

CML

Centrum voor Milieuwetenschappen

Analyse van imidacloprid in het oppervlaktewater

*gebruikmakend van recente meetgegevens uit de
Bestrijdingsmiddelenatlas tot en met februari 2016*

CONCEPT 13 mei 2016

vertrouwelijk

Wil L.M. Tamis

Maarten van 't Zelfde

Martina G. Vijver



Universiteit Leiden

Dit rapport is vrij te downloaden via de website van het CML:
<http://cml.leiden.edu/publications/reports.html>

ISBN: xxxxxxxxxxxx nr. Komt binnen op 23-5-2016

© Institute of Environmental Sciences (CML), Leiden, 2016

Concept 13 mei 2016

Analyse van imidacloprid in het oppervlaktewater

*gebruikmakend van recente meetgegevens uit de
Bestrijdingsmiddelenatlas tot en met februari 2016*

Mei 2016

Wil L.M. Tamis
Maarten van 't Zelfde
Martina G. Vijver

Universiteit Leiden
Centrum voor Milieuwetenschappen, afdeling Conservation Biology

Postbus 9518
2300 RA Leiden

CML rapport 190

Uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken.

Concept 13 mei 2016

Voorwoord

In opdracht van het Ministerie van Economische Zaken heeft de Universiteit Leiden -CML een nadere analyse van imidacloprid in het oppervlaktewater op basis van metingen tot februari 2016 uitgevoerd. Deze studie is een vervolg van de al eerder verschenen studie (rapport nr 186, mei 2015) waarin de metingen van imidacloprid in het Nederlandse oppervlaktewater tot en met april 2015 in relatie zijn gebracht tot een aantal beleidsmaatregelen om de belasting van het milieu en neveneffecten van imidacloprid terug te dringen. Wij zijn de begeleidingscommissie met daarin RIVM, Ctgb, RWS-WVL, NVWA, UvW en Hoogheemraadschap van Schieland dankbaar voor hun inzet en bijdragen aan dit project. Het rapport is primair geschreven voor een breder publiek en voor meer gedetailleerde en technische informatie kunt u zich wenden tot de auteurs.

Wil Tamis, Maarten van 't Zelfde en Martina Vijver

Mei 2016

Inhoudsopgave

Voorwoord	iv
Samenvatting.....	vii
1. Inleiding	1
Leeswijzer	1
2. Algemene werkwijze.....	3
Regio's met veel normoverschrijdingen en kassen.....	3
Gegevens 2015 en 2016: controle	3
Periodes: jaren en eerste twee maanden.....	4
Normen.....	4
Berekeningen en analyse.....	4
Karakterisering meetgegevens	4
3. Concentraties imidacloprid 2010 tot begin 2016	5
Jaarconcentraties tussen 2010 en 2015	5
Maandverloop tussen 2010 en 2015.....	5
Concentraties in januari en februari 2016	8
4. Normoverschrijdingen vanaf 2010.....	9
4.1. Introductie.....	9
4.2. Toelatingscriterium.....	9
2010-2015	9
Januari-februari 2016	10
4.3. JG-MKN	13
2010-2015	13
Januari-februari 2016	13
4.4. MAC-MKN	14
2010-2015	14
Januari-februari 2016	14
5. Conclusies	15
Concentraties.....	15
Normoverschrijdingen.....	15
Algemene eindconclusie	16
Bijlage I. Berekeningen en analyse.....	17
Gemiddelde, percentielen en maximum.....	17
Berekeningen met rapportagegrenzen.....	17
Berekening percentages	17
Interpretatie	17
Statistiek.....	17
Bijlage II. Karakterisering van de meetgegevens	20
Bijlage III. 90-percentielen van gemiddelde maandconcentraties	22
Bijlage IV. Kaarten normoverschrijding Toelatingscriterium	23

Samenvatting

p.m. als rapport akkoord verklaard door opdrachtgever en BC

[Iets om te overwegen is om geen abstract/samenvatting in het rapport op te nemen.
Men zou (de laatste paragraaf van) de conclusies daar ook voor kunnen lezen.
En dan zou je in het begin van het rapport alleen 5 bullets kunnen neerzet met de highlights.

Daarbij komt dat het ministerie of Ctgb mogelijk ook weer een samenvatting over gaat schrijven. Of is de overweging om juist een samenvatting te schrijven zodat het ministerie de tekst overneemt?]

1. Inleiding

De afgelopen jaren zijn er een aantal wetenschappelijke publicaties en beleidsstukken verschenen over de ongewenste ecologische effecten van de stof imidacloprid, een neonicotinoïde, op een verscheidenheid aan organismen. Het Ministerie van Economische Zaken heeft in dat verband in 2014 de Universiteit Leiden (UL – CML) verzocht nader onderzoek te doen naar het voorkomen van imidacloprid in het Nederlandse oppervlaktewater op basis van metingen tot en met april 2015. De analyse is gericht op de invloed van maatregelen, vooral vanaf 2010, op de normoverschrijdingen en gehalten van imidacloprid in het oppervlaktewater. In het bijzonder is het Ministerie geïnteresseerd in de effecten van de maatregelen genomen door het College voor de Toelating van Gewasbeschermingsmiddelen en Biociden (Ctgb) in 2014 welke zich richt op de verplichting tot zuivering van emissiewater uit kassen bij gebruik van imidacloprid. Van deze studie is een rapport verschenen (Tamis *et al.* 2015)¹. Eind 2015 heeft het Ministerie van Economische Zaken verzocht om een vervolgstudie voor aanvullende meetgegevens tot en met februari 2016 voor de twee kassenregio's met de hoogste concentraties aan imidacloprid. Voorliggend rapport doet verslag van deze vervolgstudie.

Het doel van dit onderzoek is een analyse van de imidacloprid concentraties en normoverschrijdingen in het oppervlaktewater tot en met februari 2016 in twee kassenregio's met name in relatie tot de maatregelen gericht op de bescherming van het aquatisch milieu die van kracht werden in het voorjaar van 2014.

Waterbeheerders meten het gehele jaar door de chemische kwaliteit van het oppervlaktewater, o.a. van de concentraties van actieve stoffen in gewasbeschermingsmiddelen en biociden (vanaf nu bestrijdingsmiddelen genoemd). Deze gegevens worden op jaarbasis toegevoegd aan de Bestrijdingsmiddelenatlas (BMA), een vrij toegankelijke internettool: www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl.² Voor dit project wordt gebruik gemaakt van de meetresultaten in de BMA, aangevuld met de nieuwste meetgegevens.

In dit rapport staan dus de veranderingen centraal in het voorkomen van imidacloprid in het Nederlandse oppervlaktewater in relatie tot recent genomen beleidsmaatregelen. De focus voor deze analyse is de maatregel die op 1 mei 2014 is ingegaan gericht op zuivering van het spuiwater van kassen waarin imidacloprid wordt gebruikt. De interpretatie en redenering waarom deze veranderingen plaats vinden danwelhet uitblijven ervan, maakt geen deel uit van dit rapport. Dit vereist namelijk vergaande kennis over ten eerste de agrarische bedrijfsvoering en ten tweede over tijdstip en de mate waarin beleidsmaatregelen daadwerkelijk door de bedrijven waren geïmplementeerd.

Leeswijzer

Dit rapport is een vervolg van de studie uitgevoerd in 2015. Voor een aantal algemene zaken en resultaten van deze studie wordt verwezen naar het voorgaande rapport, om teveel herhaling te voorkomen. In hoofdstuk 2 wordt de algemene werkwijze beschreven. In hoofdstuk 3 staan de gemeten concentraties van imidacloprid in het oppervlaktewater

¹ Tamis, W.L.M., M. van t'Zelfde, M.G. Vijver, Analyse van imidacloprid in het oppervlaktewater gebruikmakend van recente meetgegevens uit de Bestrijdingsmiddelenatlas, uitg. CML, Leiden rapport no. 185.

² De Snoo G.R., Vijver M.G. (eds.), 2012. Bestrijdingsmiddelen en waterkwaliteit. Universiteit Leiden, pp 180. ISBN: 978-90-5191-170-1.

centraal. In hoofdstuk 4 worden de geaggregeerde concentraties getoets aan diverse milieunormen. Het afsluitende hoofdstuk omvat de belangrijkste conclusies. In de bijlagen wordt dieper ingegaan op de werkwijze en een karakterisering van de dataset van gebruikte meetgegevens gegeven. Sommige grafieken en kaarten zijn (deels) in kleur, dit is nodig om de resultaten goed zichtbaar te maken. De getallen in dit verslag hebben een decimale punt.

2. Algemene werkwijze

Regio's met veel normoverschrijdingen en kassen

Het onderzoek in 2016 richtte zich specifiek op de twee regio's uit het voorgaande onderzoek, Westland (KS1) en Oostland (KS2), zie Fig. 1. Deze twee kassenregio's hadden het grootste aandeel in de normoverschrijdingen voor imidacloprid in de voorgaande studie (Tamis *et al.*, 2015). De focus in dit onderzoek is gericht op de maatregel voor imidacloprid per 1 mei 2014, de verplichting zuivering van het emissiewater van kassen die imidacloprid gebruiken.

Gegevens 2015 en 2016: controle

Voor dit project wordt gebruik gemaakt van de meetresultaten zoals opgenomen in de BMA (tot en met 2014), aangevuld met de nieuwste meetgegevens opgevraagd bij de waterbeheerders van de geselecteerde regio's. Deze metingen betreffende de periode 2015, en januari en februari van het jaar 2016. De nieuwe gegevens zijn met het standaard foutenprotocol van de Bestrijdingsmiddelenatlas gecontroleerd. Vervolgens zijn de nieuwe gegevens bewerkt: toetsing aan de normen volgens de standaardprocedures van de BMA³ en bepaling gemiddelden en percentielen.

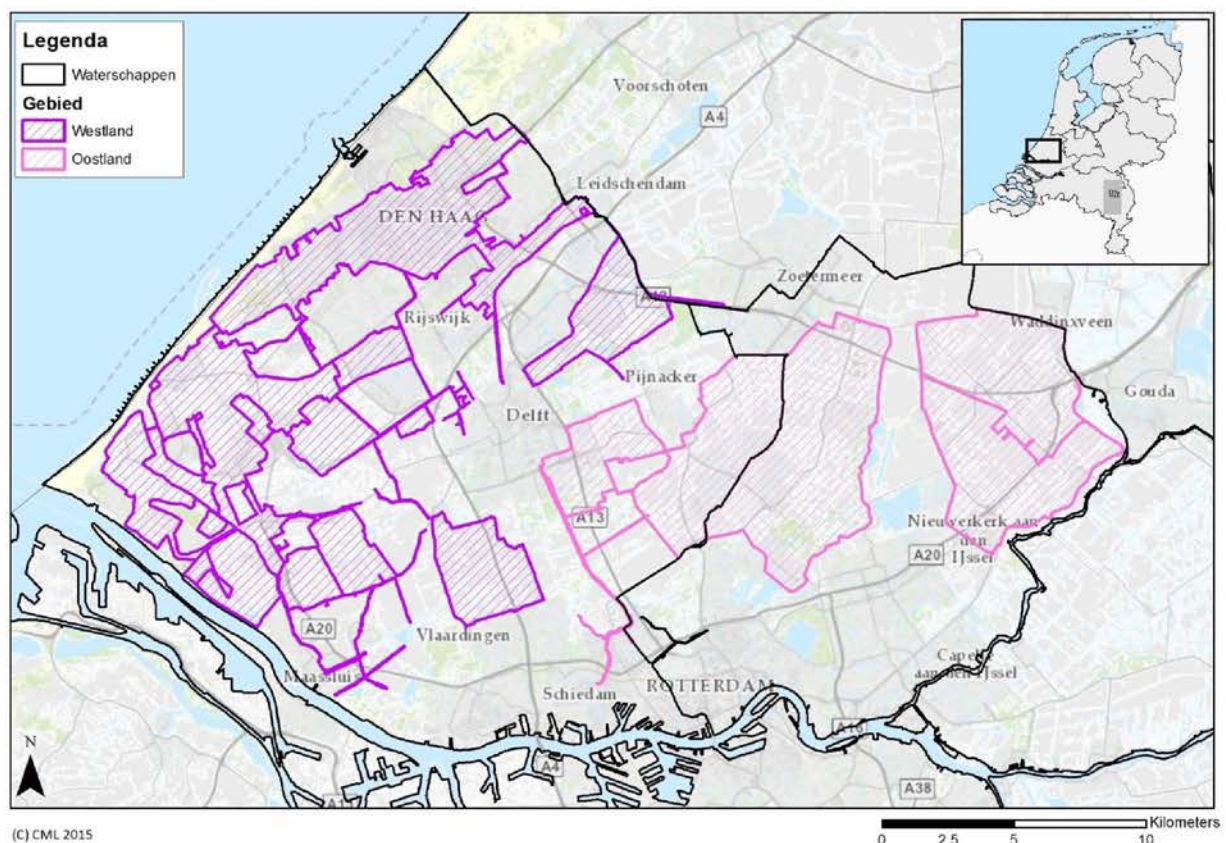


Fig. 1. Ligging van de twee kassenregio's in Zuid-Holland. Per regio zijn de individuele afwateringseenheden (GAF90) weergegeven.

³ Alle technische informatie over het foutenprotocol, de wijze van aggregatie en berekeningen is terug te vinden in de toelichting en rapportages van de BMA: <http://www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl/toelichting>.

Periodes: jaren en eerste twee maanden

De analyse is uitgevoerd voor de periode vanaf 2010 tot en met januari en februari van 2016. Voor resultaten van eerdere jaren dan 2010 wordt verwezen naar de voorgaande studie (Tamis *et al.* 2015).

Er zijn twee verschillende analyses: op basis van gehele jaren voor 2010 tot en met 2015, en op basis van de eerste twee maanden van de jaren 2010 tot en met 2016. De analyse op basis van het gehele jaar is de gangbare werkwijze zoals ook voorgeschreven binnen de Kaderrichtlijn water en andere beleidsprotocollen.

Normen

Het onderzoek richt zich op de concentraties op de overschrijdingen van drie normen, zie tabel. 1. Er is getoetst aan de *meest recente* milieunormen voor het oppervlaktewater voor imidacloprid. Toetsing gebeurt op basis van *alle metingen gedaan gedurende een geheel jaar per meetpunt*. Hiertoe worden metingen volgens een bepaalde vaste procedure, die verschillend is voor elk van de drie normen, geaggregeerd tot één jaarwaarde per meetpunt:

- Toelatingscriterium: 90-percentiel van metingen per meetpunt per jaar;
- JG-MKN: (rekenkundig) gemiddelde per meetpunt per jaar;
- MAC-MKN: maximum per meetpunt per jaar⁴.

De JG-MKN is per 1 december 2015 aangescherpt van 0,067 tot 0,0083 µg/L.

Tabel 1. Normstelling relevant voor het oppervlaktewater voor imidacloprid in Nederland.

Norm	datum	waarde (µg/L) ⁵
Toelatingscriterium	31-01-2014	0.0270
JaarGemiddelde MilieuKwaliteitsNorm (JG-MKN)	01-12-2015	0.0083
Maximaal Aanvaardbare Concentratie MilieuKwaliteitsNorm (MAC-MKN)	01-10-2009	0.2000

Berekeningen en analyse

In bijlage I staan de wijze van berekeningen en (statistische) analyse nader omschreven.

Karakterisering meetgegevens

In bijlage II worden de meetgegevens van deze aanvullende studie omschreven: hoeveel meetpunten, hoeveel metingen, hoeveel meetjaren per meetpunt etc.

⁴ Voor meer informatie over de verschillende normen en aggregatieprocedures zie Toelichting in de Bestrijdingsmiddelenatlas: www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl.

⁵ 1 µg = 0,001 mg of 0,000 001 g of 1 mg = 1.000 µg etc.

3. Concentraties imidacloprid 2010 tot begin 2016

Jaarconcentraties tussen 2010 en 2015

In figuur 2 en 3 zijn enkele kengetallen, gemiddelde en percentielen, van concentraties van imidacloprid in beide kassenregio's weergegeven.

Voor het Westland is de gemiddelde concentratie in 2014 0.058 µg/L, tegen 0.074 µg/L in 2013. In 2015 neemt de gemiddelde concentratie nog iets af tot 0.046 µg/L. Uit de statistische analyse komt naar voren dat 2015 niet significant afwijkt van 2014, en significant afwijkt van 2013 en van de andere jaren daarvoor. De 75- en 90-percentielen⁶ nemen in dezelfde periode duidelijker af.

Voor het Oostland is de gemiddelde concentratie in 2014 nog 0.086 µg/L, hetgeen vergelijkbaar is met 2013 (0.079 µg/L). In 2015 is de concentratie, 0.059 µg/L, lager als in de twee jaren ervoor. Uit de statistische analyse blijkt dat 2015 significant verschilt van 2014, 2013 en de overige voorgaande jaren. De 90-percentielen nemen tussen 2013 (0,840 µg/L) en 2015 (0,375 µg/L) sterk af, de zeer hoge waarden worden in beide regio's dus duidelijk lager.

Maandverloop tussen 2010 en 2015

In figuur 4 en 5 zijn de gemiddelde concentraties per maand voor 2010-2015 weergegeven. In bijlage III zijn vergelijkbare figuren opgenomen met de 90-percentiel waarden.

Deze figuren geven een beeld wanneer er piekbelastingen met imidacloprid gedurende het jaar optreden in het oppervlaktewater. Ook kan in deze grafieken meer nauwkeurig de gevolgen van maatregelen, zoals de zuiveringsplicht voor kasteelten per 1 mei 2014, worden beoordeeld.

Voor beide regio's geldt dat er geen duidelijk patroon zichtbaar is in het maandelijks verloop van de concentraties. Piekwaarden zijn in elk seizoen te vinden en dit is verschillend per jaar.

Voor het Westland behoren de maandelijks concentraties in het voorjaar van 2014 tot de laagste in de periode 2010-2013. In het tweede halfjaar van 2014 en in de eerste halfjaar van 2015 liggen de maandconcentraties weer in de range van de voorgaande jaren. Vanaf juli 2015 behoren de maandwaarden tot laagste waarden in vergelijking met de voorgaande jaren.

Voor het Oostland liggen de maandwaarden van 2014 meestal in de range van de waarden van de jaren daarvoor. Dit geldt ook voor 2015, hoewel het gemiddelde niveau over het gehele jaar lager is dan voor de voorgaande jaren.

De conclusies op basis van de 90-percentiele waarden zijn identiek aan die van de gemiddelde concentraties (bijlage III).

⁶ 75- en 90-percentielen zijn de waarden waaronder respectievelijk 75% en 90% van alle metingen zich bevinden.

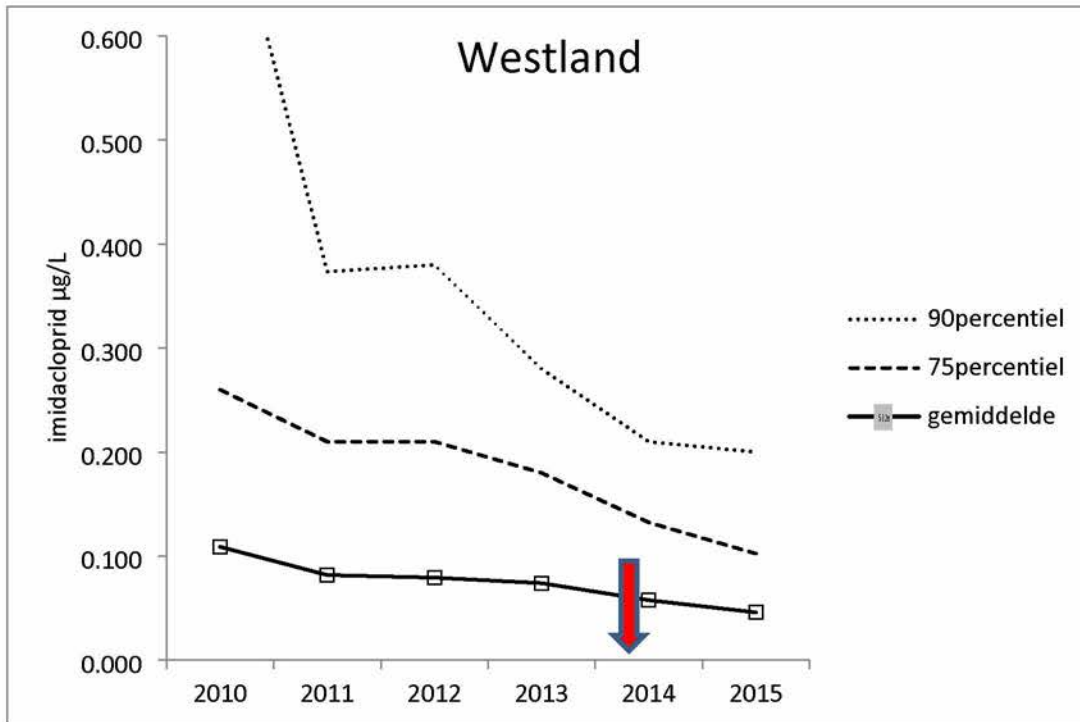


Fig. 2. Concentraties imidacloprid per jaar ($\mu\text{g/L}$) in het oppervlaktewater in de kassenregio Westland in de periode 2010-2015; gemiddelde = meetkundig gemiddelde. Over de gehele periode was de rapportagegrens $0,010 \mu\text{g/L}$. De rode pijl geeft het moment (1 mei 2014) aan dat de zuiveringsplicht voor kasteelten die imidacloprid gebruiken van kracht werd.

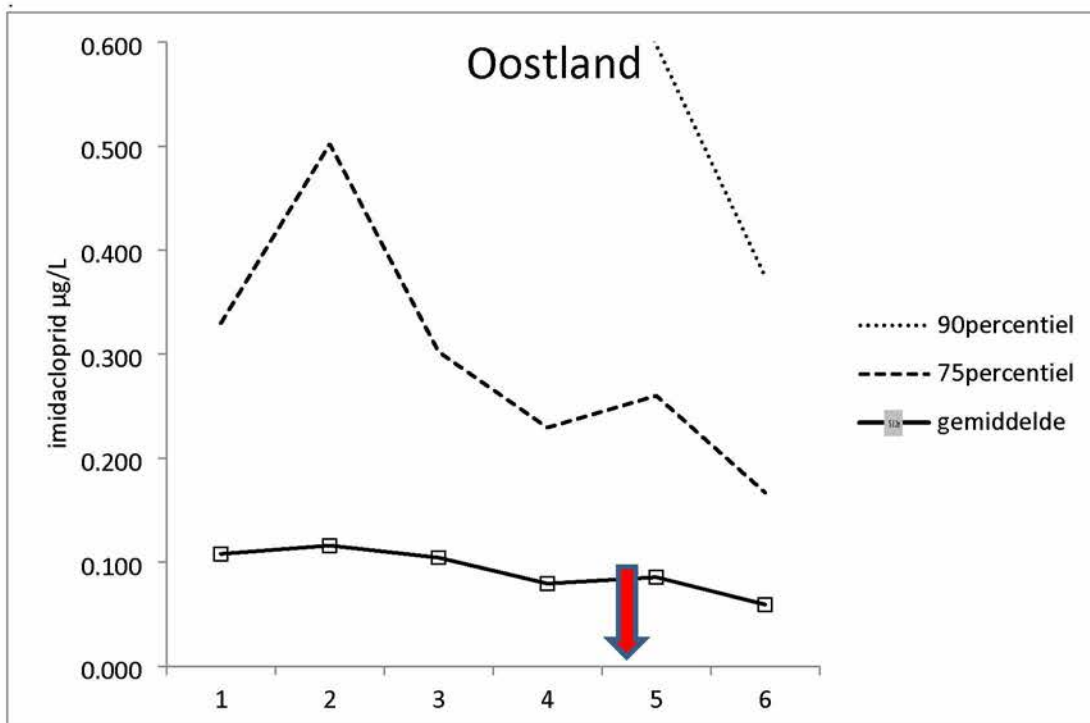


Fig. 3. Concentraties imidacloprid per jaar ($\mu\text{g/L}$) in het oppervlaktewater in de kassenregio Oostland in de periode 2010-2015; gemiddelde = meetkundig gemiddelde. Over de gehele periode was de rapportagegrens $0,010 \mu\text{g/L}$. De rode pijl geeft het moment (1 mei 2014) aan dat de zuiveringsplicht voor kasteelten die imidacloprid gebruiken van kracht werd.

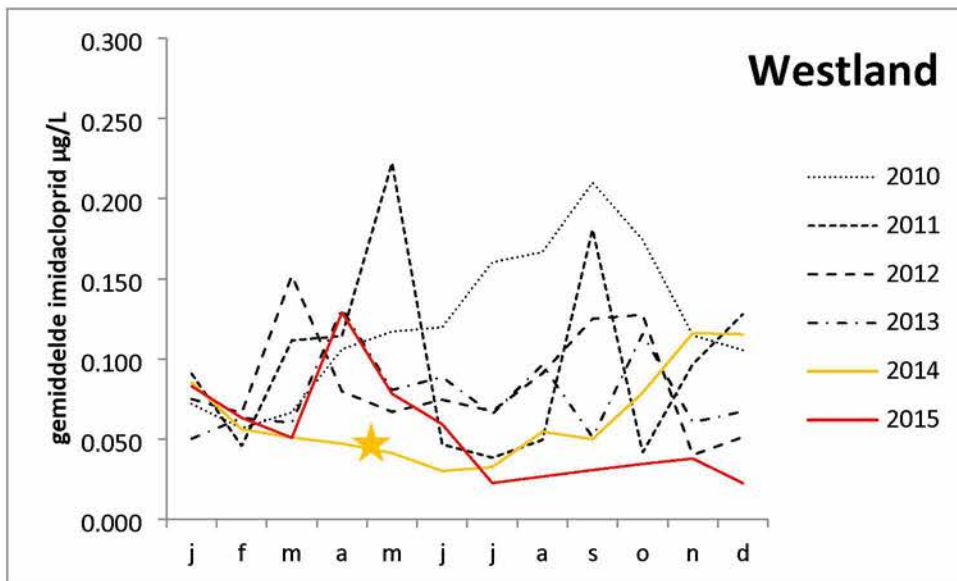


Fig. 4. Gemiddelde concentraties per maand ($\mu\text{g/L}$) in het oppervlaktewater in de kassenregio Westland in de periode 2010-2015, zie ook fig. 2. Op de x-as staan de maanden (j=januari, f= februari etc.). De oranje ster geeft het moment (1 mei 2014) aan dat de zuiveringsplicht voor kasteelten die imidacloprid gebruiken van kracht werd. Zie bijlage III voor 90-percentiel grafiek.

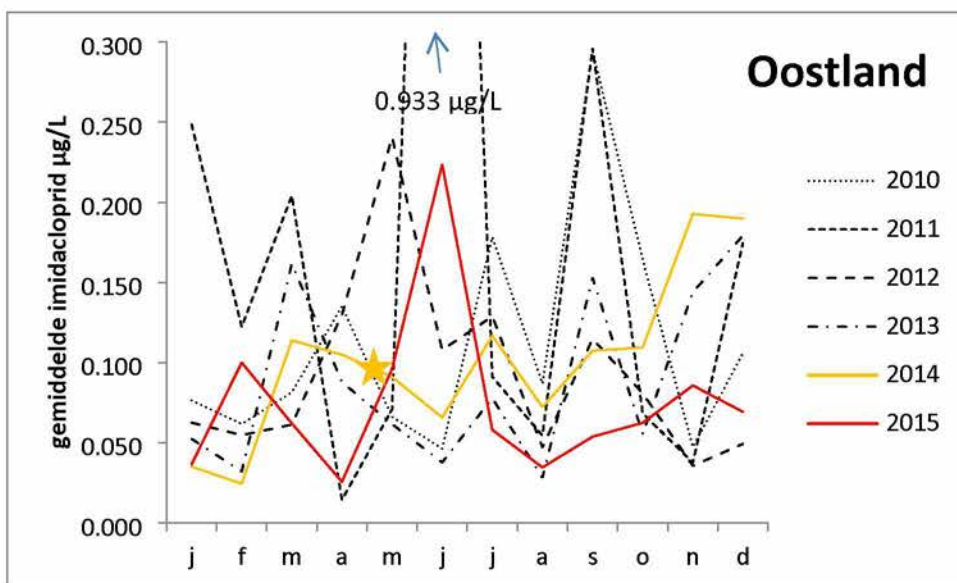


Fig. 5. Gemiddelde concentraties per maand ($\mu\text{g/L}$) in het oppervlaktewater in de kassenregio Oostland in de periode 2010-2015, zie ook fig. 3. Op de x-as staan de maanden (j=januari, f= februari etc.). De oranje ster geeft het moment (1 mei 2014) aan dat de zuiveringsplicht voor kasteelten die imidacloprid gebruiken van kracht werd. Zie bijlage III voor 90-percentiel grafiek.

Concentraties in januari en februari 2016

De concentraties van imidacloprid gemeten in de eerste twee maanden van 2016 zijn weergegeven in tabel 2 met een aantal beschrijvende statistieken en vergeleken.

In het Westland zijn in 2015 de concentraties gemiddeld niet lager dan in 2014, hoewel het 90-percentiel en maximum in 2015 lager zijn dan in 2014. In 2016 is er een duidelijke daling van het gemiddelde ten opzichte van 2015 en 2014. Deze daling is echter beperkt ten opzichte van de metingen in het jaar 2013.

Ook in het Oostland zijn de gemiddelde concentraties in 2015 niet lager en zelfs enigszins hoger dan in 2014, en ook hier zijn het 90-percentiel en maximum in 2015 wel lager als in 2014. In 2016 is de gemiddelde concentratie lager dan in 2015, maar net zo hoog als in de eerste maanden van 2014. De daling in de hogere concentraties zet wel door.

Tabel 2. Enkele beschrijvende statistieken van de metingen van imidacloprid ($\mu\text{g/L}$) januari en februari 2016 in de twee kassenregio's in vergelijking met voorgaande jaren. De gegevens van de verschillende meetpunten voor beide maanden zijn samengevoegd. Gemiddelde = meetkundig gemiddelde.

jaar	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Westland							
Gemiddelde	0.063	0.063	0.071	0.056	0.069	0.073	0.039
90-percentiel	0.510	0.250	0.385	0.237	0.320	0.219	0.197
Maximum	2.100	0.280	3.200	9.800	3.200	0.650	1.900
Oostland							
Gemiddelde	0.071	0.166	0.060	0.047	0.032	0.040	0.029
90-percentiel	0.425	1.639	0.415	0.505	0.241	0.174	0.110
Maximum	0.910	1.700	0.450	2.200	0.580	0.370	0.170

4. Normoverschrijdingen vanaf 2010

4.1. Introductie

In dit hoofdstuk worden de (geaggregeerde) meetwaarden vergeleken met drie milieunormen, te weten het Toelatingscriterium (TC), de JaarGemiddelde MilieKwaliteitsNorm (JG-MKN) en de Maximaal Aanvaardbare Concentratie MilieKwaliteitsNorm (MAC-MKN). Bij alle drie de normen worden de percentages normoverschrijdende meetpunten voor de periode 2010-2015 gepresenteerd, alsmede het percentage metingen die hoger zijn dan de genoemde normen van de maanden januari en februari voor de periode 2010-2016. Bij de resultaten voor het Toelatingscriterium worden daarnaast ook de mate van normoverschrijding in grafiek en kaart weergegeven.

4.2. Toelatingscriterium

2010-2015

In figuur 6 zijn de resultaten voor het percentage normoverschrijdende meetpunten voor het Toelatingscriterium weergegeven. Voor beide kassenregio's geldt dat het percentage in de gehele periode ligt tussen de 80 en 100%. In 2014 is het percentage voor beide regio's 100% en voor 2015 is dat rond de 90%. Deze percentages liggen hoger dan voor sommige eerdere jaren (2010, 2012). Een statistische analyse kon niet worden uitgevoerd voor het Westland (non-convergentie), maar wel voor het Oostland. Hieruit blijkt dat 2015 niet significant verschilt van 2014 (adj. $P=0.070$) en 2013 (adj. $P=0.087$) en niet significant verschilt van de jaren daarvoor.

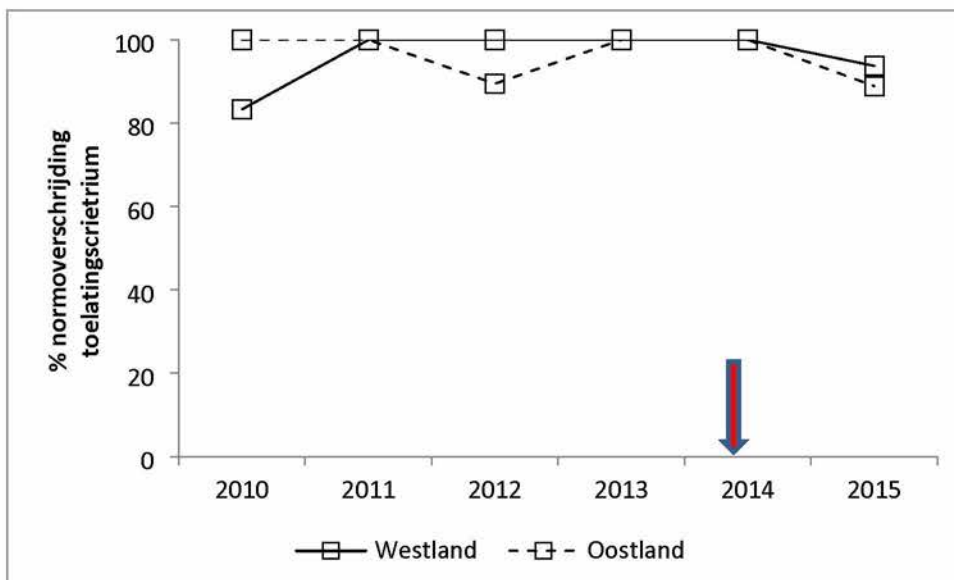


Fig. 6. Percentages normoverschrijdende (toelatingscriterium) meetpunten voor imidacloprid in twee kassenregio's; de rode pijl geeft het moment (1 mei 2014) aan dat de zuiveringsplicht voor kasteelten die imidacloprid gebruiken van kracht werd.

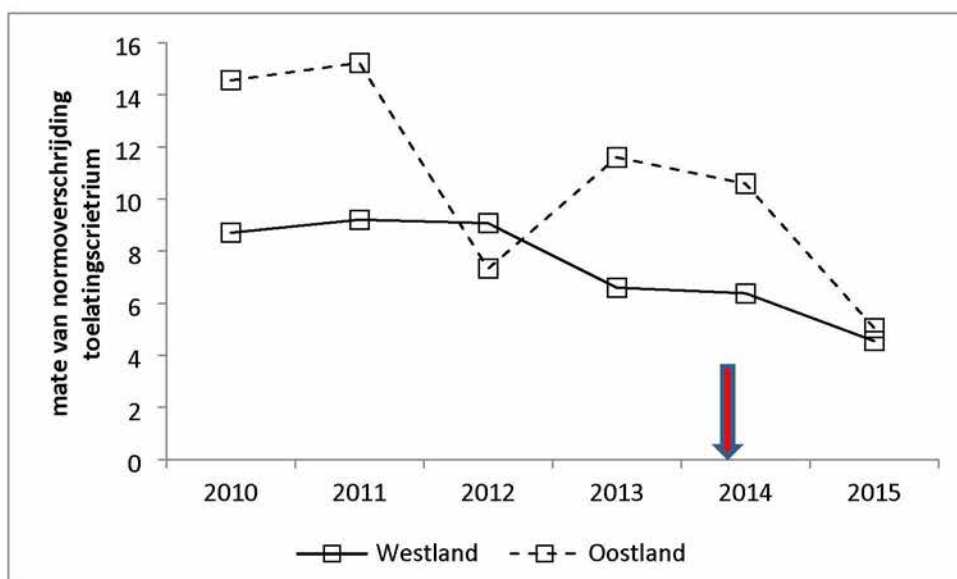


Fig. 7. Gemiddelde mate van normoverschrijding (toelatingscriterium) voor imidacloprid in twee kassenregio's; de rode pijl geeft het moment (1 mei 2014) aan dat de zuiveringsplicht, voor kasteelten die imidacloprid gebruiken, van kracht werd.

In figuur 7 is de gemiddelde mate van normoverschrijding voor het Toelatingscriterium weergegeven. Voor Westland ligt dat in 2014 rond de zes (6) maal, vergelijkbaar met 2013 en in 2015 rond de vijf (5) maal. Voor het Oostland is de gemiddelde mate van normoverschrijding in 2014 rond de elf (11) maal, vergelijkbaar met 2013 en in 2015 rond de vijf (5) maal. Hoewel dit voor het Oostland in 2015 een sterke daling is t.o.v. 2014 is deze daling weer beperkt t.o.v. 2012 (ca. acht (8) maal). In figuur 8 (en bijlage IV) zijn de kaarten van de twee kassenregio's opgenomen voor de jaren 2010, 2014 en 2015 met de mate van normoverschrijding per meetpunt.

Januari-februari 2016

In tabel 3 zijn de percentages metingen van imidacloprid weergegeven die hoger zijn dan het Toelatingscriterium wat betreft de metingen van januari en februari 2016 in de kassenregio's Westland en Oostland. In 2016 vindt er voor het Westland een beperkte daling plaats van het percentage metingen hoger dan het toelatingscriterium ten op zichte van de jaren ervoor. Voor het Oostland is dit percentage lager dan in 2015, maar weer hoger dan in 2013 en 2014. Voor beide regio's geldt dat het percentage in januari en februari 2016 ca. 60% is.

Tabel 3. Percentages metingen van imidacloprid die hoger zijn dan het Toelatingscriterium voor de eerste twee maanden van 2010 tot en met 2016 voor Westland en Oostland, jan=januari, feb=februari. Alle metingen waren toetsbaar.

Regio	maand	totaal	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Westland	jan + feb	75.3%	70.6	77.3	80.6	78.6	78.1	81.3	62.5
Oostland	jan + feb	66.3	75.0	100.0	80.0	57.1	44.4	70.0	62.5
totaal	jan + feb	72.9	71.4	82.8	80.4	73.2	66.0	78.6	62.5

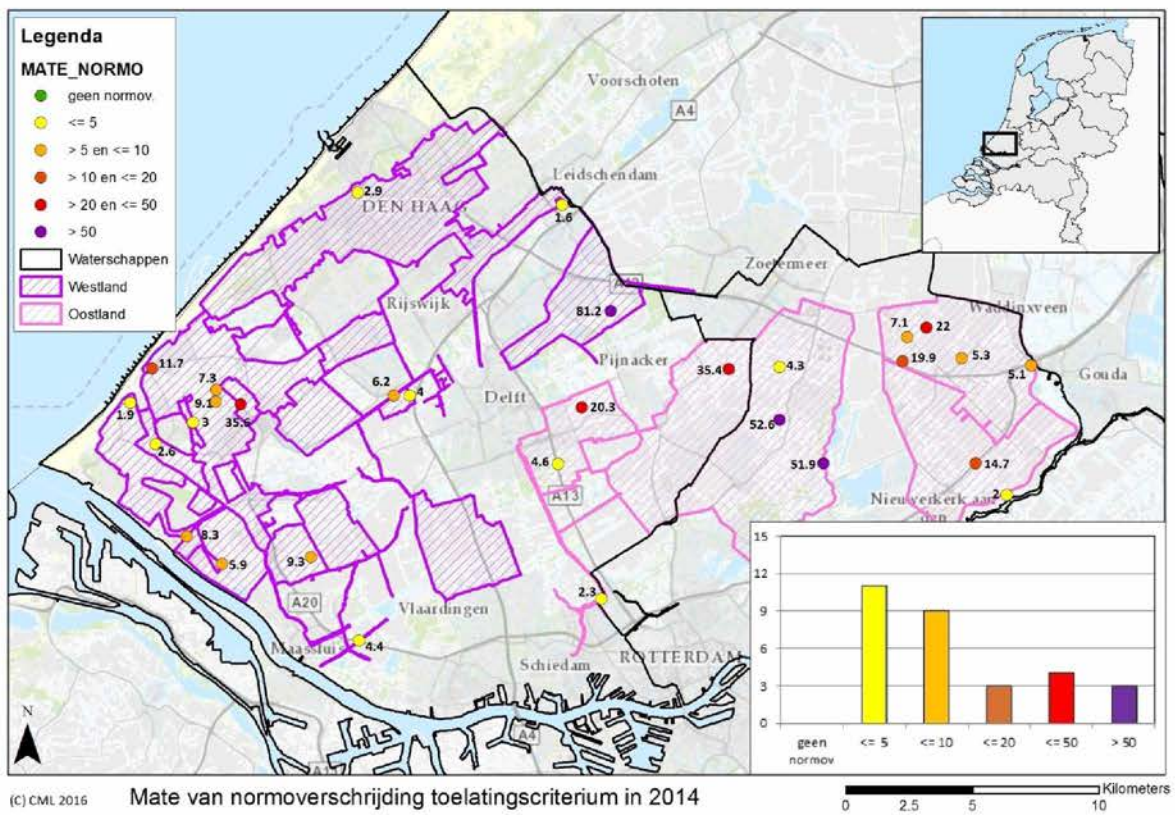
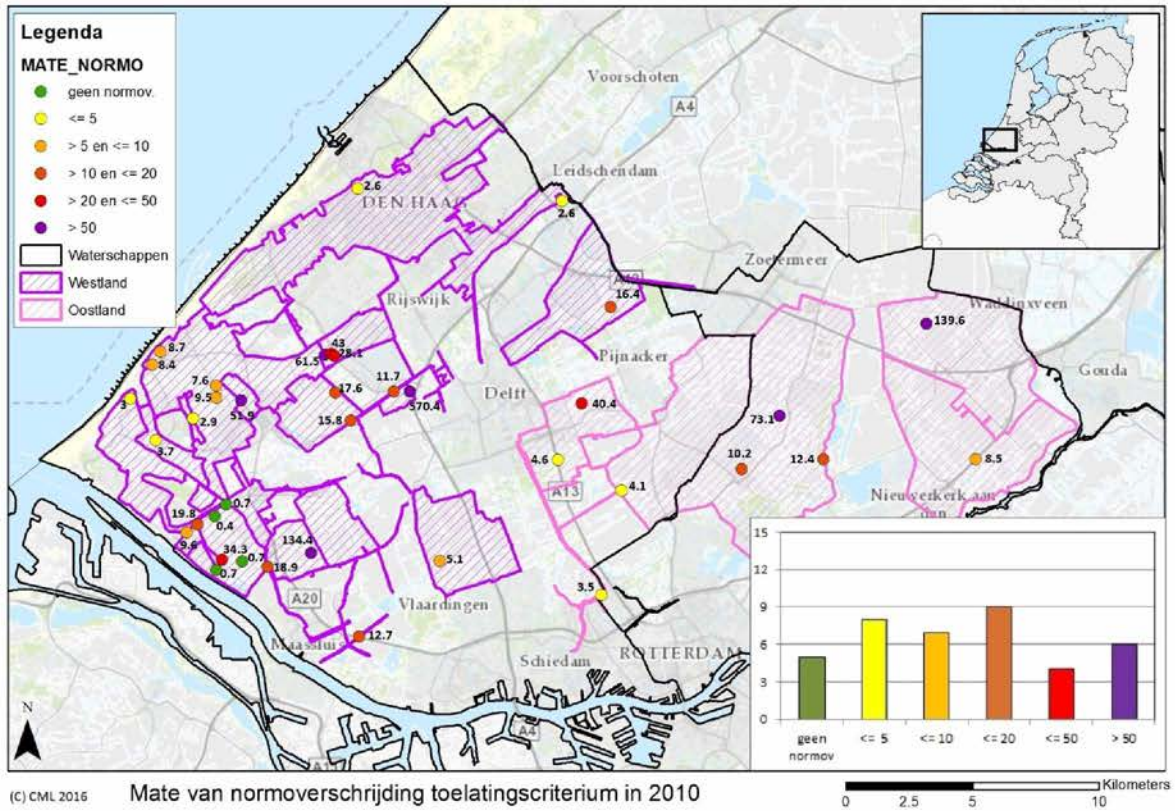
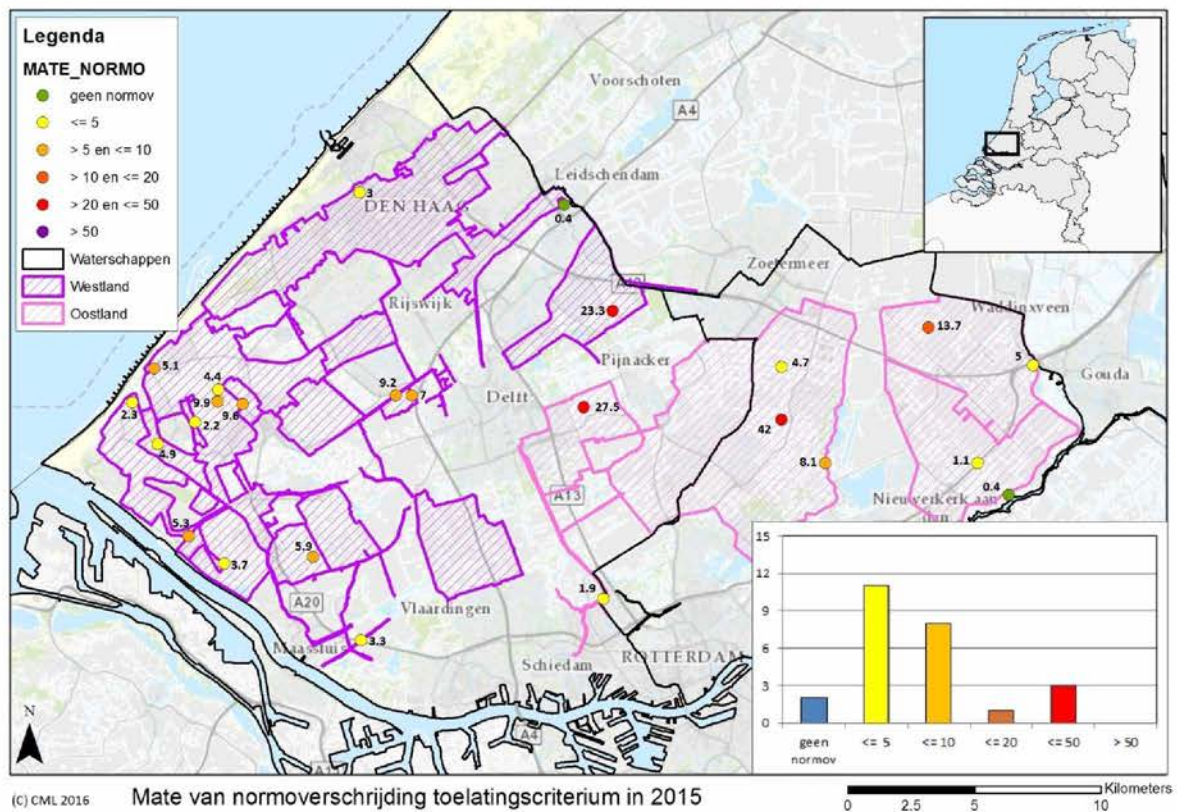


Fig. 8a en b, zie volgende pagina voor compleet onderschrift.



Figuur 8. Ruimtelijke verdeling van meetpunten waar imidacloprid metingen zijn gedaan in kassenregio Westland en Oostland, met per meetpunt de mate van normoverschrijding van het Toelatingscriterium. a) 2010, b) 2014 op vorige pagina en c) 2015 hierboven. Zie bijlage IV voor een grotere versie van de kaarten.

4.3. JG-MKN

2010-2015

In december 2015 is de JG-MKN aangescherpt tot 0.083 µg/L. Voor beide kassenregio's geldt dat alle meetpunten (100%) in alle jaren normoverschrijdend zijn, dus ook in 2014 en 2015. Om die reden zijn deze resultaten ook niet in grafiek weergegeven en kon ook geen statistische analyse worden uitgevoerd. In geen van de jaren is er sprake van niet-toetsbare meetpunten.

Januari-februari 2016

In tabel 4 zijn de percentages metingen van imidacloprid in januari en februari 2016 weergegeven in de kassenregio's Westland en Oostland die hoger zijn dan de JG-MKN. Voor beide kassenregio's geldt dat tot en met 2015 de percentages alle 100% en pas in de eerste twee maanden van 2016 dit iets daalt tot ca. 90%.⁷.

Tabel 3. Percentages metingen van imidacloprid die hoger zijn dan de JG-MKN voor de eerste twee maanden van 2010 tot en met 2016 voor Westland en Oostland, jan=januari, feb=februari. Alle metingen zijn toetsbaar.

Regio	maand	totaal	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Westland	jan + feb	99.1%	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	93.4
Oostland	jan + feb	97.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	87.5
totaal	jan + feb	98.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	91.7

⁷ Alle percentages worden berekend over de toetsbare meetwaarden. Dit zijn alle meetwaarden hoger dan de rapportagegrens, en die meetwaarden gelijk aan de rapportagegrens die lager zijn dan de norm. Meetwaarden gelijk aan de rapportagegrens die hoger zijn dan de norm zijn niet toetsbaar; er kan immers geen uitspraak worden gedaan of in dit geval de meetwaarde boven of onder de norm ligt. Dit probleem speelt alleen voor de JG-MKN. Er vindt in dat verband geen toename plaats van het aantal niet-toetsbare metingen in de onderzoeksperiode, wat een indicatie zou kunnen zijn dat de waterkwaliteit verbetert.

4.4. MAC-MKN

2010-2015

In figuur 9 zijn de resultaten voor het percentage normoverschrijdende meetpunten voor de MAC-MKN weergegeven. Voor het Westland is het percentage normoverschrijdende meetpunten in 2015 voor deze norm ongeveer gelijk (50%) aan die van 2014 (44%) en deze zijn iets lager dan in 2013 (ca. 65%). Uit de statistische analyse blijkt dat 2015 alleen significant verschilt met 2011 (adj. P = 0.048) en bijna significant met 2012 (adj. P = 0.81). Voor het Oostland is het percentage in 2014 ca. 65% en in 2015 ca. 45%, hetgeen gelijk is aan het percentage normoverschrijdingen zoals gevonden voor het jaar 2013. Uit de statistische analyse blijkt 2015 niet significant te verschillen van 2014 of 2013 of eerdere jaren (bijv. minimum adj. P = 0.39 voor 2015 vs 2014).

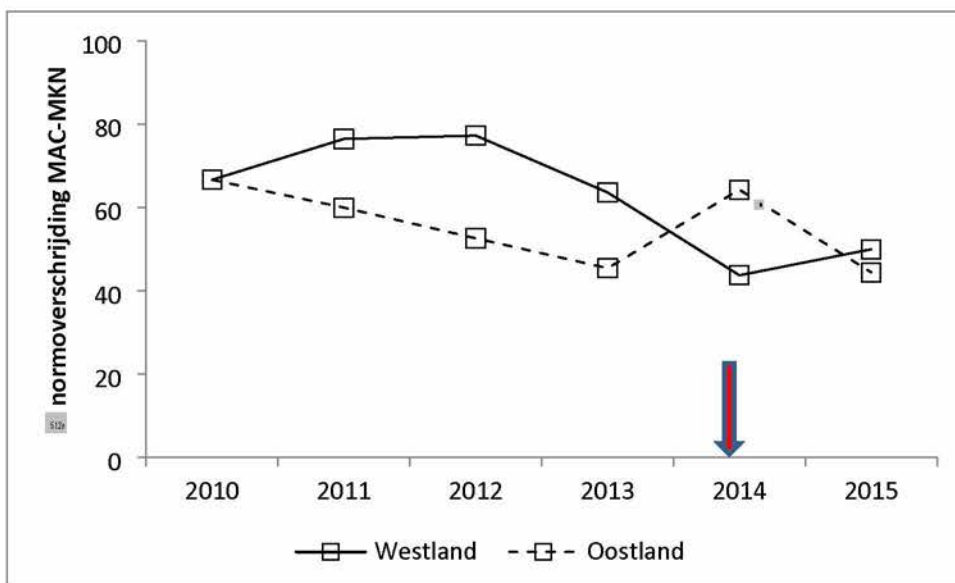


Fig. 9. Percentages normoverschrijdende (MAC-MKN) meetpunten voor imidacloprid in twee kassenregio's; de rode pijl geeft het moment (1 mei 2014) aan dat de zuiveringsplicht voor kasteelten die imidacloprid gebruiken van kracht werd.

Januari-februari 2016

In tabel 4 zijn de percentages metingen van imidacloprid in januari en februari 2016 weergegeven in de kassenregio's Westland en Oostland die hoger zijn dan de MAC-MKN. De percentages in 2015 en 2016 zijn lager dan in de jaren ervoor,

Tabel 6. Percentages metingen van imidacloprid die hoger zijn dan de MAC-MKN voor de eerste twee maanden van 2010 tot en met 2016 voor Westland en Oostland, jan=januari, feb=februari. Alle metingen waren toetsbaar.

Regio	maand	totaal	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Westland	jan + feb	20.2%	23.5	27.3	25.0	19.1	18.8	15.6	12.5
Oostland	jan + feb	16.3	16.7	28.6	26.7	21.4	16.7	10.0	0.0
totaal	jan + feb	19.2	22.2	27.5	25.4	19.6	18.0	14.3	8.3

5. Conclusies

Concentraties

In het Westland is de gemiddelde concentratie in 2015 (0.046 µg/L) niet significant verschillende van die in 2014 (0.058 µg/L), maar wel significant verschillend van 2013 (0.074 µg/L) of eerdere jaren. Voor het Oostland is de gemiddelde concentratie in 2015 (0.059 µg/L) significant lager dan in beide jaren ervoor (2013: 0.079 µg/L en 2014: 0.086 µg/L). In beide regio's nemen de zeer hoge waarden (90-percentielen) duidelijker af dan de gemiddelden.

De gemiddelde waarden voor januari en februari van 2016 zijn lager voor beide regio's dan voor 2015, maar op ongeveer hetzelfde niveau als te vinden in de jaren 2014 en 2013.

Als we de maandelijkse verlopen voor beide regio's van 2015 en 2014 vergelijken met eerdere jaren, dan valt het volgende op: - Voor het Westland zijn de maandgemiddelden in het voorjaar 2014 en 2^e halfjaar 2015 lager dan voor de overige jaren; - Voor het Oostland vallen de maandgemiddelden voor 2014 en 2015 binnen de range van de voorgaande jaren, maar dan wel in het onderste deel van de range.

Samengevat is er met name een daling van de hogere concentraties (90-percentielen waarden) en is de daling van de gemiddelde concentraties in 2014 en 2015 beperkt, zeker als een sterke daling in 2014 en een zeer sterke daling in 2015 op basis van het beleid verwacht werden. In het maandelijks verloop is **geen** duidelijke trendbreuk te zien (een plotselinge daling in concentraties), vanaf het moment dat de zuiveringsmaatregel voor kassen in mei 2014 van kracht werd. Het is ook de vraag of de daling in concentraties leidt tot een (voldoende) daling in het percentage normoverschrijdingen.

Normoverschrijdingen

Toelatingscriterium

In 2014 is het percentage normoverschrijdende meetpunten voor beide regio's 100% en voor 2015 ligt dit rond de 90%; het verschil tussen het percentage in 2015 en eerdere jaren is niet significant. De mate van normoverschrijding van het Toelatingscriterium in 2015 neemt voor het Westland beperkt af en voor het Oostland sterk af, maar voor het Oostland is de waarde van 2015 vergelijkbaar met die van 2012.

Voor de maanden januari en februari 2016 is het percentage metingen dat het Toelatingscriterium overschrijdt ca. 60%, voor het Westland een beperkte daling en voor het Oostland een waarde vergelijkbaar met 2013 en 2014.

JG-MKN

Over de gehele periode 2010-2015 is het jaargemiddelde percentage normoverschrijdende meetpunten voor beide kassenregio's 100%. Voor januari en februari 2016 is het percentage metingen dat hoger is dan de JG-MKN 90%, hetgeen (beperkt) lager is als in de jaren 2010-2015 (100%).

MAC-MKN

Voor het Westland is het percentage normoverschrijdende meetpunten (ca. 50%) niet significant verschillend met 2014 en 2013 (65%), maar alleen significant verschillend met 2012. Voor Oostland geldt dat 2015 (45%) niet significant verschilt van 2014 (65%) en 2013. In de maanden januari en februari van 2015 en 2016 zijn de percentages metingen die hoger

zijn dan de MAC-MKN lager als in de jaren ervoor in beide regio's en met name in het Oostland.

Samengevat lijken er voor alle drie de normen in 2015 en begin 2016 nog steeds hoge percentages normoverschrijdingen voor te komen bij alle drie in beschouwing genomen normen. Er zijn geen significant verschillen in de percentages normoverschrijdende meetpunten van 2015 in vergelijking met 2014 of 2013. Voor januari en februari 2016 geldt voor de percentages metingen met waarden hoger dan de respectievelijke normen dat er geen of een beperkte daling zichtbaar is. Een uitzondering hierop vormt de MAC-MKN waarbij met name in de beginmaanden van 2016 een daling lijkt te zijn, ten opzichte van de vorige jaren.

Algemene eindconclusie

Samengevat is er met name een daling van de hogere concentraties (90-percentielen) en is de daling van de gemiddelde concentraties in 2014 en 2015 beperkt. Op basis van de maatregelen in mei 2014, en daarna de verscherpte controles en distributie van imidacloprid in 2015 zou er een sterke daling in concentratie verloop in 2014 en een zeer sterke daling tot (onder) detectie niveau in 2015 te verwachten zijn. In het maandelijks verloop is geen duidelijke trendbreuk te zien (een plotselinge daling in concentraties), vanaf het moment dat de zuiveringsmaatregel voor kassen in mei 2014 van kracht werd. De gedaalde concentraties in 2015 zorgen nog niet of maar in beperkte mate voor een daling in de percentages normoverschrijdende meetpunten of percentages metingen in de eerste twee maanden van 2016. Een uitzondering hierop vormt de MAC-MKN waarbij met name in de beginmaanden van 2016 een daling lijkt te zijn, ten opzichte van de vorige jaren. Dit sluit bij de daling van de hoogste concentraties in de laatste jaren, die echter nog onvoldoende lijkt te zijn voor een duidelijke verbetering van de waterkwaliteit wat betreft de aanwezigheid van imidacloprid.

Bijlage I. Berekeningen en analyse

Gemiddelde, percentielen en maximum

Voor de twee kassenregio's zijn de *gemiddelde concentraties* berekend voor de periode 2010-2015. Hierbij is gebruik gemaakt van het meetkundig gemiddelde per periode over alle metingen. De jaargemiddelde en maandgemiddelde concentraties zijn per regio in grafieken uitgezet. Naast de gemiddelde concentraties zijn ook het 75- en 90-percentiel berekend voor de jaar- en maandgemiddelde. Voor de gegevens van januari en februari 2016 (en vergelijkbare periodes van eerdere jaren) wordt naast het gemiddelde, het 90-percentiel ook het maximum weergegeven.

Berekeningen met rapportagegrenzen

Bij de berekening van de gemiddelde concentratie moet rekening worden gehouden met de zogenaamde rapportagegrenzen. Rapportagegrenzen zijn de laagste waarden die met zekerheid als verschillend van nul (0) kunnen worden vastgesteld. De laagste bekende rapportagegrens voor beide kassenregio's tot en met 2015 is 0,010 µg/L en voor 2016 0.005 µg/L. In de berekeningen van het gemiddelde wordt de halve waarde gebruikt van metingen gelijk aan de rapportagegrens.

Berekening percentages

De percentages normoverschrijdingen in de loop van de tijd uitgevoerd en in grafieken weergegeven. De *percentages normoverschrijdende meetpunten* zijn berekend op basis van het aantal toetsbare meetpunten.

Voor de eerste twee maanden van 2016 zijn de *percentages metingen bepaald die hoger zijn dan een bepaalde norm*. We spreken niet (langer) van normoverschrijdende *metingen*, want de (formele) toetsingsprocedure is op basis van geaggregeerde jaargegevens. De berekening van percentages metingen hoger dan een bepaalde norm gebeurt op basis van het aantal toetsbare metingen. Vervolgens zijn de resultaten vergeleken met de vergelijkbare periodes van eerdere jaren tot en met 2010. De standaard normtoetsing van *meetpunten* op basis van alle metingen in een jaar kan dus nu niet worden uitgevoerd, omdat er nog geen jaar aan gegevens voorhanden is. De gegevens en resultaten van de analyse van de eerste twee maanden van 2016 zijn daarom indicatief.

Interpretatie

Er zijn vele verschillen tussen het ene jaar en het andere jaar waar te nemen en te beschrijven. Bij de presentatie van de resultaten ligt de focus op het verschil tussen 2015 of eerste maanden van 2016 met vergelijkbare perioden van het voorgaande jaar 2014 en van 2013.

Statistiek

Uit de karakterisering van de meetgegevens kwam naar voren dat in de periode 2004-2015 niet elk meetpunt elk jaar gemeten is. Daarom is een "standaardisatie" met behulp van statistiek uitgevoerd, waardoor de resultaten geïnterpreteerd kunnen worden *alsof elk meetpunt elk jaar* is gemeten. Hiervoor is een GLMM uitgevoerd in het statistiekpakket SAS 9.3. GLMM staat voor generalized linear mixed modelling, waarin meetwaarden per jaar genest zijn in meetpunten en deze weer genest zijn in regio's. Er is gebruik gemaakt van een binomiale verdeling met een logit link voor percentage normoverschrijdingen, voor de concentraties is gebruik gemaakt van de loggetransformeerde concentraties en een normale verdeling met een identity link. Daarnaast is rekening gehouden met afhankelijkheid

(repeated measures) tussen jaren door de toepassing van een variantie-covariantie matrix Het type compound symmetry bleek in alle gevallen te voldoen. Daarnaast zijn modellen met en zonder meetpunten met één (1) meetjaar vergeleken. De verschillen waren en klein en niet van invloed op de analyse en interpretatie. Ondanks alle geavanceerde programma's bleek het niet altijd mogelijk om deze numerieke analyses uit te voeren vanwege bijv. te weinig gegevens. Met deze gestandaardiseerde analyses wordt ook, een uitspraak gedaan of de waarden, bijv. percentage normoverschrijdingen in 2015 significant verschilt ($\alpha < 0,05$) van eerdere jaren. Significant wil zeggen statistisch niet aan toeval toe te schrijven en dus betekenisvol.

Bijlage II. Karakterisering van de meetgegevens

Net als in de voorgaande studie (Tamis *et al.* 2015) wordt een overzicht gegeven van de meetgegevens van de twee kassenregio's met betrekking tot de samenstelling en compleetheid ervan (bijvoorbeeld aantal meetpunten en metingen of het aantal meetjaren per meetpunt).

Voor de algemene karakterisering van de twee kassenregio's, bijv. de oppervlakte enzo, wordt verwezen naar Tab. 2 van het vorige rapport.

In de Tabellen I en II wordt een karakterisering gegeven van de meetgegevens voor voor beide kassenregio's in de periode 2010-2015. In deze periode zijn er géén niet-toetsbare metingen en meetpunten in beide kassenregio's voor de normen MAC-MKN en toelatingscriterium. Voor de norm JG-MKN is het aantal niet toetsbare metingen gelijk aan het aantal rapportagegrenzen.

Tabel I. Karakterisering meetgegevens kassenregio's voor 2010 tot en met 2015; # = aantal, *= aantal unieke meetpunten en som metingen of rapportagegrenzen over gehele periode, ** RG = rapportagegrenzen, NT = niet-toetsbaar (RG > norm JG-MKN). Uit de originele meetgegevens blijkt dat de rapportagegrens in gehele periode voor beide kassenregio's gelijk was aan 0,010 µg/L.

Regio	jaar						totaal*
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Westland							
# meetpunten	30	17	22	22	16	16	31
# metingen	262	125	249	253	192	192	1273
# RG / NT (JG-MKN)**	28	15	30	20	20	25	138
Oostland							
# meetpunten	9	5	19	11	14	9	23
# metingen	59	43	114	68	88	60	432
# RG / NT (JG-MKN)**	6	4	3	5	5	5	28

Het aantal metingen per meetpunt voor de regio Westland neemt toe voor van ca. 8 naar 12 per jaar gedurende de periode. Voor regio Oostland ligt dit in de gehele periode tussen de 6 en 7 metingen per meetpunt per jaar. Er is ca. twee keer intensiever gemeten per meetpunt per jaar in Westland dan in Oostland.

De rapportagegrenzen zijn gedurende de gehele periode gelijk aan 0,010 µg/L, hetgeen betekent dat alle meetwaarden zonder problemen getoetst kunnen worden aan de normen MAC-MKN en toelatingscriterium. Voor de norm JG-MKN is een deel van de metingen, hier gelijk aan het aantal rapportagegrenzen, niet toetsbaar, maar dit bleek bij de berekening van het jaargemiddelde (zie Bijlage 1) niet tot problemen (niet-toetsbare meetpunten) te hebben geleid.

Het percentage rapportagegrenzen voor de gehele periode ligt voor de regio Westland rond de 10% en voor KS2 rond de 8%. Voor 2015 is het percentage rapportagegrenzen voor de regio Westland gelijk aan de drie (3) jaren ervoor. (c. 12%). Voor de regio Oostland is het percentage rapportagegrenzen voor 2015 hoger als de voorgaande drie (3) jaren, maar lager als in de twee beginjaren (2010, 2011). Voor beide regio's geldt dat er geen trend zichtbaar is het percentage rapportagegrenzen.

Tabel II. Aantal meetjaren voor de meetpunten in de beide kassenregio's voor de zes jaren in de periode 2010 tot en met 2015.

regio	Aantal meetjaren						totaal
	6	5	4	3	2	1	
Westland	16	0	0	6	0	9	31
Oostland	3	4	0	5	3	8	23

Het grootste deel van de meetpunten in de regio Westland wordt vaker dan één jaar gemeten: 70% van de meetpunten met 92% van de meetjaren. Voor KS2 is dat iets minder, respectievelijk 65% en 88%.

In Tab. III staan het aantal metingen voor de maanden januari en februari van 2016 en de jaren ervoor. De meetinspanningen van regio Westland zijn de laatste jaren constant, maar is in de regio Oostland in de laatste twee jaren verminderd. Voor de presentatie in de hoofdtekst zijn de resultaten over de twee maanden gecombineerd (jan+feb 2016).

Tabel III. Aantal metingen per regio voor januari en februari voor 2010 tot en met 2015.

Regio	maand	totaal	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Westland	januari	122	22	10	21	21	16	16	16
	februari	125	29	12	15	21	16	16	16
Oostland	januari	67	8	3	11	11	14	9	11
	februari	25	4	4	4	3	4	1	5
Totaal		339	63	29	51	56	50	42	48

Bijlage III. 90-percentielen van gemiddelde maandconcentraties

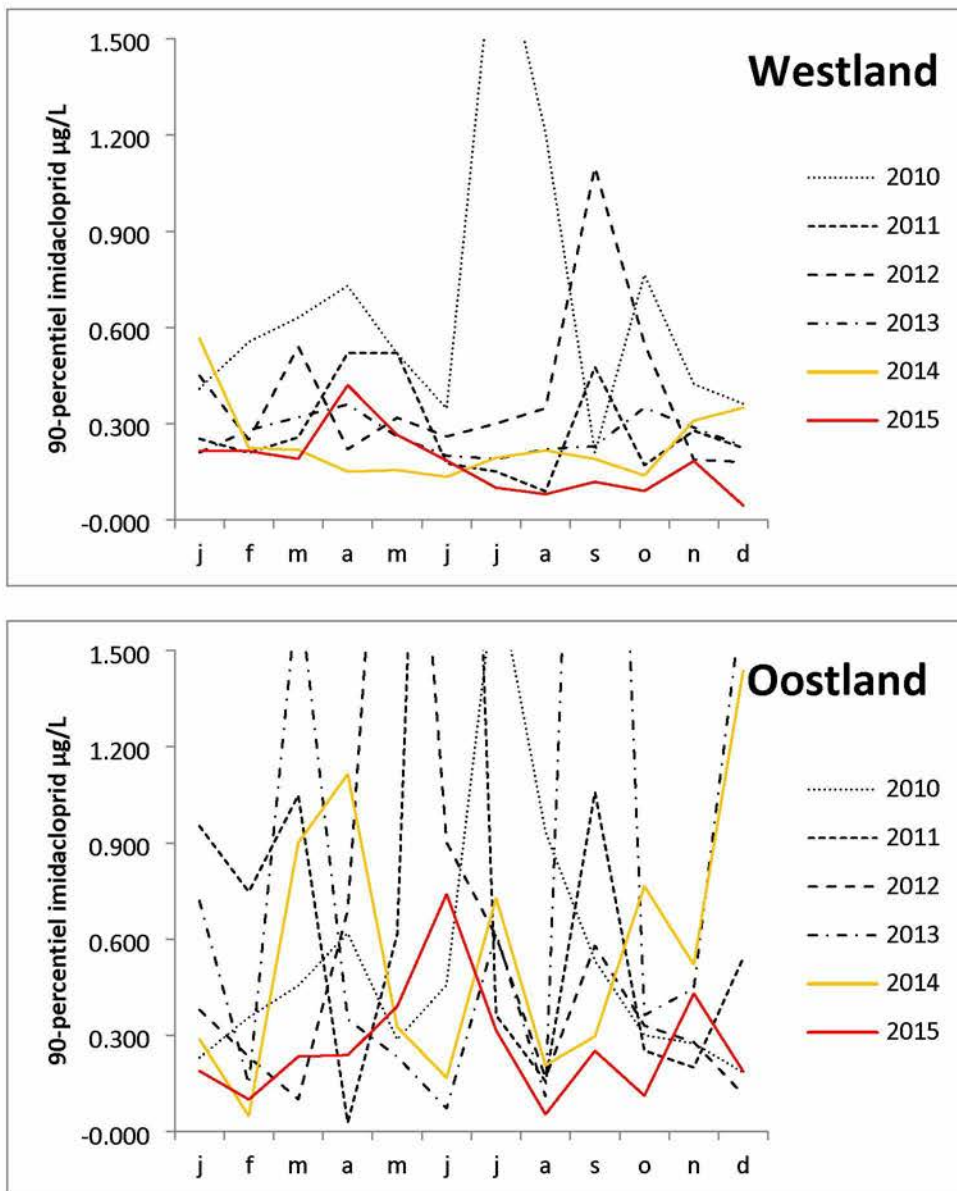
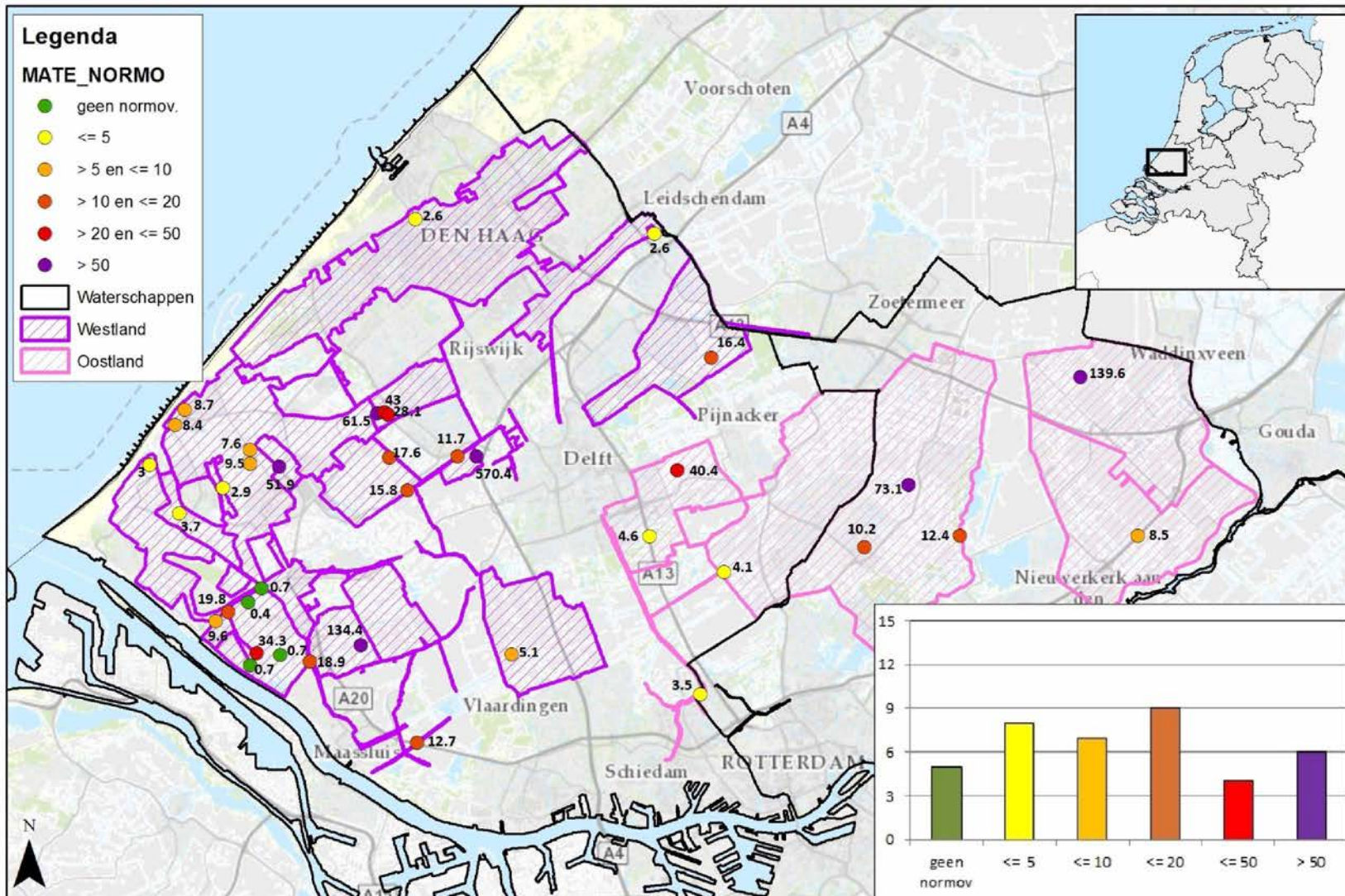


Fig. III Gemiddelde concentraties per maand ($\mu\text{g/L}$) in het oppervlaktewater in de kassenregio Westland (boven) en Oostland (onder) in de periode 2010-2015, zie ook Fig. 3. Op de X-as staan de maanden (j=januari, f= februari etc.). Zie Fig. 4 en 5 voor vergelijkbare grafieken van het gemiddelde.

Bijlage IV. Kaarten normoverschrijding Toelatingscriterium

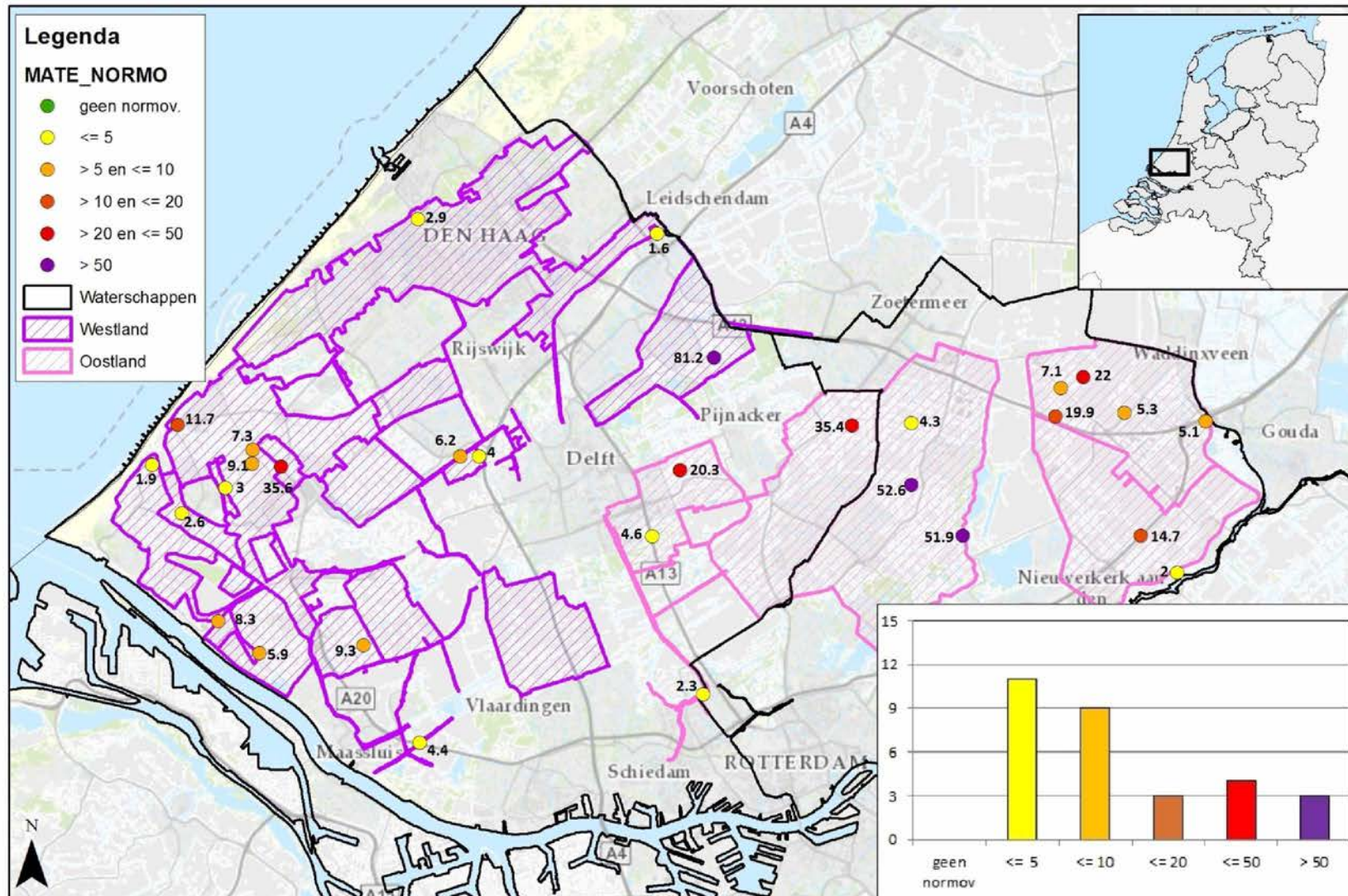
Grotere versie dan in hoofdtekst, respectievelijk voor 2010, 2014, 2015.



(C) CML 2016

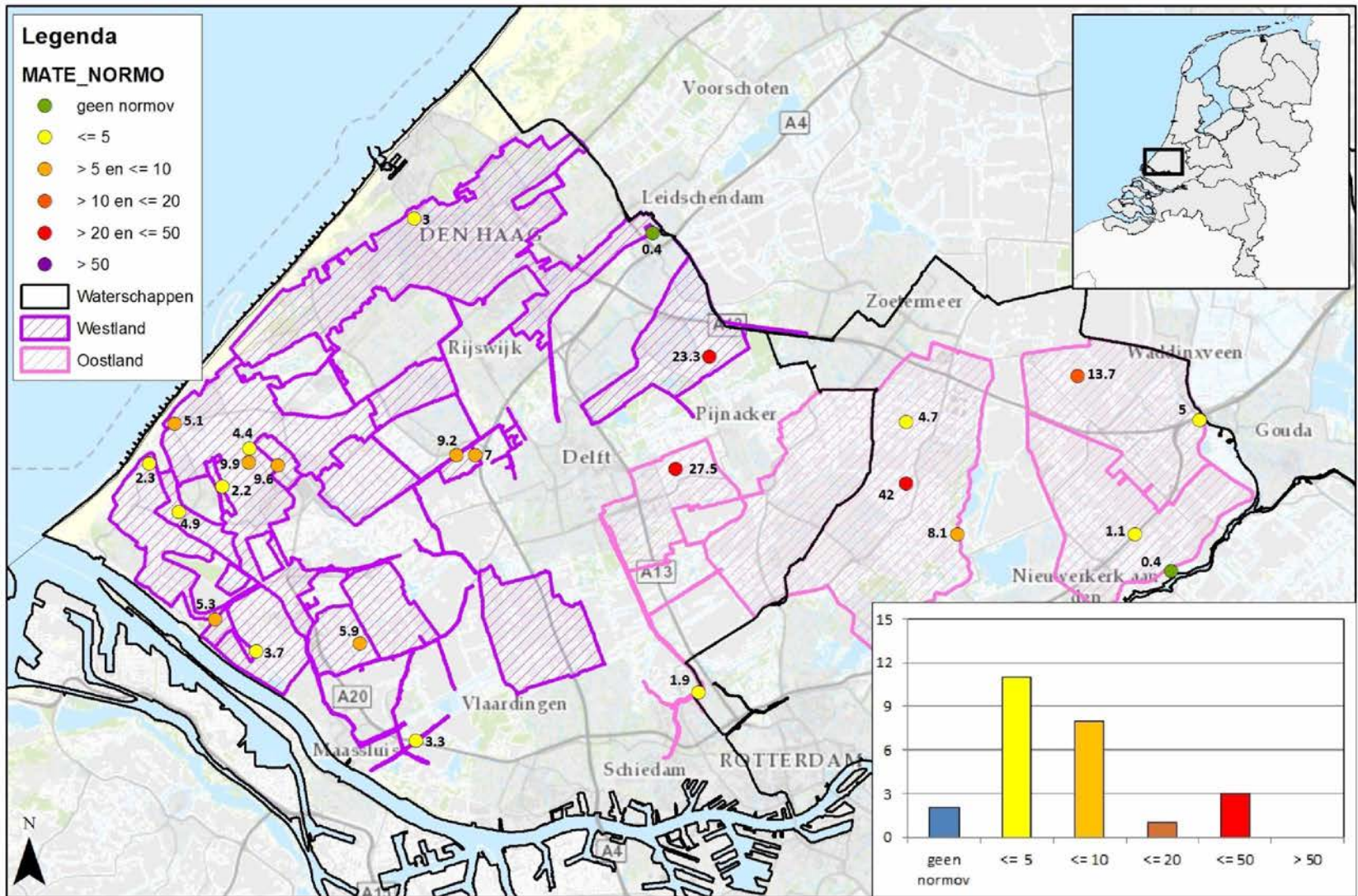
Mate van normoverschrijding toelatingscriterium in 2010

Kilometers
0 2.5 5 10



(C) CML 2016 Mate van normoverschrijding toelatingscriterium in 2014

0 2.5 5 10 Kilometers



(C) CML 2016

Mate van normoverschrijding toelatingscriterium in 2015

Kilometers
0 2.5 5 10