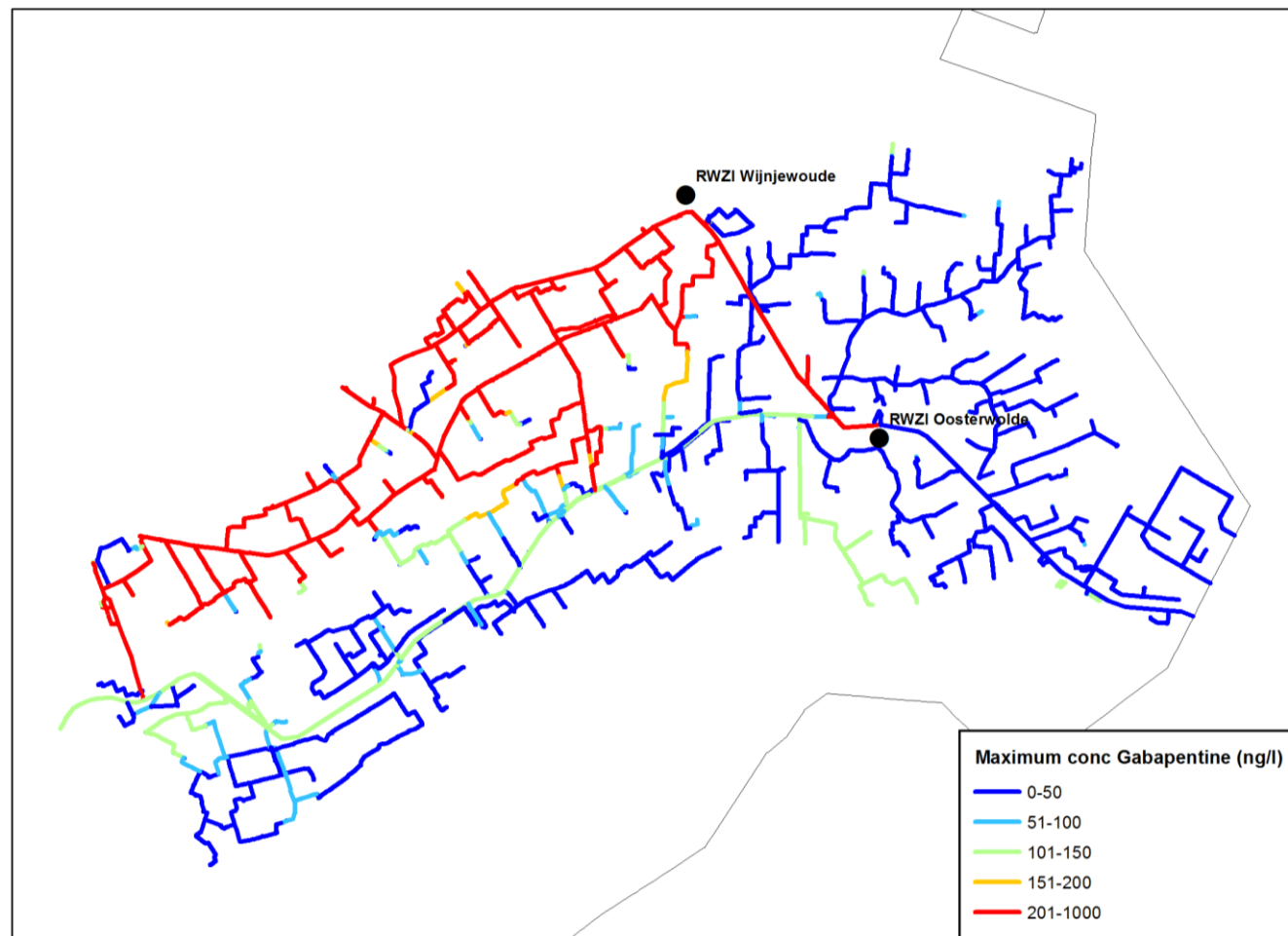
1. Scenario Wijnjewoude aan - jaargemiddelde concentraties;
2. Scenario Wijnjewoude aan – zomergemiddelde concentraties;
3. Scenario Wijnjewoude aan – maximum concentraties;
4. Scenario Wijnjewoude uit – jaargemiddelde concentraties;
5. Scenario Wijnjewoude uit – zomergemiddelde concentraties;
6. Scenario Wijnjewoude uit – maximum concentraties.



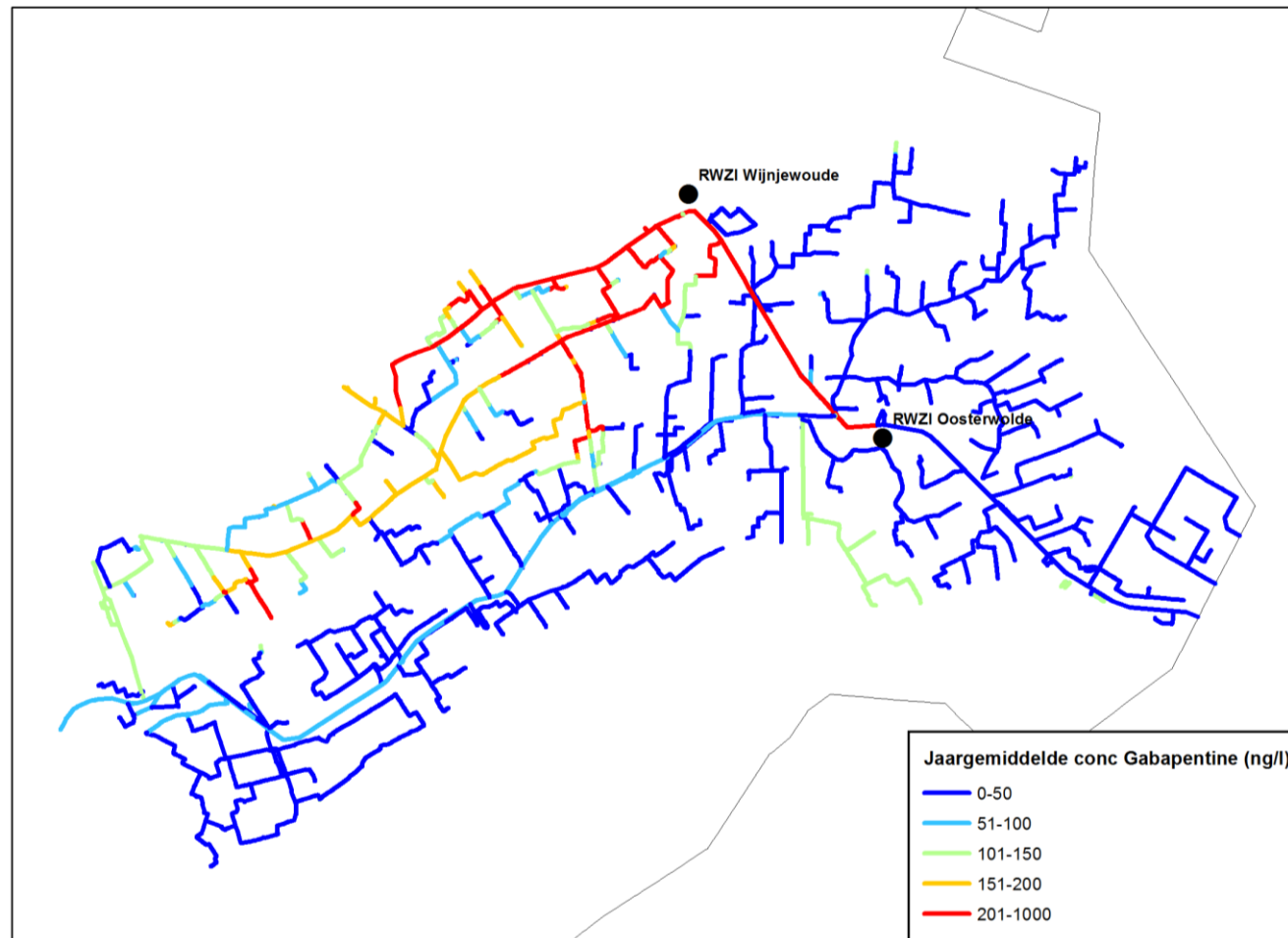
Figuur 26. Berekende jaargemiddelde concentratie gabapentine (ng/l) in het oppervlaktewater in en rond de Opsterlandse Compagnonsvaart (modelberekeningen jaar 2008, scenario Wijnjewoude Aan).



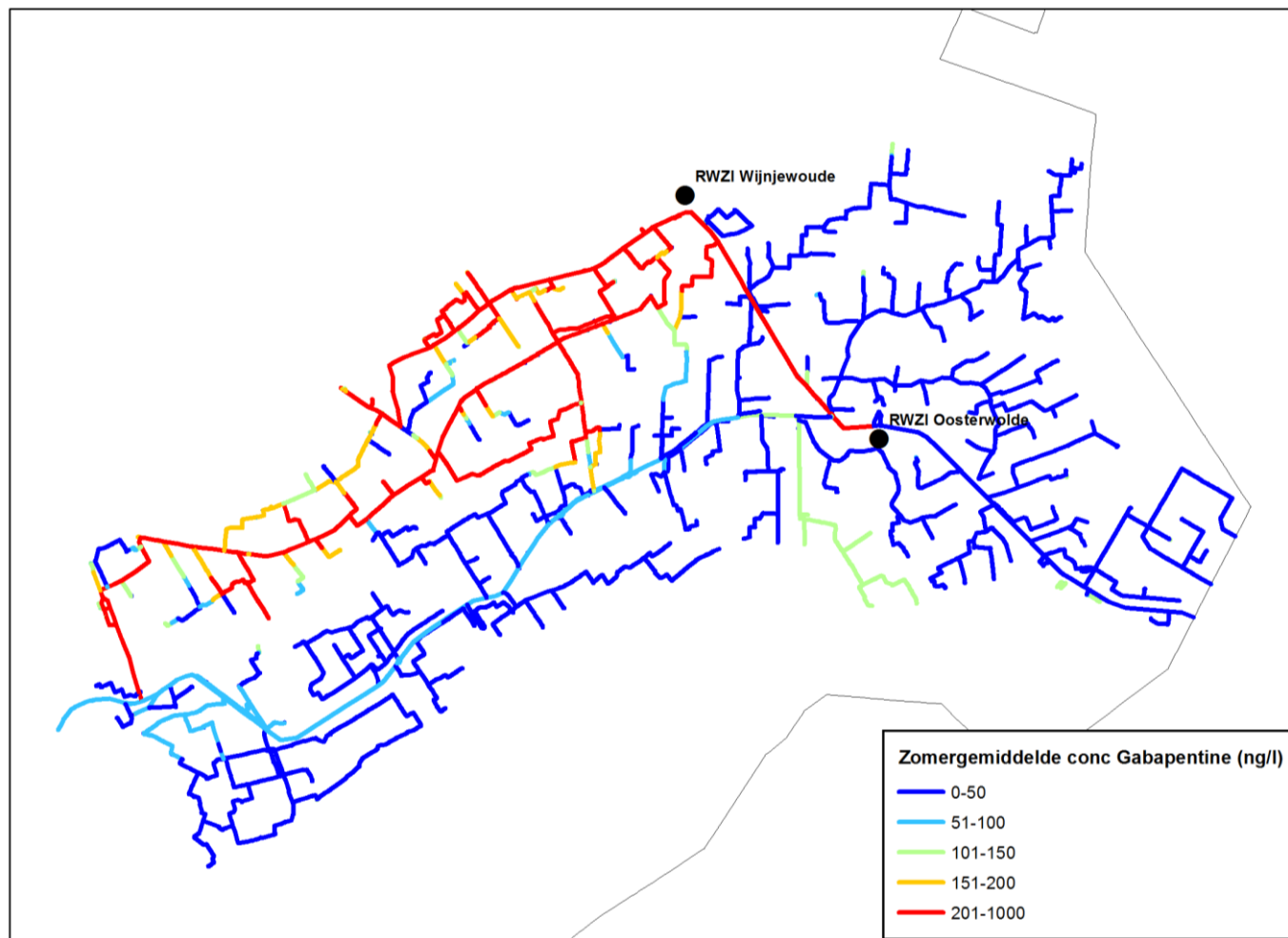
Figuur 27. Berekende zomergemiddelde concentratie gabapentine (ng/l) in het oppervlaktewater in en rond de Opsterlandse Compagnonsvaart (modelberekeningen jaar 2008, scenario Wijnjewoude Aan).



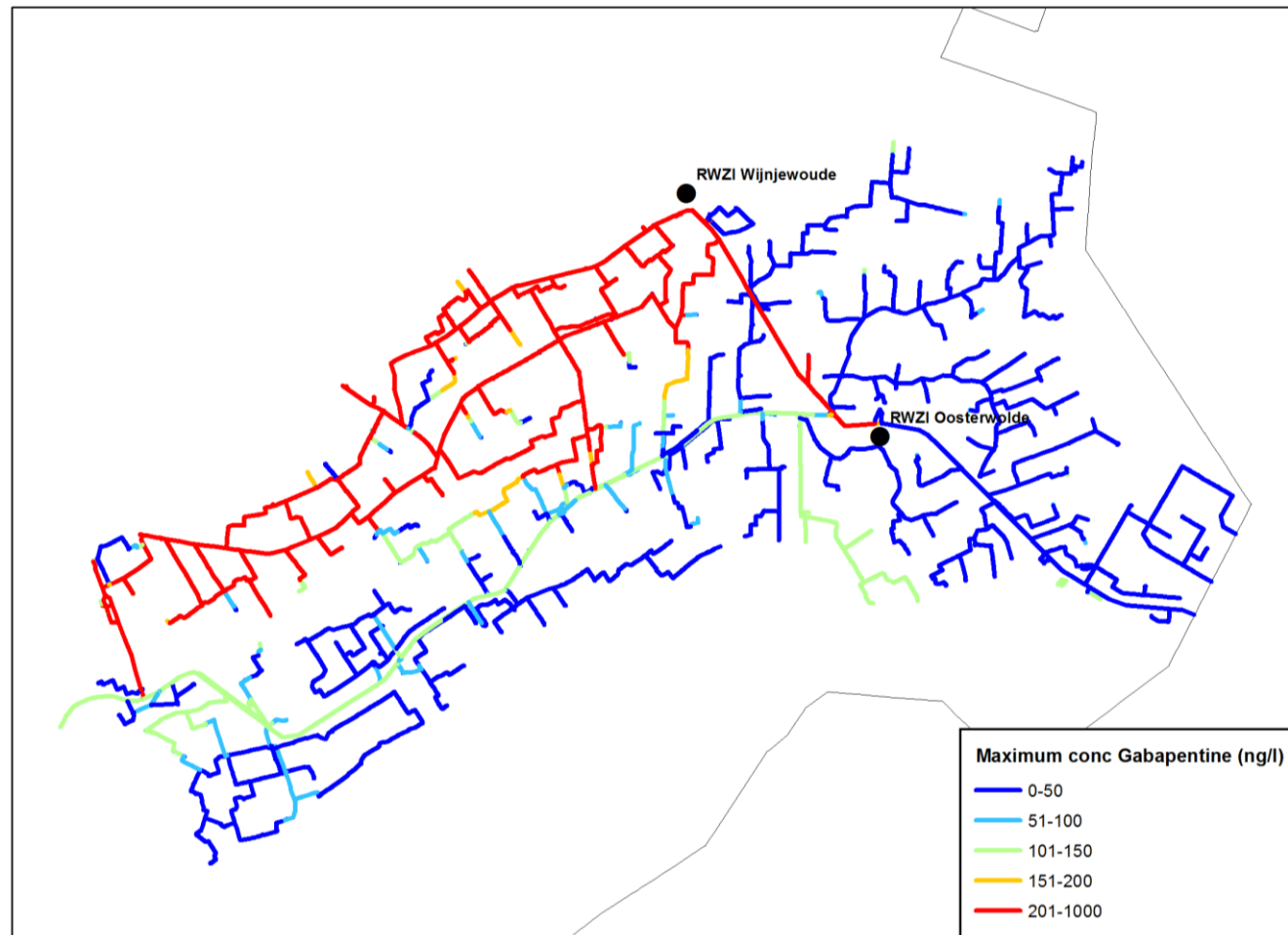
Figuur 28. Berekende maximum concentratie gabapentine (ng/l) in het oppervlaktewater in en rond de Opsterlandse Compagnonsvaart (modelberekeningen jaar 2008, scenario Wijnjewoude Aan).



Figuur 29. Berekende jaargemiddelde concentratie gabapentine (ng/l) in het oppervlaktewater in en rond de Opsterlandse Compagnonsvaart (modelberekeningen jaar 2008, scenario Wijnjewoude Uit).



Figuur 30. Berekende zomergemiddelde concentratie gabapentine (ng/l) in het oppervlaktewater in en rond de Opsterlandse Compagnonsvaart (modelberekeningen jaar 2008, scenario Wijnjewoude Uit).



Figuur 31. Berekende maximum concentratie gabapentine (ng/l) in het oppervlaktewater in en rond de Opsterlandse Compagnonsvaart (modelberekeningen jaar 2008, scenario Wijnjewoude Uit).

Bijlage 5 Prioritering

Er is een prioritering uitgewerkt voor het nemen van maatregelen ter vermindering van de vracht geneesmiddelen uit de rwzi. Dit is op twee manieren gedaan:

- Volume van het effluent. De zuivering met het grootste jaardebiet, loost het grootste volume water op de boezem. Uitgaande van een gelijke concentratie geneesmiddelen in het effluent, levert de rwzi met het grootste jaardebiet ook de grootste vracht geneesmiddelen aan de boezem;
- Effect op oppervlaktewater. Het effect van het rwzi-effluent op het oppervlaktewater is niet alleen afhankelijk van het effluentdebiet. Ook het ontvangende oppervlaktewater speelt hierin een rol. Immers, in een groot ontvangend water zal de concentratie geneesmiddelen minder snel toenemen dan in een klein water. Deze verdunningsfactor is in beeld gebracht met de modellering, samen met de verspreiding door het watersysteem.

In deze bijlage staan de getalswaarden bij deze prioriteringen.

Rwzi	Gemiddelde dagdebiet (m³)
Wijnjewoude	388
Warns	1.982
Oosterwolde	2.400
Akkrum	2.846
Sloten	3.725
Lemmer	3.812
Workum	4.004
St. Annaparochie	4.211
Grou	5.512
Wolvega	6.412
Gorredijk	6.682
Joure	7.649
Damwoude	8.193
Birdaard	8.465
Bergum	10.182
Kootstertille	10.479
Harlingen	10.702
Bolsward	11.536
Dokkum	12.980
Franeke	14.876
Sneek	16.253
Heerenveen	17.690
Drachten	24.700
Leeuwarden	42.631

Tabel 35. Gemiddeld dagdebiet van de rwzi's (gegevens van 2008).

Rwzi	Volume oppervlaktewater boven grenswaarde 100 ng/l (m³)
Warns	0
Akkrum	0
Workum	0
Grou	0
Joure	0
Damwoude	0
Bergum	0
Kootstertille	0
Sloten	71.125
Gorredijk	82.025
Wolvega	132.433
St. Annaparochie	319.885
Bolsward	322.088
Franeke	521.298
Birdaard	702.083
Dokkum	936.324
Heerenveen	975.841
Harlingen	1.341.702
Lemmer	1.677.129
Sneek	1.858.666
Leeuwarden	2.704.452
Drachten	3.427.191

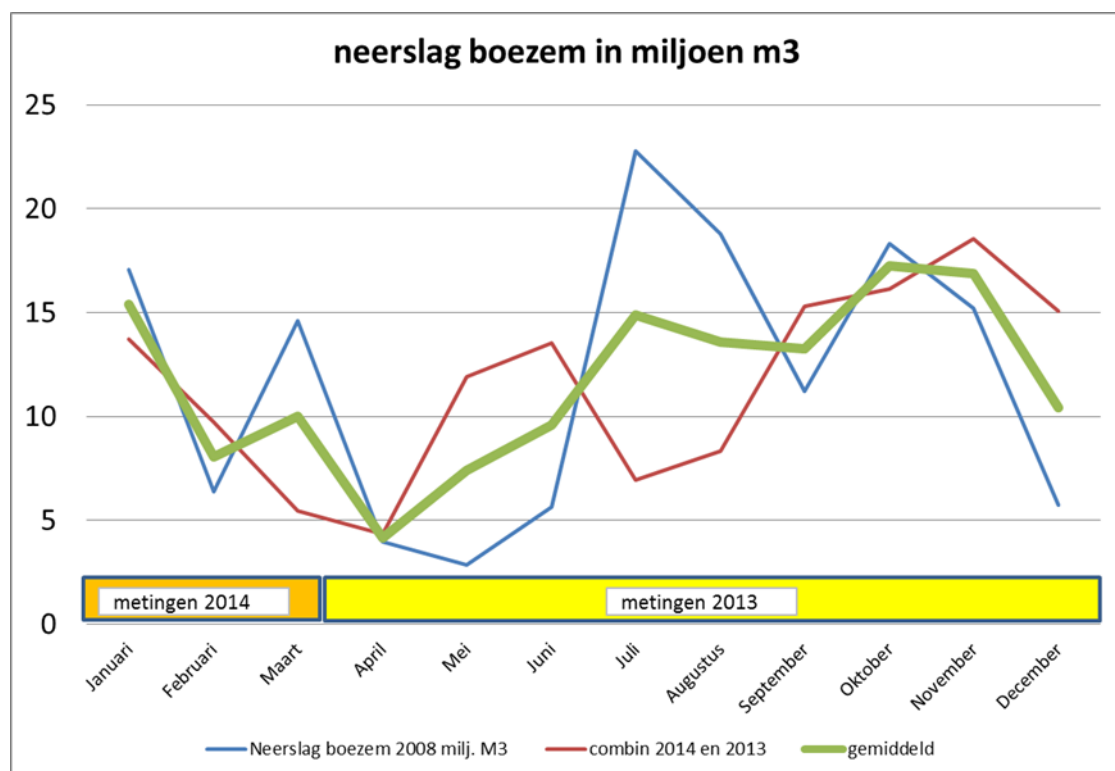
Tabel 36. Volume water nabij een rwzi wat in een jaargemiddelde situatie een Gabapentine concentratie heeft van boven de 100 ng/l; de zogeheten grenswaarde.

Bijlage 6

Vergelijking weer 2008 en 2013/2014 aan de hand van de totale hoeveelheid neerslag op de boezem

In het rapport worden berekeningen uitgevoerd met het waterkwaliteitsmodel met de waterhuishouding en het weer in 2008.

De berekende concentraties van gabapentine worden vergeleken met de gemeten concentraties in de periode 1 april 2013 tot en met 1 april 2014. Om er achter te komen of het weer in 2008 vergelijkbaar is met het weer in de periode dat er gemeten is, is de totale hoeveelheid neerslag op de boezem als vergelijkingsmaat genomen. In onderstaande grafiek wordt de neerslag in 2008 vergeleken met de neerslag in de meetperiode (combi 2014 en 2013). Er is enige gelijkenis; de afwijkingen zitten in mei 2013 en juli 2013.



Colofon

HOTSPOTS GENEESMIDDELEN IN FRYSLÂN MET BEHULP VAN WATERKWALITEITSMODELLEN

OPDRACHTGEVER:

Wetterskip Fryslân

STATUS:

Definitief

AUTEUR:

Mirjam Bloemerts

GECONTROLEERD DOOR:

Anne de Weme

VRIJGEGEVEN DOOR:

Mirjam Bloemerts

30 juli 2015

078574996:0.2

ARCADIS NEDERLAND BV

Beaulieustraat 22

Postbus 264

6800 AG Arnhem

Tel 026 3778 911

Fax 026 4457 549

www.arcadis.nl

Handelsregister 09036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden vervaelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.