

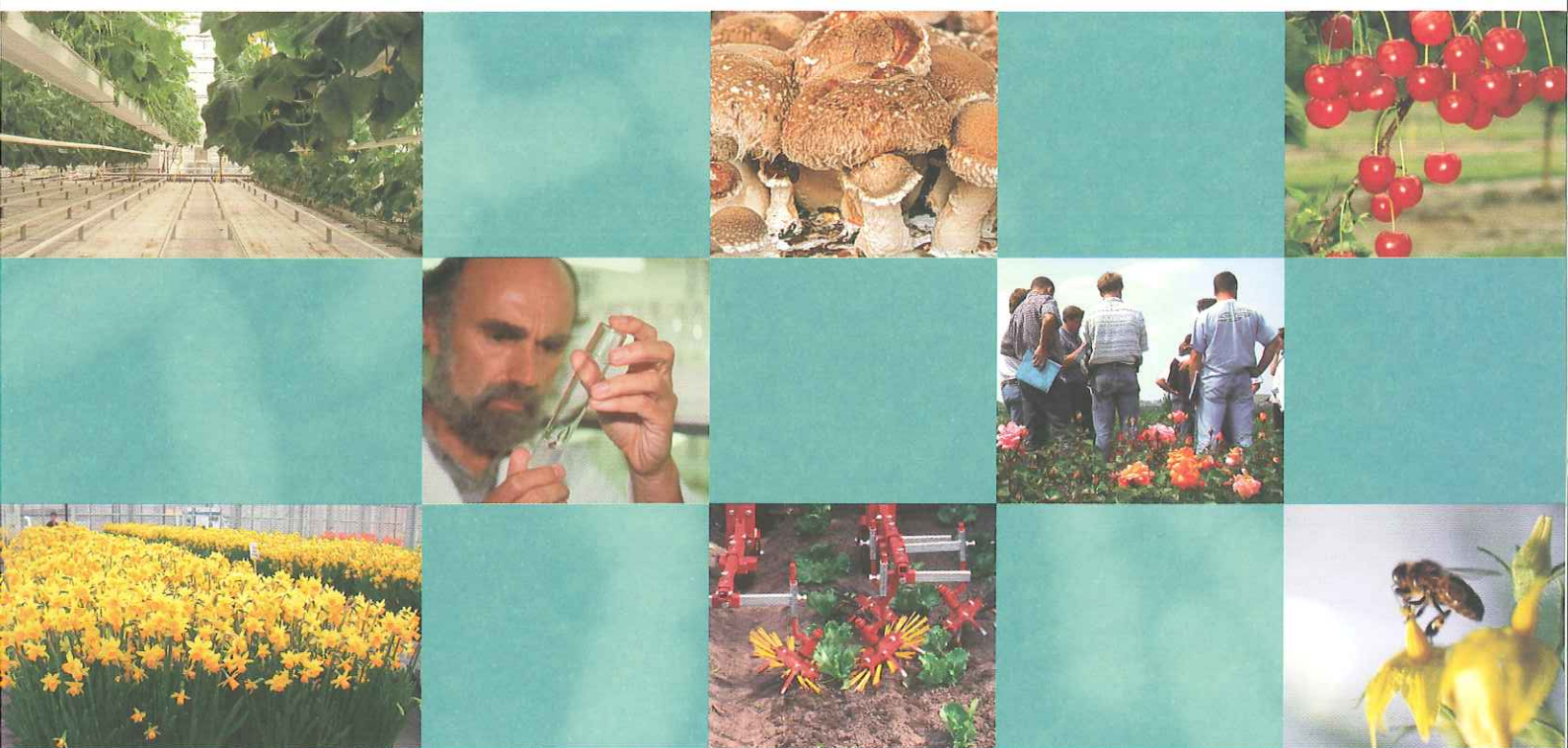


Bijlage 'Opzet en resultaten per bedrijf'

Behorend bij het rapport:

'Biologische zuivering van water verontreinigd met gewasbeschermingsmiddelen.
Onderzoeksresultaten 2008 t/m 2011'

H.A.E. de Werd, M. Wenneker, J.H. Looij, W.H.J. Beltman, A.M. van der Lans, H.F.
Huiting, J.A. de Bruine & M.G. van Zeeland



© 2010 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving / Plant Research International, Business Unit Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Behorende bij rapportnummer 2012-06; € 15,- -

Projectnummer: 3261092305
BO-12.03-019-015

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit

Adres : Lingewal 1, Randwijk
: Postbus 200, 6670 AE Zetten
Tel. : 0488 - 47 37 02
Fax : 0488 - 47 37 17
E-mail : infofruit.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	LEESWIJZER.....	5
2	OPZET EN RESULTATEN PER LOCATIE.....	7
2.1	VR '08-'09: Fytobac - akkerbouw.....	7
2.1.1	Constructie en vulling fytobac	8
2.1.2	Monsternamen in- en effluent.....	8
2.1.3	Verloop volumes in- en effluent.....	8
2.1.4	Samenstelling influent	9
2.1.5	Gemeten concentraties herbiciden in het effluent.....	10
2.1.6	Effectiviteit en massabalans.....	11
2.2	VR '11: Fytobac - akkerbouw	13
2.2.1	Constructie en vulling fytobac	13
2.2.2	Monsternamen in- en effluent.....	14
2.2.3	Verloop volumes in- en effluent.....	14
2.2.4	Samenstelling influent	14
2.2.5	Samenstelling effluent en rendement	14
2.3	FL '11: Biofilter - akkerbouw	15
2.3.1	Constructie en vulling biofilter	15
2.3.2	Monsternamen en verloop volumes in- en effluent.....	15
2.3.3	Samenstelling influent	16
2.3.4	Samenstelling effluent en effectiviteit.....	16
2.4	NH2 '11: Biofilter - akkerbouw	17
2.4.1	Constructie en vulling biofilter	17
2.4.2	Monsternamen en verloop volumes in- en effluent.....	17
2.4.3	Samenstelling influent	18
2.4.4	Samenstelling effluent en effectiviteit.....	18
2.5	MA '08: Biofilter - bollenteelt.....	19
2.5.1	Constructie en vulling biofilter	19
2.5.2	Monsternamen in- en effluent.....	19
2.5.3	Volume en samenstelling van het influent	20
2.5.4	Samenstelling effluent en effectiviteit.....	20
2.6	HG '08-'10: Biofilter - bollenteelt/akkerbouw	21
2.6.1	Constructie en vulling biofilter	21
2.6.2	Monsternamen in- en effluent.....	22
2.6.3	Verloop volumes in- en effluent.....	22
2.6.4	Samenstelling van het influent	22
2.6.5	Samenstelling effluent en rendement	22
2.7	HG '11: Fytobac - bollenteelt/akkerbouw	23
2.7.1	Constructie en vulling fytobac	23
2.7.2	Monsternamen in- en effluent.....	24
2.7.3	Verloop volumes in- en effluent.....	24
2.7.4	Samenstelling influent	24
2.7.5	Samenstelling effluent en rendement	24
2.8	GOY '08-'11: Biofilter - fruitteelt.....	25
2.8.1	Constructie en vulling biofilter	25
2.8.1	Bemonstering in- en effluent.....	26
2.8.2	Verloop volumes in- en effluent.....	26
2.8.3	Samenstelling influent	27
2.8.4	Samenstelling effluent en rendement	29
2.8.5	Gehaltes in de Biomix 2008.....	31
2.9	RN '09-'11: Biofilter - fruitteelt.....	31
2.9.1	Constructie en vulling biofilter	31

2.9.1	Bemonstering in- en effluent.....	32
2.9.2	Verloop volumes in- en effluent.....	32
2.9.3	Test met zelf samengesteld influent 2009	32
2.9.4	Test met afvalwater van vul- en spoelplaats spuit 2010-2011	34
2.10	UT2 '10-'11: Biofilter - fruitteelt	35
2.10.1	Constructie en vulling biofilter	35
2.10.2	Bemonstering en verloop volumes in- en effluent	35
2.10.3	Samenstelling influent	36
2.10.4	Samenstelling effluent en rendement	36
BIJLAGE 1:	FYTOBAC VREDEPEEL 2007-2009	37
BIJLAGE 2:	VR '08-'09: INFLUENT, EFFLUENT EN BIOMIX.....	39
BIJLAGE 3:	VR '11: CONCENTRATIES IN EN UIT FYTOBAC	41
BIJLAGE 4:	FL '11: CONCENTRATIES IN EN UIT BIOFILTER	45
BIJLAGE 5:	NH2 '11: CONCENTRATIES IN EN UIT BIOFILTER	49
BIJLAGE 6:	HG '08-'10: CONCENTRATIES IN EN UIT BIOFILTER	53
BIJLAGE 7:	HG '11: CONCENTRATIES IN EN UIT FYTOBAC.....	57
BIJLAGE 8:	GOY '09-'10: CONCENTRATIES IN EN UIT BIOFILTER	61
BIJLAGE 9:	RN '09-'11: CONCENTRATIES IN EN UIT BIOFILTER	67
BIJLAGE 10:	UT2 '10-'11: CONCENTRATIES IN EN UIT BIOFILTER	71

Leeswijzer

Voorliggende bijlage is onderdeel van de rapportage over het onderzoek naar de effectiviteit en praktische toepasbaarheid van biologische zuivering van met gewasbeschermingsmiddelen verontreinigd water. Deze bijlage is bedoeld om inzicht te geven in de opzet en resultaten per bedrijf. Dit is de informatie waarop de samengevatte versie van de proefopzet en de resultaten in het rapport gebaseerd zijn. Het rapport zelf bevat naast de samengevatte resultaten ook achtergrondinformatie, conclusies, discussie en een overzicht van publicaties, presentaties en demonstraties naar aanleiding van het Nederlandse onderzoek naar deze biologische zuivering.

1 Opzet en resultaten per locatie

Op 8 locaties is onderzoek gedaan naar de diverse typen installaties. Op één van de locaties is aan twee typen installaties onderzoek gedaan. (Tabel 1).

Locatie-naam	Sector	Plaats (provincie)	Periode	Type installatie	Afvalwater
VR	Akkerbouw (proefbedrijf)	Vredepeel (L)	2007 -2009 2011	Fytobac bovengronds, in 2011 plantenbakken aangekoppeld	Water met herbiciden, vanaf 2011 water van vul- en wasplaats
FL	Akkerbouw	Swifterbant (FL)	2011	Biofilter + plantenbakken	Waswater spuit
NH2	Akkerbouw	Anna Paulowna (NH)	2011	Biofilter + plantenbakken	Waswater spuit
MA	Bollenteelt	Anna Paulowna (NH)	2008	Biofilter	Percolaat-water compost-hoop, daarna condens-water bollencellen
HG	Bollen/akkerbouw (loonbedrijf)	St. Maartens-vlotbrug (NH)	2008-2010	Biofilter	Wasplaats spuit + spit-injecteur
HG	Bollen/akkerbouw (loonbedrijf)	St. Maartens-vlotbrug (NH)	2011	Fytobac in de grond (folie) + plantenbak	Wasplaats spuit + spit-injecteur
RN	Fruitteelt (proefbedrijf)	Randwijk (GE)	2008-2011	Biofilter + plantenbakken	Vul- en wasplaats
GOY	Fruitteelt	't Goy (UT)	2008-2011	Biofilter + vanaf 2010 met plantenbak	Vul- en wasplaats 2009: water met diverse middelen toegevoegd
UT2	Fruitteelt	Benschop (UT)	2010-2011	Biofilter + plantenbak	Vul- en wasplaats

Tabel 1: Overzicht locaties met gegevens

1.1 VR '08-'09: Fytobac - akkerbouw

Opzet in het kort:

In het najaar van 2007 werd de fytobac in op het proefbedrijf van PPO-AGV in Vredepeel gebouwd (Clevering *et al.*, 2008). In 2008 is de fytobac gevoed met water met daaraan een aantal herbiciden toegevoegd. In 2008 en 2009 zijn metingen aan influent, effluent en het substraat gedaan.

1.1.1 Constructie en vulling fyto-bac

De fyto-bac in Vredepeel (Bijlage 1, foto's) bestaat uit een kunststof rechthoekige bak van 3,0 meter lang, 1,5 meter breed en 1,2 m diep. De fyto-bac werd gevoed vanuit een IBC (kunststofvat van 1000 liter). Eventueel effluent kwam via een drainageslang onderin de bak terecht in een tweede IBC.

Boven de fyto-bac was een afdak van doorzichtige golfplaten geplaatst om neerslag uit het systeem te houden. Door de ruimte tussen het afdak en de bak was luchtstroming boven de bak mogelijk. Dit bevorderde de verdamping. Echter, het feit dat de fyto-bac op een plek stond met een groot deel van de dag schaduw, verminderde de verdamping.

De biomix (het substraat) bestond uit 50% stro, 25% compost en 25% bouwvoorgrond (volumeprocenten) en was circa 8 weken gecomposteerd voordat de fyto-bac werd gevuld. Onderin de fyto-bac was een drain (doorsnede 6 cm) aangelegd om het effluent af te voeren. De drain lag in een grindlaag van 8 cm, bovenop deze grindlaag was vervolgens een laag zand aangebracht van 4 cm. Zowel tussen de grindlaag en zandlaag als de zandlaag en de biomix was antiworteldoek aangebracht. De biomix werd aan de bovenkant afgedekt met een laag compost. In het voorjaar van 2008 werd Engels raaigras op de fyto-bac gezaaid om extra verdamping te krijgen. Het afvalwater werd met een irrigatiesysteem (T-Tape) toegediend. In eerste instantie ondiep in het substraat, later bovenop het substraat.

1.1.2 Monsternamen in- en effluent

Influent: het influent werd bemonsterd uit het 1.000 liter buffervat waar de fyto-bac uit gevoed werd. Het effluent werd bemonsterd uit een aftappunt tussen de fyto-bac en de IBC voor de opvang van effluent. Aan het eind van de experimentele periode (16 december 2009) werden monsters van het substraat in de fyto-bac genomen op 0-25 cm, 25-50 cm en 50-75 cm diepte (Wenneker *et al.*, 2010).

Effluent: na doorstroming van het influent door de fyto-bac werd het restwater (effluent) opgevangen in een 1.000 liter vat (IBC). In de leiding van het biobed naar de opvangbak werd een aftappunt bevestigd. Onder dit aftappunt werd effluent bemonsterd; uit de opvangbak werd dus niet bemonsterd. Aan de zijkant van de opvangbak werd via een meetlint het watervolume geschat. Bij bemonstering van influent en effluent werden de temperatuur en de pH van het water gemeten.

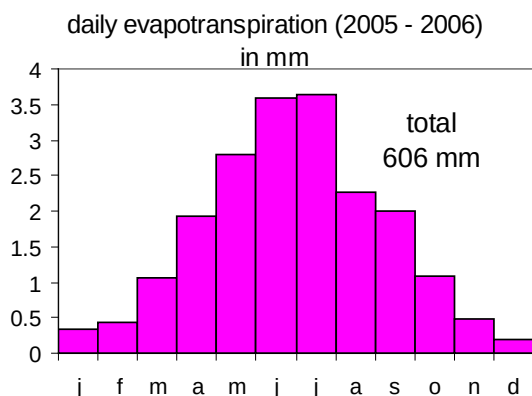
1.1.3 Verloop volumes in- en effluent

Volume influent

Het volume influent werd gevarieerd van een tiental tot tientallen liters per dag afhankelijk van de verwachte verdamping. De bedoeling was een aanzienlijk deel van het water te verdampen. In de periode april – september 2008 werd in totaal 3.279 liter water met herbiciden op de fyto-bac geleid. In de periode september 2008 – oktober 2009 werd 4.605 liter water zonder herbiciden opgebracht. Het opbrengen van water zonder herbiciden werd gedaan om de uitspoeling van de herbiciden te kunnen monitoren. In totaal werd dus 7.884 liter water op de fyto-bac gebracht in 2008.

Verdamping

Uitgaande van de gewasverdamping onder Nederlandse omstandigheden zou van een begroeid oppervlak grofweg 600 liter per m² per jaar verdampen (Clevering, 2008; Figuur 1). Omdat het gras al snel afstierf door de herbiciden in het afvalwater, werd de verwachte verdamping lager, namelijk circa 300 tot 500 liter per m² per jaar. Vermenigvuldigd met de oppervlakte van de fyto-bac (5,3 m²) komt dit overeen met een verwachte verdamping 1,6 tot 2,6 m³ op jaarbasis.



Figuur 1: De maandgemiddelde dagelijkse referentiegewasverdamping voor de jaren 2005-2006 (Clevering et al., 2008)

1.1.4 Samenstelling influent

Aanmaak influent

In 2008 werd de fytobac getest met een aangemaakt mengsel van water met gewasbeschermingsmiddelen; het zogenoemde influent. Het ging om stoffen die relatief gemakkelijk uitspoelen: bentazon, dimethenamid-P, nicosulfuron, sulcotrione en terbutylazin. De eigenschappen van deze stoffen die relevant zijn voor de afbraak en adsorptie in de biomix zijn weergegeven in tabel 2.

Werkzame stof	Koc	Kf	Mobiliteit	DT50 (typical)	DT50 (field)	Persistentie
Bentazon	51	1,40	Mobile	14,00	14,00	non-persistent
Dimethenamid-P	139	3,69	moderately mobile	11,00	7,00	non-persistent
Nicosulfuron	21	0,29	Mobile	26,00	19,30	non-persistent
Sulcotrione	36	1,05	Mobile	25,00	36,00	non-persistent
Terbutylazin	219	5,13	moderately mobile	76,70	31,00	Moderately persistent

Tabel 2: Persistentie en adsorbtiegegevens van de stoffen die op de fytobac gebracht zijn

In september en oktober is schoon water opgebracht. Hiervoor is gekozen om het tijdsverloop van de uitspoeling van de in het voorjaar en zomer toegediende middelen te kunnen volgen. Volgens berekeningen had het merendeel van de herbiciden eind 2008 de onderkant van de fytobac nog niet bereikt. Daarom is in 2009 de proef vervolgd door schoon water op het systeem brengen. Metingen aan het effluent zouden eventuele uitspoeling van in 2008 opgebrachte middelen in 2009 zichtbaar maken.

De werkzame stofgehalten in het influent zijn gebaseerd op realistische scenario's voor het ontstaan van afvalwater bij het naspoelen van spuitapparatuur op het erf en het schoonmaken van de buitenkant van de spuit (meer info: Wenneker et al., 2010 en Zeeland et al., 2008). Per veertien dagen werd influent aangemaakt. Het streven was om influent met een vaste concentratie op de fytobac te brengen (Tabel 3). Uit metingen bleek dat de werkelijke concentraties in een aantal gevallen lager waren. Uitzakken van middelen in het influentvat heeft hierbij naar verwachting een rol gespeeld.

Werkzame stof	Berekende concentratie (µg/L)
Bentazon	26.400
Dimethenamid-P *	71.000
Nicosulfuron	7.000
Sulcotrione	29.800
Terbutylazin	26.600

* toegevoegd in juni

Tabel 3: Berekende concentraties aan middelen voor influent fytofab Vredepeel

Gemeten concentraties herbiciden in het influent

Tijdens de meetperiode met herbiciden (2008) werd 3,3 m³ influent aangevoerd en kwam er 1,7 m³ effluent uit. Dus ongeveer 50% van de opgebrachte vloeistof kwam in deze periode uit de fytofab. In de totale meetperiode (2008-2009) werd 7,9 m³ influent opgebracht, en was er 4,8 m³ effluent. In de totale meetperiode kwam dus 60% van de opgebrachte vloeistof als effluent uit de fytofab (Bijlage 2).

In tabel 4 worden de concentraties van de verschillende werkzame stoffen per liter **influent** zoals berekend, gemeten en de rapportagegrens weergegeven. Tevens wordt aangegeven voor welke werkzame stof welk analysepakket werd gebruikt.

	concentraties w.s.#	rapportagegrens	metingen				
influent aangemaakt op:			21-04-08		3-06-08	2-07-08	
bemonstering (aantal dagen na aanmaak/datum)			7 dagen/28 april	15 dagen/7 mei	0 dagen/3 juni	0 dagen/2 juli	15 dagen/17 juli
bentazon (µg/L)*	26400	0.01	16900	16200	24700	25300	24400
dimethenamid-P (µg/L)** ##	71000	0.03	<	<	<	72500	74200
nicosulfuron (µg/L)***	7000	0.03	7700	7600	7400	13500	14000
sulcotrion (µg/L)****	29800	0.09	26600	25600	23800	23200	23000
terbutylazin (µg/L)**	26600	0.01	13600	13500	7600	21300	10800

berekende concentratie werkzame stof, ## niet toegevoegd aan influent april, mei, juni

* GCMS-uitbreiding pakket zuurherbiciden, ** GCMS-pakket, *** LCMS-uitbreiding pakket sulfonureas,

****LCMS-pakket

Tabel 4: Concentraties middelen in het influent voor de fytofab Vredepeel

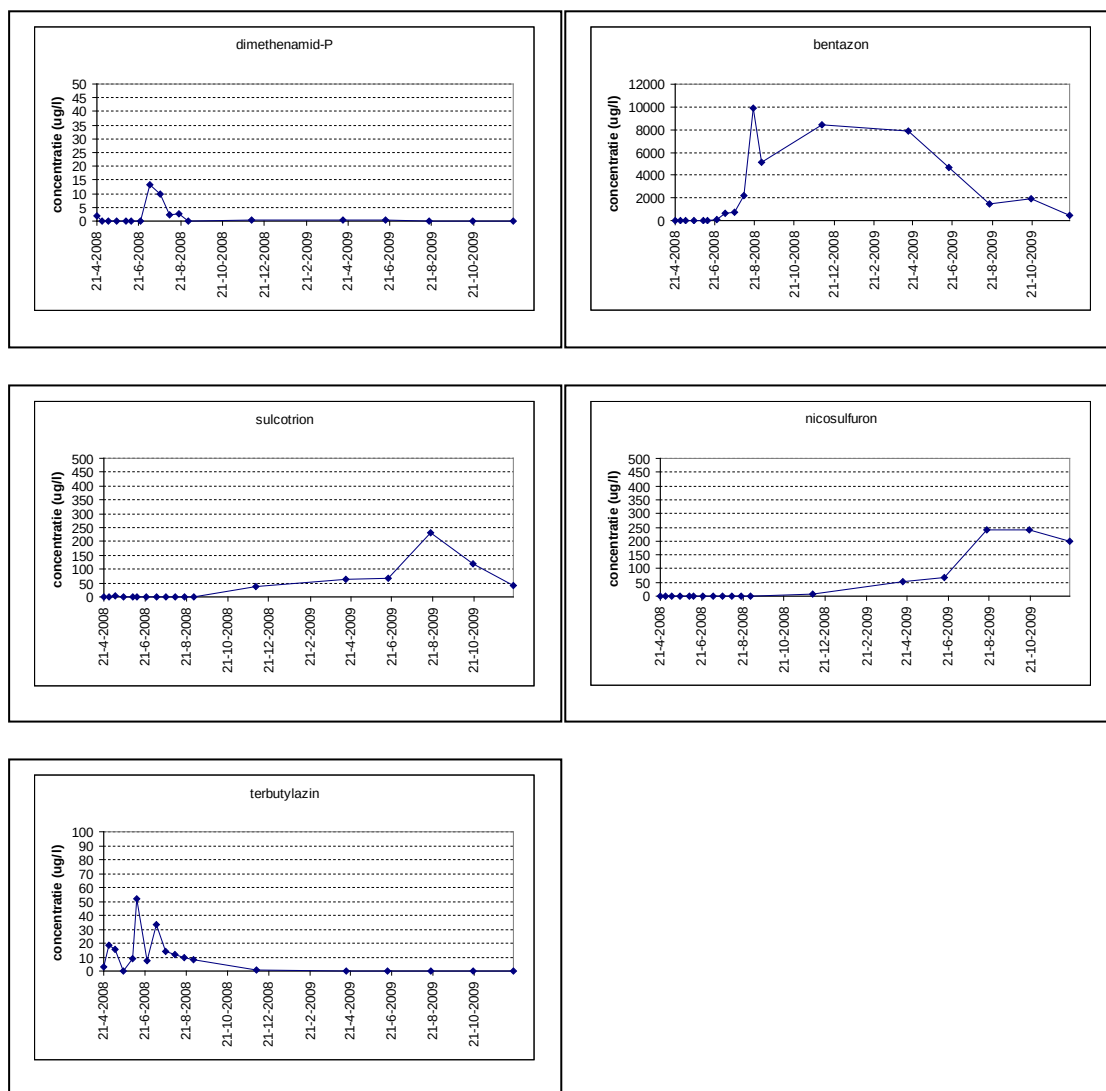
Op 21 april werd het eerste influent aangemaakt en vervolgens op 14 mei, 3 juni, 17 juni, 2 juli, 18 juli, 4 en 25 augustus. Het influent van de data 21 april, 3 juni en 2 juli werd geanalyseerd. Het influent aangemaakt op 21 april en 2 juli werd na 14 dagen opnieuw bemonsterd en geanalyseerd; dit om mogelijke afbraak in het voorraadvat te bepalen. De concentraties van bentazon en terbutylazin waren op 21 april lager dan berekend (tabel 4). Er werd na 14 dagen geen afbraak gevonden. Ook werd een afname van circa 50% gemeten voor terbutylazin in juli 2008. De concentraties van dimethenamid-P, nicosulfuron en sulcotrione komen overeen met de berekende concentraties.

1.1.5 Gemeten concentraties herbiciden in het effluent 2008

In bijlage 2 en in figuur 2 worden voor de verschillende monsteringsdata de analyseresultaten van het **effluent** weergegeven. De schaal verschilt tussen de grafieken. De ordegrrootte van de concentraties in het effluent is voor alle stoffen, behalve bentazon, lager dan die in het influent. Een piek in de grafiek betekent in die gevallen niet dat de stof slecht verwijderd is.

Uit de figuren blijkt dat de concentratie bentazon na aanvang van het experiment al snel toenam in het effluent. De piekwaarden werden gevonden van augustus 2008 – juni 2009.

De middelen nicosulfuron en sulcotrione waren op 9 juni 2008 in een hoge concentratie aanwezig. In de meetperiode daarvoor én in de metingen van 23 juni tot en met december 2008 waren deze stoffen niet aantoonbaar. Waarschijnlijk zijn de monsters van 9 juni vervuild geraakt. Na december 2008 namen de concentraties van nicosulfuron en sulcotrione geleidelijk toe. De stoffen dimethenamid-P en terbutylazin werden gedurende de experimentele periode in een afnemende concentratie in het effluent teruggevonden.



Figuur 2: Concentraties van middelen in het effluent tijdens de experimentele periode. De schaal op de y-as verschilt tussen de grafieken

1.1.6 Effectiviteit en massabalans

Berekening rendement per stof

Op basis van de gemiddelde concentraties in het influent en het effluent is een rendements-berekening uitgevoerd voor de fyto-bac. Bij de berekening van de gemiddelde concentratie van het effluent werd bij de metingen waarbij geen middel werd aangetoond gerekend met een waarde van 0,5 maal de rapportagegrens.

Uit de berekening blijkt dat de concentraties aan dimethenamid-P, sulcotrione en terbutylazin in het effluent met > 99,5% waren verminderd ten opzichte van het influent. De concentratie bentazon werd met 88,0% verlaagd (Tabel 5).

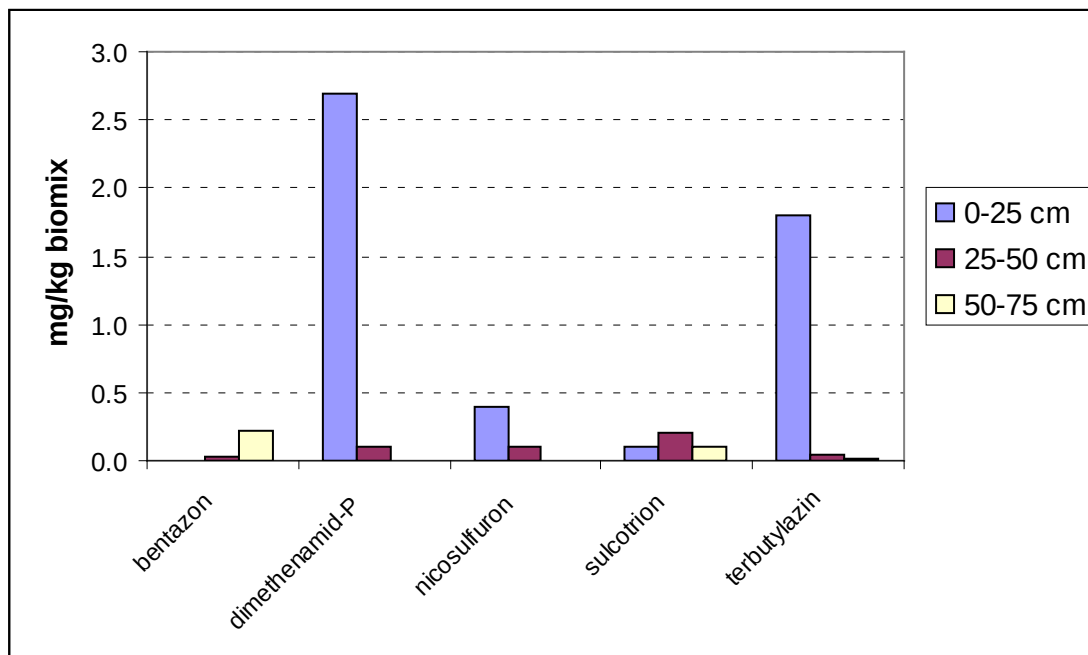
Werkzame stof	Influent (µg/L)	Effluent (µg/L)	Vermindering concentratie (%)
Bentazon	21.500	2.575	88,0
Dimethenamid-P	73.350	2	100,0
Nicosulfuron	10.040	48	99,5
Sulcotrione	24.440	33	99,9
Terbutylazin	13.360	9	99,9

Tabel 5: Afname van de gemiddelde gemeten concentratie aan middelen gedurende de experimentele periode

De afname van de concentratie in het effluent is de resultante van vastlegging en afbraak in de Biomix. Dit is afhankelijk van de samenstelling van de Biomix, de Koc-waarde van de middelen en de afbraaksnelheid van de middelen (DT50 en afbraak door micro-organismen) in de Biomix (Tabel 2).

Gemeten concentraties herbiciden in de biomix

Uit de analyses bleek dat dimethenamid-P, nicosulfuron en terbutylazin voornamelijk in de bovenste 25 cm van de fytobac werden aangetroffen (Figuur 3). Sulcotrione werd in de drie bemonsterde lagen in evenredige mate teruggevonden. Bentazon werd niet in de bovenste laag aangetroffen, in geringe mate in de tweede laag en in de hoogste concentratie in de derde laag. De hoeveelheid van deze stof neemt toe met de diepte in de fytobac. Deze resultaten zijn in lijn met de analyseresultaten van het effluent: de stof die het meest onderin het filter aangetroffen is, zat ook het meest in het effluent. De stoffen die niet in de onderste laag aangetroffen zijn, zijn ook niet of nauwelijks in het effluent gevonden.



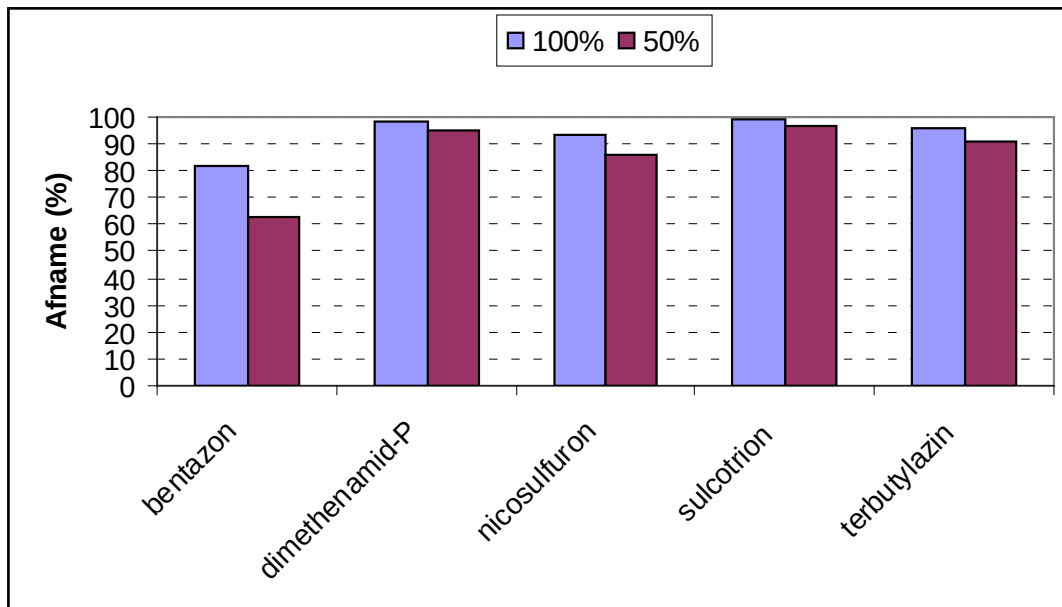
Figuur 3: Gehaltes aan middelen (mg/kg biomix) op verschillende dieptes in het biofilter

Massabalans fytobac

Op basis van de gehaltes aan middelen in de biomix, de concentraties middelen in het effluent en de berekende hoeveelheid opgebrachte middelen is een massabalans opgesteld.

De massabalans is op basis van de aanname dat de concentratie in het influent gelijk was aan de berekende toegediende dosering (100%) en voor het geval de daadwerkelijke concentratie de helft was van de berekende toegediende dosering (50%).

Figuur 4 geeft de berekende afbraak van de toegediende middelen in de biomix weer. Hieruit blijkt dat dimethenamid-P, sulcotrione en terbutylazin voor ten minste 90% uit het totale systeem verdwenen zijn (afgebroken). Bentazon is als meest uitspoelingsgevoelige stof deels in het effluent terechtgekomen en daardoor het minst afgebroken (60 tot 80%) in de biomix. Het resultaat voor nicosulfuron zit hier tussenin.



Figuur 4: Afbraak van middelen in de biomix, berekend voor 50% en 100% van de berekende hoeveelheid opgebrachte herbiciden

1.2 VR '11: Fytobac - akkerbouw

In 2010 is de fytobac in Vredepeel niet gebruikt. In 2011 is het systeem aangepast en weer opgestart in het kader van het project 'Samenwerken aan een Schone Maas'.

1.2.1 Constructie en vulling fytobac

In 2011 is dezelfde bak (Foto 1) gebruikt als in 2008 en 2009 (zie 2.1). Aan de installatie zijn wel enige aanpassingen verricht op basis van ervaringen in de voorgaande jaren:

- Een filter in de aanvoerleiding naar het verdeelsysteem om verstopping te voorkomen.
- Voor verdeling van het water: de T-Tape is vervangen door een kunststof leiding met sproeidoppen voor een betere verdeling over het substraat.
- Het substraat is vervangen door nieuwe biomix: circa 50% gehakseld stro, 45% compost en 5% gebruikte biomix (uit dezelfde fytobac).
- Het effluent wordt naar twee achtereenvolgende plantenbakken geleid: de eerste met siergras, de tweede met wilgen.
- Vanuit de tweede plantenbak gaat eventueel effluent via een tussenvaatje met een vlotter gestuurde pomp naar een effluentvat.



Foto 1: Overzicht van de aangepaste fytofab in 2011

1.2.2 Monsternamen in- en effluent

Het influent is vanaf eind mei elke vier weken bemonsterd na het vullen van de IBC met influent. Het effluent is ook maandelijks bemonsterd. De effluentmonsters (UIT) zijn genomen uit het tussenvat tussen de laatste plantenbak en de IBC met effluent. Daarnaast zijn er monsters afgetapt uit de grote filterbak, dus vóór de plantenbakken. Deze monsters zijn aangeduid als 'UIT-V'. Bij de eerste bemonsteringen kwam er nog geen water uit de filterbak.

1.2.3 Verloop volumes in- en effluent

Per dag werd tussen 25 en 30 liter influent opgebracht. Na vier weken werd de IBC met influent bijgevuld tot circa 800 liter uit de put met water van de vul- en spoelplaats. In totaal is circa 6 m³ water op de fytofab gebracht tussen half mei en begin november.

Vanaf half mei kon er water onder uit de filterbak getapt worden. Vanaf half juli kwam er ook effluent uit de laatste plantenbak. Dit is het daadwerkelijke effluent van het zuiveringssysteem. In totaal kwam er circa 2 m³ effluent uit het systeem tot begin november. De filterbakken en plantenbakken hebben 4 m³ water deels geabsorbeerd en deels verdampt.

1.2.4 Samenstelling influent

Het influent bevatte concentraties van een ordegrootte van milligrammen per liter voor ten minste een tiental stoffen. 32 stoffen kwamen tot voor in concentraties hoger dan 10 keer de waterkwaliteitsnorm. De hoogste overschrijding was circa 100.000 keer de norm: metribuzin, een herbicide voor gebruik in o.a. aardappel-, peen- en graszaadteelt.

1.2.5 Samenstelling effluent en rendement

Bij het analyseren van de samenstelling van het effluent moet er rekening mee gehouden worden dat in principe in 2012 nog uitspoeling van in 2011 opgebrachte middelen zou kunnen voorkomen.

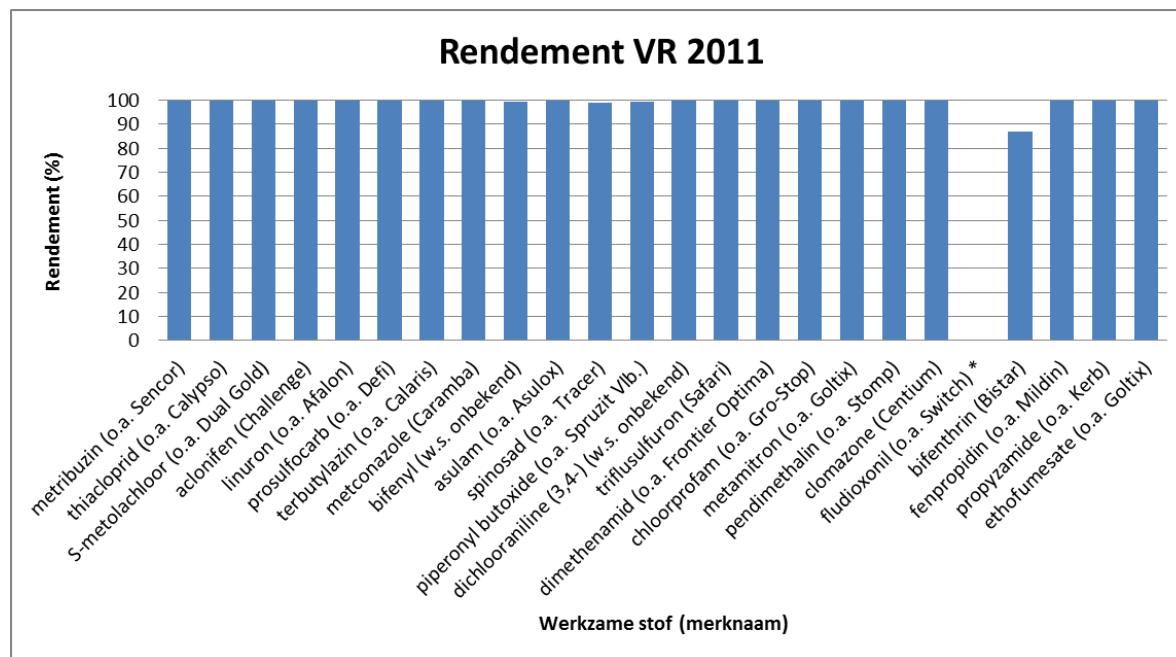
Figuur 5 geeft het verwijderingsrendement weer voor de stoffen met de hoogst gemeten concentraties ten opzichte van de waterkwaliteitsnorm. Voor wat betreft de stoffen die niet in de figuur weergegeven zijn bestaat hetzelfde beeld: over het algemeen een hoog verwijderingsrendement. Het rendement is beperkt voor:

- Bentazon: in influent 1000-3000 µg/l in effluent 100-500 µg/L (norm: 450 µg/L), niet in figuur 5.
- Chloorprofam: reductie rond 90%: 1.500 en 2.800 in influent, 150, 160 in effluent (norm: 3,3).

Bentazon is eerder gebruikt voor het testen van deze fyto-bac (2008). Ook toen spoelde een beperkt deel van de toegediende bentazon uit. Het is een stof die relatief makkelijk uit de grond spoelt.

Fludioxonil is toegepast in de onderzoeksperiode en in het verleden toegepast op het perceel waar de grond vandaan komt, maar niet in het influent gevonden. Bij analyse van de biomix en de compost, begin 2011, is de stof echter niet aangetoond. Het is daarom niet duidelijk wat de oorzaak is van de onverwacht hoge concentraties van deze stof in het effluent.

In de compost werd wel een lage concentratie boscalid aangetroffen: (0,09 µg/L). Dit fungicide is niet teruggevonden in het effluent (Bijlage 3).



* fludioxonil: één maal aangetroffen in het effluent; niet aangetoond in het influent, het berekende rendement is daarom negatief

Figuur 5: Percentage verwijdering werkzame stof berekend op basis van gemiddeld gemeten concentratie in het influent, vergeleken met de gemiddeld gemeten concentratie in het effluent na de laatste plantenbak

1.3 FL '11: Biofilter - akkerbouw

Eind 2010 is in Swifterbant (FL) een biofilter geïnstalleerd. In maart 2011 is het filter in gebruik genomen.

1.3.1 Constructie en vulling biofilter

Het betreft een biofilter bestaande uit drie filterbakken met biomix van compost (45%), gehakseld stro (50%) en perceelsgrond (5%). Aan de onderste filterunit zitten achtereenvolgens een plantenbak met siergras en een met wilgen gekoppeld voor extra verdamping. Het biofilter wordt gevoed vanuit een IBC dat als buffervat voor het afvalwater dient. Het water wordt over de bovenste filterunit verdeeld met behulp van een pvc-leiding met grove sproeidoppen die boven het oppervlak van de biomix geïnstalleerd zijn. De leiding wordt gevuld door een dompelpomp die aan- en uitgeschakeld wordt met behulp van een tijd klok. Water uit de laatste plantenbakken dat niet verdampt, wordt opgevangen in het laatste IBC (het effluentvat).

1.3.2 Monsternamen en verloop volumes in- en effluent

De monsters van het in- en effluent zijn genomen uit de IBC's. De pomp met tijd klok is bij ingebruikname afgesteld op een afgifte van circa 20 liter per etmaal. In de loop van het jaar bleken de verpompte hoeveelheden lager dan gewenst, namelijk circa 5 liter per etmaal.

In november is de pompcapaciteit opnieuw ingesteld. In totaal is ruim circa 1 m³ opgebracht. Pas bij de bemonstering in augustus kon het water uit de onderste van de drie gestapelde filterbakken genomen worden. In oktober is het tweede effluentmonster genomen. Dit was tevens het laatste monster voor deze locatie voor 2011. In totaal zijn zes monsters van het influent genomen en twee van het effluent uit de filterbakken. De verwachting is dat dit water nog extra gezuiverd zou worden door de plantenbakken.

1.3.3 Samenstelling influent

Op dit bedrijf is water opgevangen van het schoonspuiten van de buitenkant van de spuit (Foto 2). Er is eind 2010 350 liter waswater van het uitwendig schoonspuiten van de veldspuit opgeslagen in de IBC waaruit het biofilter gevoed werd. In maart 2011 is gestart met de verwerking van dit water. In de zomer is het influentvat nog een keer gevuld met schoon water. Op dat moment was geen nieuw afvalwater beschikbaar, omdat de geplande permanente vul- en wasplaats nog niet aangelegd was.

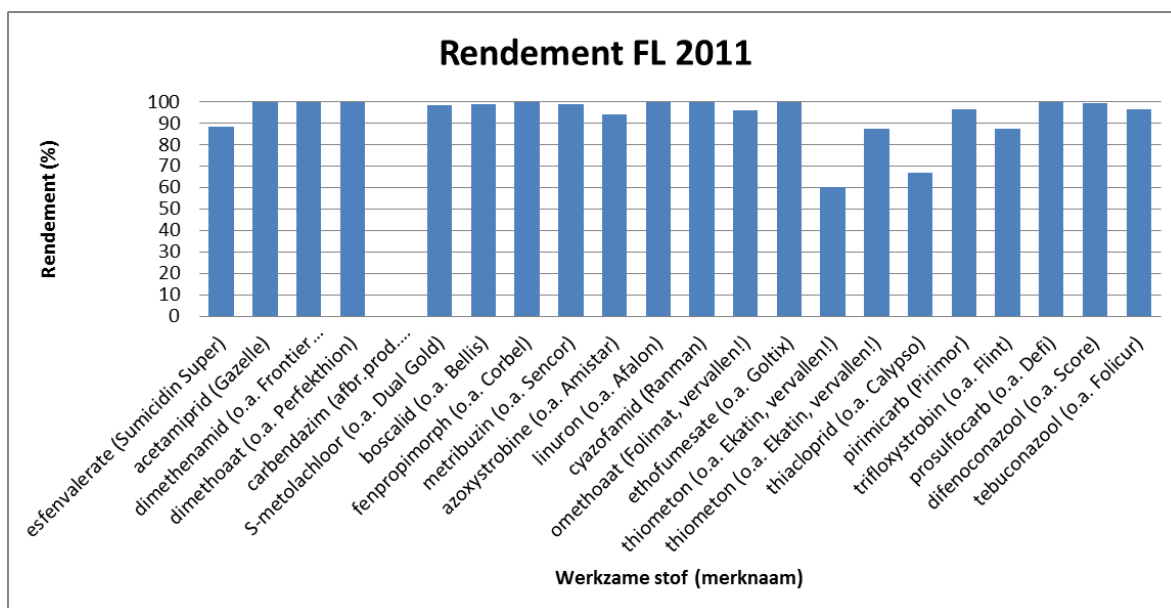
In totaal zijn achtentwintig stoffen in concentraties boven de norm aangetroffen in het waswater. Het aantal stoffen met overschrijdingen van een ordegrootte vanaf 100 keer de norm was beperkt (Bijlage 4). Zes stoffen, waarvan één, esfenvaleraat, de relatief lage norm van 0,001 µg/L circa 2.700 keer overschreed. Een aantal stoffen wordt alleen in het voorjaar in hoge concentraties aangetroffen. Daarnaast worden enkele stoffen pas in hoge concentraties in het influent gemeten, nadat dit vat met schoon water gevuld is. Hiervoor is geen verklaring gevonden.



Foto 2: Het uitwendig schoonspuiten van de spuit

1.3.4 Samenstelling effluent en effectiviteit

Bij de beoordeling van de effectiviteit van het biofilter op deze locatie moet er rekening mee gehouden worden dat de installatie pas één jaar gebruikt is. De berekening van de gemiddelde concentratie in het effluent is gebaseerd op slechts twee bemonsteringsdata. Bij de analyse is een tweetal stoffen zonder toelating voor landbouwkundige toepassing in lage concentraties aangetroffen. Het is niet aannemelijk dat deze stoffen op dit bedrijf toegepast zijn voor landbouwkundige doeleinden. Deze metingen zijn niet in figuur 6 opgenomen, omdat deze stoffen niet relevant zijn voor toepassing van biofilters in de land- en tuinbouw.



Figuur 6: percentage verwijdering werkzame stof berekend op basis van gemiddeld gemeten concentratie in het influent, vergeleken met de gemiddeld gemeten concentratie in het effluent na de laatste plantenbak

De stoffen in het influent werden niet of in veel lagere concentraties gevonden in het effluent.

Fenoxycarb (Insegar) (niet in figuur 6) is niet in het afvalwater aangetoond, maar is wel gevonden in het effluent. Het is niet duidelijk wat de herkomst van deze stof in het effluent is. Fenoxycarb staat niet in de lijst van de in 2011 gebruikte stoffen. Carbendazim (afbraakproduct van thiofanaat-methyl), werd in een hogere concentratie in het effluent gevonden dan in het influent. Carbendazim is op meer locaties aangetroffen in effluent waar dat niet verwacht werd op basis van de samenstelling van het influent.

Fenoxycarb is in een lage concentraties gevonden. Omdat dit product geen toepassingen kent in de akkerbouw (wel in de fruitteelt), is het niet waarschijnlijk deze stof door toepassing op dit bedrijf in het effluent terecht gekomen is. Ten slotte is thiacloprid (Calypso) is slecht verwijderd.

1.4 NH2 '11: Biofilter - akkerbouw

Eind 2010 is in Anna Paulowna (NH) een biofilter met twee plantenbakken geïnstalleerd. Dit biofilter is in het voorjaar van 2011 in gebruik genomen.

1.4.1 Constructie en vulling biofilter

Het betreft een biofilter bestaande uit drie filterbakken en twee plantenbakken (1 met siergras, 1 met wilgen). Voor de biomix is potgrond (45%), gehakseld stro (50%) en perceelgrond (5%) gebruikt.

1.4.2 Monsternamen en verloop volumes in- en effluent

In- en effluentmonsters zijn genomen uit de IBC's waarin het in- en effluent opgeslagen werd. Het influent is gaandeweg het teeltseizoen een aantal keren bijgevuld met water van het (na)spoelen van de binnenkant van de spuitmachine en van de buitenkant van de spuit (Foto 3). De monsters van het influent geven daarom geen sluitend beeld van de inhoud van het opgebrachte influent. Het exacte verloop van de hoeveelheid influent is onbekend. De pomp was afgesteld op een dosering van circa 10 à 15 liter per etmaal; in mei is dit verhoogd naar circa 20 liter. Naar schatting is circa 3 m³ influent op het biofilter gebracht in de periode maart-november.

Bij de monsternamen in augustus kon voor het eerst een effluentmonster genomen worden. Tot die tijd was er nog geen effluent. In totaal is er 600-800 liter effluent ontstaan. In het najaar is een deel van het effluent (circa 300 liter) teruggebracht naar de influenttank. In totaal zijn vijf monsters genomen van het influent en twee van het effluent.

1.4.3 Samenstelling influent

In het afvalwater werden ruim 50 stoffen in normoverschrijdende concentraties aangetroffen. Circa de helft betrof overschrijding van enkele tot een tiental keer de norm. De overige overschrijdingen liepen op tot honderden, duizenden en tienduizenden keren de norm (Bijlage 5).



Foto 3: Het reinigen van de buitenkant van de spuit

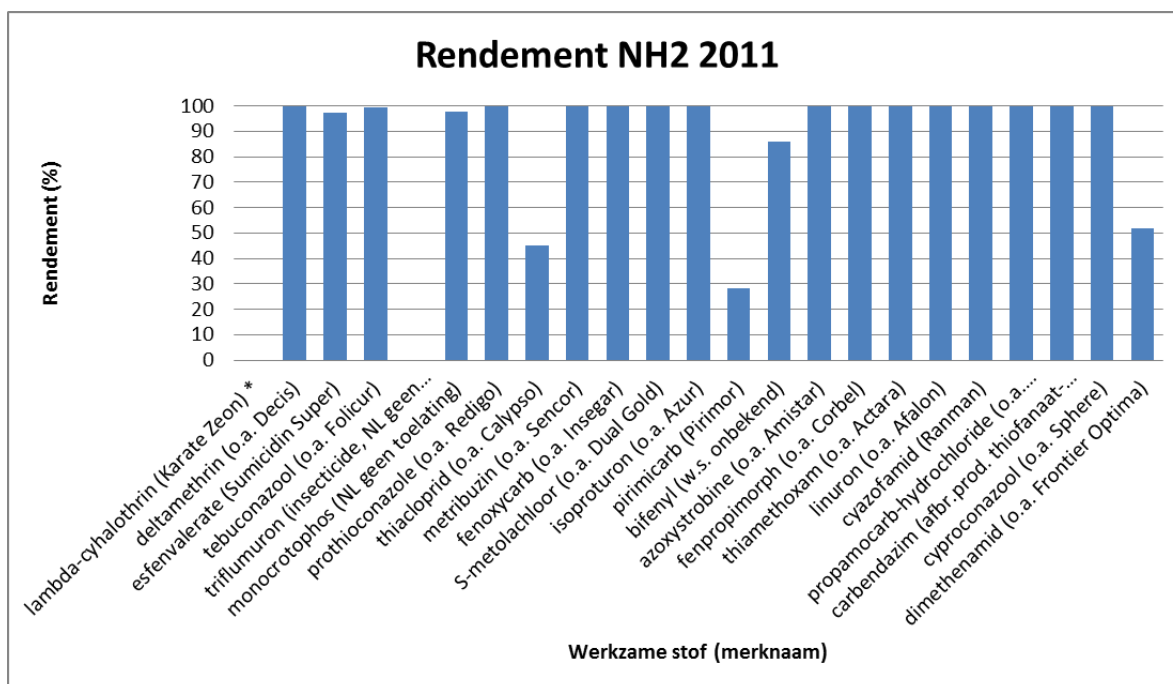
1.4.4 Samenstelling effluent en effectiviteit

Bij de beoordeling van de effectiviteit van het biofilter op deze locatie moet er rekening mee gehouden worden dat de installatie pas één seizoen gebruikt is. De berekening van de gemiddelde concentratie in het effluent is gebaseerd op slechts twee bemonsteringsdata. Bij de analyse werd een tweetal stoffen zonder toelating voor landbouwkundige toepassing in lage concentraties aangetroffen. Het is niet aannemelijk dat deze stoffen op dit bedrijf toegepast zijn voor landbouwkundige doeleinden. Deze metingen zijn niet in figuur 7 opgenomen, omdat deze stoffen niet relevant zijn voor toepassing van biofilters in de land- en tuinbouw.

Het aantal overschrijdingen in het effluent was met 9 een stuk lager dan de ruim 50 in het influent. De hoogte van de overschrijdingen in het effluent was voor de meeste stoffen ook een stuk lager dan in het influent. Het gemiddelde verwijderingsrendement echter is lager dan verwacht mag worden van een biofilter. Eén stof kwam in normoverschrijdende concentraties voor in het effluent, terwijl ze niet of in lagere concentraties in het influent aangetroffen zijn: lambda-cyhalothrin (Karate Zeon). De concentratie van lambda-cyhalothrin in het effluent was ruim 360.000 keer hoger dan de relatief lage norm van 0,00047 µg/L voor deze stof. Deze stof is wel tweemaal gemeten in het influent, maar in veel lagere concentraties. Lambda-cyhalothrin is wel gebruikt door het bedrijf. Op basis van stoffeigenschappen is uiterst onwaarschijnlijk dat deze stof uit het biofilter spoelt.

Enkele stoffen die niet geheel verwijderd waren, zijn bentazon (uitspoelingsgevoelig, niet in de figuur), thiacloprid en pirimicarb (uitspoelingsgevoelig in substraat met een hoog organisch stofgehalte volgens toxnet.nlm.nih.gov). Thiacloprid is geen mobiele stof en spoelt daarom niet snel uit.

De oorzaak van het aantreffen van enkele stoffen in hogere concentraties in het effluent dan verwacht kan voor deze locatie alleen verklaard worden door mogelijke aanwezigheid in de grond die in het filter is gebracht. De biomix die op deze locatie gebruikt is, is niet onderzocht op residuen van gewasbeschermingsmiddelen bij aanvang van de proef. In de biomix zat geen compost.



* lambda-cyhalothrin werd in een veel hogere concentratie aangetroffen in het effluent, dan in het influent, het berekende rendement is daarom negatief voor deze stof

Figuur 7: Percentage verwijdering werkzame stof berekend op basis van gemiddeld gemeten concentratie in het influent, vergeleken met de gemiddeld gemeten concentratie in het effluent na de laatste plantenbak

1.5 MA '08: Biofilter - bollenteelt

De uitgebreide meetgegevens van deze locatie zijn opgenomen in Wenneker *et al.* (2011). Omdat de resultaten van deze locatie slechts voor een deel bruikbaar waren, zijn deze resultaten niet meegenomen bij het opstellen van de samenvattende tabellen en verwijderingspercentages. Het beeld van de verwijdering wijkt niet opvallend af van het overall beeld van de resultaten van de andere locaties.

1.5.1 Constructie en vulling biofilter

Het biofilter op deze locatie bestond uit twee filter-units, gevuld met biomix. Afvalwater werd vanuit een IBC met een pulspomp op het biofilter geleid. Er werd gebruik gemaakt van geperforeerde slangen om het water over het oppervlak van de filterbakken te verdelen. Plantenbakken zijn niet geplaatst.

1.5.2 Monsternamen in- en effluent

Het effluent werd opgevangen in een klein vat in de grond en vandaar met een vlotter-gestuurde pomp naar een IBC gepompt. Toen er nog geen effluent in het kleine vat zat, is eenmaal gemonsterd uit het filter zelf. De twee daaropvolgende bemonsteringsdata is bemonsterd uit het kleine tussenvat. Daarna is driemaal bemonsterd uit de IBC met effluent.

Op 4 december 2008, bij de start van het gebruik van condenswater als influent, is het 'oude' effluent verwijderd. Het 'nieuwe' effluent is vanaf 18 december driemaal bemonsterd in het kleine tussenvat.

1.5.3 Volume en samenstelling van het influent

Op dit bollenteeltbedrijf zijn drie afvalwaterstromen gebruikt voor het testen van het biofilter:

Percolaatwater (ruim 1.000 liter):

- Percolaatwater compostering (juli – september 2008).
- Percolaatwater met toevoeging middelen Shirlan, Admire, Pirimor en Securo (september – november 2008).

Condenswater (600 liter):

- Condenswater bollenbewaring na toepassing pirimifos-methyl (Actellic) (december 2008 – februari 2009).

Percolaatwater

Het percolaatwater van de compostering bleek op dit bedrijf relatief lage concentraties gewasbeschermingsmiddelen te bevatten. Uitzonderingen waren de stoffen linuron en carbendazim met concentraties boven 1 µg/L. Zes weken na de eerste bemonstering van het influent zijn daarom vier stoffen aan het influent toegevoegd. Inclusief toegevoegde stoffen kwamen acht stoffen ten minste op één meettijdspit voor in concentraties boven de milieukwaliteitsnorm (MTR 2008) in het gebruikte percolaatwater. Twee van de vier toegevoegde stoffen, namelijk fluazinam en pyraclostrobin, bleken erg instabiel in het percolaatwater. Deze werden niet of slechts enkele weken aangetoond in het percolaatwater. De insecticiden pirimicarb en imidacloprid bleken wel langere tijd in hogere concentraties aantoonbaar in het te behandelen percolaatwater. Er is ruim 1 m³ percolaatwater verwerkt.

Condenswater

Het condenswater uit de opslagcellen voor bollen op dit teeltbedrijf bevatte meer gewasbeschermingsmiddelen in hoge concentraties dan het percolaatwater van de compostering. Het betreft met name fungiciden en het mijtenbestrijdingsmiddel pirimifos-methyl. De onderzoeksperiode met condenswater was te kort om harde conclusies over het zuiveringsrendement voor deze waterstroom te kunnen trekken.

1.5.4 Samenstelling effluent en effectiviteit

In het effluent werden in 2008 in het algemeen zeer lage concentraties aangetoond of stoffen waren niet meer detecteerbaar. Het rendement van het biofilter was voor de meeste stoffen >99% was.

Uitzonderingen waren carbendazim en kresoxim-methyl. Beide stoffen werden respectievelijk voor circa 90% en 85% uit het water verwijderd. In de eerste effluentmonsters werd is carbendazim en thiofanaat-methyl aangetroffen in onverwacht hoge concentraties (Bijlage 6).

Percolaat

De aan het percolaatwater toegevoegde insecticiden imidacloprid en pirimicarb werden respectievelijk in veel lagere concentraties (ordegrootte 100 keer lager dan in het influent) of helemaal niet in het effluent teruggevonden. Het filter is hier, in ieder geval binnen de proefperiode, voor deze stoffen effectief gebleken. In de eerste effluentmonsters werd een aantal stoffen aangetroffen die niet of in veel lagere concentraties in het afvalwaterwater zaten. Omdat dit stoffen waren die bij het naburige loonbedrijf, waar ook bemonsterd werd, wel in hoge concentraties voorkwamen, is het aannemelijk dat deze stoffen door kruisbesmetting tijdens de monsternamen in de effluentmonsters van het teeltbedrijf gekomen zijn. Achteraf bleek dat bij bemonstering op deze locatie in eerste instantie niet de goede procedure is gevolgd om kruisbesmetting te voorkomen.

Ook de stof **carbendazim** werd in de eerste effluentmonsters in relatief hoge concentraties aangetroffen vergeleken met het influent. Voor deze stof kan dit niet verklaard worden door de genoemde kruisbesmetting, omdat deze stof op het loonbedrijf in veel lagere concentraties werd gemeten. Het is waarschijnlijk dat de stof in de eerste effluentmonsters afkomstig is uit de biomix zelf.

Condenswater

Er is gedurende ruim twee maanden condenswater op het biofilter gepompt. De stoffen die in hoge concentraties in het condenswater zaten, zijn veelal in concentraties van ten minste een factor 100 lager in het effluent teruggevonden.

Thiofanaat-methyl (deze stof wordt na toepassing omgezet in carbendazim) vormt hierop een uitzondering: de concentratie van deze stof was nog relatief hoog in het effluent. Pirimifos-methyl werd effectief uit het condenswater verwijderd in de proefperiode. De korte periode van toediening van condenswater aan het biofilter maakt dat de resultaten uit deze onderzoeksperiode nog beperkt betrouwbaar zijn. Op basis van stoffeigenschappen is het niet aannemelijk dat thiofanaat-methyl gemakkelijk uit een biofilter spoelt. Net als voor carbendazim kan de biomix zelf de bron van deze stof in het effluent zijn.

Totaal effluent

In het effluent van de hele meetperiode kwamen negen stoffen nog in MTR-overschrijdende concentraties voor. Voor zuivering waren dat vijftien stoffen. Hierbij zijn de stoffen waarvan het aannemelijk is, dat die door kruisbesmetting vanaf het andere bedrijf gekomen zijn, niet meegeteld. De gehalten in het effluent waren, enkele stoffen uitgezonderd, aanzienlijk lager dan in het influent. In het influent kwamen zestien stoffen in concentraties hoger dan 1 µg/L voor. In het effluent werden vier stoffen aangetoond in concentraties hoger dan 1 µg/L.

1.6 HG '08-'10: Biofilter - bollenteelt/akkerbouw

1.6.1 Constructie en vulling biofilter

Het biofilter bij het loonbedrijf in Noord-Holland bestaat uit drie filterunits gevuld met biomix. Er zijn geen plantenbakken geïnstalleerd (Foto 4). Afvalwater werd opgevangen via een wasplaats met een zandbed wat van de ondergrond geïsoleerd was met folie. Overtollig water kwam via een drainageslang in een betonnen put in de grond. Vanuit deze put werd een IBC gevuld die als buffer voor voeding van het biofilter diende. Het biofilter werd gevoed door middel van een pulspomp die water in een geperforeerde slang op de bovenste filterunit pompte. Effluent uit de onderste filterunit werd opgevangen in een tussenvat in de grond. Een vlotter gestuurde dompelpomp in dit vat pompte het effluent naar een IBC.



Foto 4: Biofilter (links) en wasplaats bij het loonbedrijf

1.6.2 Monsternamen in- en effluent

Van 2008 tot en met 2010 werd op het loonbedrijf het influent bemonsterd vanuit de IBC van waaruit het biofilter gevoed werd. Na verloop van tijd kwam de effluentstroom op gang. In- en effluent werden maandelijks bemonsterd vanuit deze vaten. Op deze wijze is de 'gemiddelde' concentratie aan middelen beter te bepalen dan wanneer er een monster wordt genomen uit het stromende influent of effluent. In 2008 en 2009 werd in de zomer en het najaar maandelijks een monster genomen van het in- en effluent. In 2010 is het biofilter wel het gehele jaar gebruikt, maar is alleen in december het in- en effluent bemonsterd. Het rendement voor 2010 kan daarom niet betrouwbaar vastgesteld worden. De meetgegevens van 2010 zijn wel meegewogen bij het berekenen van het rendement over de periode 2008-2010.

1.6.3 Verloop volumes in- en effluent

De pomp was ingesteld op de verwerking van 3 à 4 m³ influent per jaar, verdeeld over circa tien maanden.

De volumes in de IBC met in- en effluent zijn bij bemonstering steeds genoteerd. Het totale volume influent is geschat op basis van het verloop van het volume influent in het buffervat (2008) en de instelling van de opvoerpomp (2008 en 2009) Tabel 6).

Periode	Influent/dag (l) (circa)	Influent totaal (l) (circa)	Effluent totaal (l) (circa)	Opname + verdamping (l) (circa)
17 juli – 21 nov 2008	18	2.200	675	1.525
13 juli – 10 nov 2009	12	1.500	550	950

Tabel 6: Verloop volumes in- en effluent in 2008 en 2009 (in 2010 niet geregistreerd)

1.6.4 Samenstelling van het influent

Bij het loonbedrijf werd opgevangen water afkomstig van de vul- en spoelplaats voor de toedieningsapparatuur van gewasbeschermingsmiddelen en kunstmest gebruikt voor de evaluatie van het biofilter. De vul- en spoelplaats is aangepast om het verontreinigde water op te kunnen vangen. In de loop van de onderzoeksperiode is een afdeksysteem aangebracht om neerslag buiten de wasplaats te houden. Door beperkt gebruik van deze afdekconstructie is het te verwerken afvalwater veelal een mengsel geweest van schoonmaakwater en regenwater. Desondanks werd een brede mix van werkzame stoffen van gewasbeschermingsmiddelen in het water aangetroffen. Hierbij kwamen ook hoge concentraties voor, van met name herbiciden, die waarschijnlijk afkomstig zijn van het intern reinigen van de spuitapparatuur zonder dat deze op het veld gespoeld was. Voor zowel insecticiden, fungiciden als herbiciden werden hoge concentraties ten opzichte van de norm gemeten.

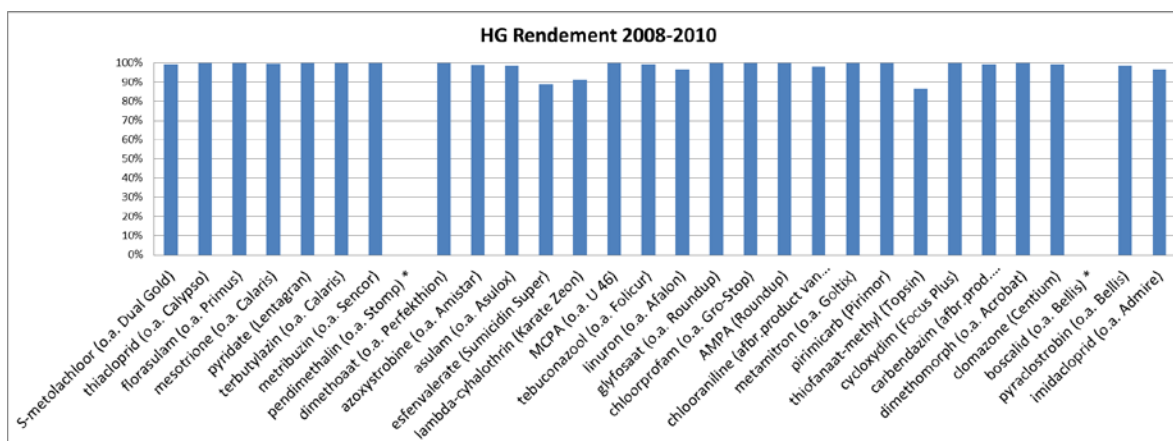
1.6.5 Samenstelling effluent en rendement

Over het algemeen werden in de periode 2008-2010 de gewasbeschermingsmiddelen veelal voor 90% tot 99% uit het water verwijderd (Figuur 8). De effectiviteit voor 2010 is niet goed te bepalen vanwege de beperkte bemonstering in dat jaar.

Pendimethalin (Stomp) is in het effluentmonster van eind 2010 in hoge concentratie gevonden. Het is mogelijk dat deze stof in het influent gezeten heeft in de periode 2010 toen niet bemonsterd werd. Pendimethalin is enkele malen in het influent aangetoond in de periode 2008-2010, maar nooit in concentraties zo hoog als die in het effluent in 2010.

Boscalid (o.a. Collis) is in het effluent gevonden in oktober 2009. Deze stof werd frequent gevonden in het influent, echter doorgaans in een ordegrootte van circa een factor 10 lager dan de concentratie die eenmalig in het effluent gevonden werd.

De overige stoffen met de hoogste concentraties ten opzichte van de norm werden veelal voor 99% en meer verwijderd uit het water. De verwijdering van esfenvaleraat (Sumicidin), lambda-cyhalothrin (Karate Zeon) en thiofanaat-methyl (Topsin M) lag op basis van de gemeten concentraties rond de 90%. Dit zijn niet de stoffen waarvan op basis van stoffeigenschappen verwacht wordt, dat ze gemakkelijk uit een biofilter spoelen.



* pendimethalin en boscalid werden aangetroffen in het effluent, maar niet of in veel lagere concentraties in het influent, het berekende rendement is daarom negatief voor deze stoffen

Figuur 8: Percentage verwijdering werkzame stof berekend op basis van gemiddeld gemeten concentratie in het influent, vergeleken met de gemiddeld gemeten concentratie in het effluent.

Nutriënten 2008

Zowel in het influent als het effluent zijn in 2008 concentraties stikstof en fosfaat gemeten. Het uitstromende water bevat hogere concentraties nutriënten in vergelijking met het instromende water. De toename wordt naar verwachting veroorzaakt door het vrijkomen van nutriënten uit de organische stof (met name de potgrond) in het filter. Daarnaast kan schoonmaakwater van de kunstmeststrooier bijgedragen hebben aan de verhoogde concentraties nutriënten.

1.7 HG '11: Fytobac - bollenteelt/akkerbouw

1.7.1 Constructie en vulling fytobac

Op het loonbedrijf waar tot en met 2010 met het biofilter gewerkt is, is eind 2010 een fytobac met daaraan gekoppeld een plantenbak aangelegd. Reden hiervoor is dat de capaciteit van het biofilter krap was. De aanleg van de fytobac gaf de mogelijkheid om de effectiviteit en praktische bruikbaarheid van een grotere installatie, een fytobac, op een praktijkbedrijf te testen en te demonstreren. De afmetingen van de fytobac zijn 24,00 m lang x 1,80 m breed x 1,20 m diep. Het is gevuld met circa 50 m³ biomix.

De fytobac is in de grond aangelegd, naast de bestaande wasplaats. In een sleuf in de grond is dubbel folie gelegd. De 'bak' van folie is gevuld met biomix, bestaande uit compost (45%), stro (50%) en de inhoud van het oude biofilter (circa 5%).

De fytobac wordt rechtstreeks gevoed uit de betonnen put waarop de wasplaats via een drainageslang afwatert. Hierin is een pomp gehangen die aangestuurd door een timer enkele keren per dag water in een kunststof leiding met grove sproeidoppen pompt. Hiermee wordt het water over het oppervlak van de fytobac verdeeld.

Overtollig water komt via een drainageslang in een betonnen put terecht. Met dit water wordt een plantenbak gevoed. Overtollig water uit de plantenbak draineert vervolgens naar een IBC voor de opvang van effluent.

Onder de folie van de fytobac is een tweede drainslang naar een aparte opvangput gelegd. Dit geeft de mogelijkheid om de kwaliteit van het bodemvocht onder de fytobac te monitoren.



Foto 5: Overkapte fyto bac (links) naast de wasplaats en de sproeileiding boven de biomix in de fyto bac

1.7.2 Monsternamen in- en effluent

Het in- en effluent zijn bemonsterd vanuit de put met water uit de wasplaats en uit de put waarop de fyto bac draineert. Er kwam geen water uit de plantenbak, dus uit het laatste vat voor opvang van effluent is niet bemonsterd.

1.7.3 Verloop volumes in- en effluent

In 2011 was het niet mogelijk de volumes in- en effluent op deze locatie te meten. Doordat het effluent niet goed doorliep naar de plantenbak en van de plantenbak naar het effluentvat én door enkele malen overvloedige regen in de zomerperiode, is de betonnen put met effluent enkele malen overgelopen. Bij zware regenval in juli 2011 was ook de fyto bac verzadigd doordat het effluentvat vol zat (door de wet van de communicerende vaten).

Op basis van de pompinstellingen is er van februari tot juli circa 90 liter per etmaal opgebracht, verdeeld over drie watergiften per etmaal en circa 180 liter per etmaal van juli tot oktober. Dit komt neer op een jaarvrucht van circa 28 m³ afvalwater.

1.7.4 Samenstelling influent

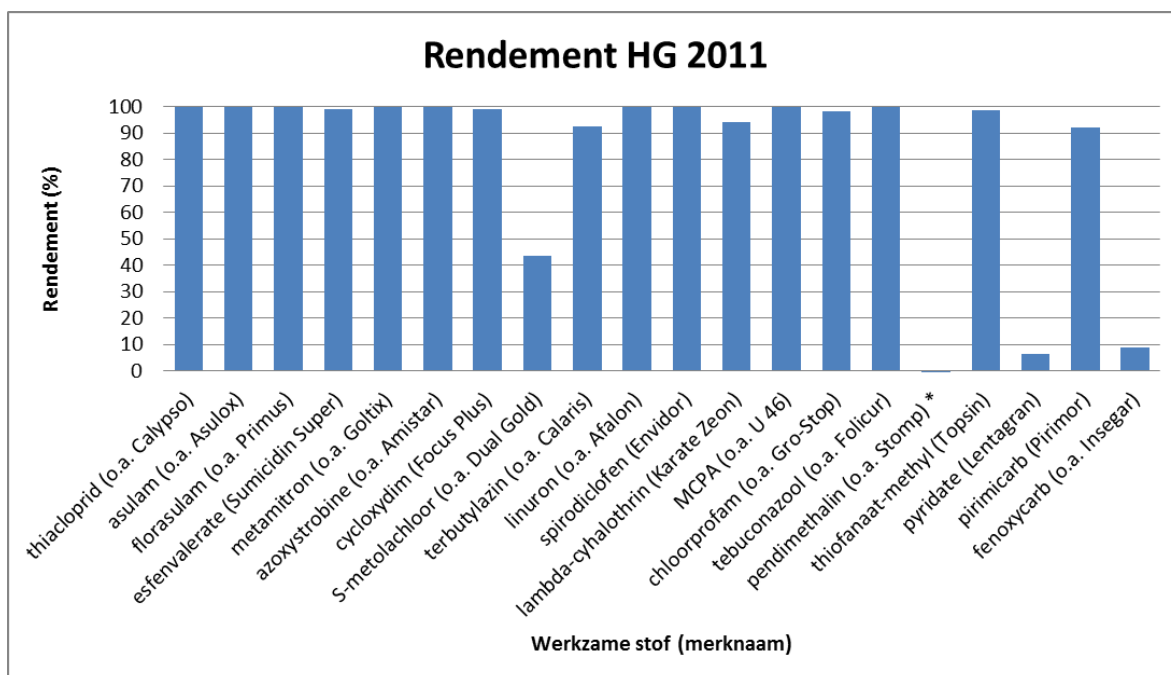
In 2011 waren de stoffen met de hoogste concentraties ten opzichte van de norm (Bijlage 7) grotendeels dezelfde stoffen als die in 2008-2010 (Bijlage 6). Hierbij waren voor de meeste stoffen duidelijk pieken te zien in de concentratie in het influent in het spuitseizoen. Spoelen van de binnenkant van de spuit zonder eerst de spuit op het land door te spoelen is de meest waarschijnlijke verklaring voor de hoogste pieken.

1.7.5 Samenstelling effluent en rendement

In 2011 werden de stoffen die in extreme pieken in het influent voorkwamen in het algemeen niet of in veel lagere concentraties teruggevonden in het effluent (Bijlage 7). S-metolachloor en pendimethalin zaten in oktober 2011 in verhoogde concentratie in het effluent, waardoor de gemiddelde concentratie in het effluent hoog was ten opzichte van die in het influent. Pendimethalin werd in het najaar van 2010 ook in verhoogde concentratie in het effluent van het biofilter op deze locatie gevonden. S-metolachloor kwam in 2008-2010 ook veel in influent voor, maar werd toen beter verwijderd.

Pyridate en fenoxycarb werden relatief slecht verwijderd. De concentraties van deze stoffen in het in- en effluent waren laag vergeleken met die van de meeste stoffen (Figuur 9). Thiofanaat-methyl werd voor 80% verwijderd. In 2008-2010 in het biofilter voor circa 85%.

Het is niet met zekerheid te zeggen of het beperkte zuiveringsrendement in 2011 veroorzaakt is doordat de vochthuishouding gedurende de meetperiode een aantal keren verstoord was (verzadiging en zelfs rechtstreeks overlopen van het Biofilter naar de effluentput). Het valt op dat met name het effluentmonster in oktober de (te) hoge concentraties in het effluent bevatte. Dit is na de zeer natte maanden juli en augustus. In het effluentmonster van 19 augustus werden vrijwel geen hoge pieken gevonden die tot een lage berekende effectiviteit geleid hebben.



* pendimethalin werd eenmaal in verhoogde concentratie in het effluent aangetroffen. In het influent was de concentratie gemiddeld lager dan in het effluent, het berekende rendement is daarom negatief voor deze stof

Figuur 9: Percentage verwijdering werkzame stof berekend op basis van gemiddeld gemeten concentratie in het influent, vergeleken met de gemiddeld gemeten concentratie in het effluent

1.8 GOY '08-'11: Biofilter - fruitteelt

1.8.1 Constructie en vulling biofilter

In 2008 werd een biofilter aangelegd op een fruitteeltbedrijf in 't Goy (Utrecht). Op deze locatie was een eenvoudige vul- en spoelplaats gebouwd waarmee restwater (met name waswater) werd opgevangen in een 1.000 liter vat (IBC). Uitgangspunt was dat er circa 1000-1500 liter afvalwater per jaar verwerkt moest worden. Er is een biofilter gebouwd van twee gestapelde filterunits (Foto 6). Effluent werd in 2008 opgevangen in een klein vaatje. Vanaf 2009 werd het effluent doorgepompt naar een extra IBC: het effluentvat.

In 2010 is in het voorjaar een plantenbak aan het systeem gekoppeld voor extra verdamping.



Foto 6: Overzicht van het biofilter

1.8.1 Bemonstering in- en effluent

In 2008 werd het gehalte aan middelen direct in het uitstromende effluent gemeten. Hiervoor werd gedurende een korte periode het effluent in een kleine container opgevangen. Vanaf 2009 zijn effluentmonsters uit het verzamelvat voor effluent genomen. In 2009 waren dit slechts twee monsters. In 2010 is, voor het opstarten van het biofilter, een plantenbak geplaatst tussen de onderste filterunit en het effluentvat. Omdat er in 2010 tot de laatste bemonstering nog geen water uit de plantenbak was gekomen, is er op dat moment een effluentmonster genomen van het water dat uit de onderste filterunit kwam, dus voor de plantenbak.

In 2011 is gedurende een langere periode van het jaar gemeten uit zowel het in- als effluent (na de plantenbak).

Het effluentvat was eind 2011 vol; tot die tijd is het effluentvat geen enkele keer geleegd. De concentraties in het effluent geven daarom een beeld van de gemiddelde samenstelling van het effluent over een meerjarige periode.

1.8.2 Verloop volumes in- en effluent

1.8.2.1 2008

Bij de bouw en ingebruikname (9 april 2008) van het biofilter was aan het substraat vooraf 200 liter water toegevoegd om een vochtig substraat te krijgen. Dit bleek te veel in combinatie met de ingestelde hoeveelheid van 10 liter effluent per dag. Het systeem raakte verzadigd. In mei werd de aanvoer teruggebracht naar 5 liter per dag. Omdat het systeem te nat bleef, is het systeem in juni een week lang stilgezet en zijn de filterunits gedraineerd door de kranen ervan open te zetten (dit water is niet in de effluenttank opgevangen). Ondanks het draineren bleef het systeem erg vochtig en kwam er dagelijks circa 4,5 liter effluent uit het systeem, terwijl er 5 liter in ging.

In totaal is in 2008 circa 1 kubieke meter afvalwater op het systeem gebracht. De totale hoeveelheid effluent is in 2008 niet geregistreerd.

1.8.2.2 2009-2011

In 2010 is enkele keren een storing opgetreden waardoor het water in het biofilter tijdelijk niet door kon stromen naar de plantenbak. In augustus 2010 bleek de kraan voor de afvoer uit de bovenste filterunit dicht te staan. Vervolgens werkte in november de doorstroming naar de plantenbakken niet goed en bleek het systeem weer niet door te lopen. Dit is opgelost met extra beluchting op de doorvoerleidingen. In 2010 kwam pas vanaf november effluent vanuit de plantenbakken in het effluentvat. In ongeveer een maand tijd kwam er 100 liter effluent in het effluentvat.

In 2011 bleek de aanvoerslang waardoor water naar het biofilter gepompt werd deels afgekneld te zitten. Hierdoor is tijdelijk minder influent op het systeem gebracht (Tabel 7).

Periode	Influent/dag (l) (circa)	Influent totaal (l) (circa)	Effluent totaal (l) (circa)	Opname + verdam- ping (l) (circa)
11 aug – 14 dec 2009	6	700	430	270
8 juli – 25 nov 2010	5	600	100	500
17 feb – 15 dec 2011	4	1100	550	550

Tabel 7: Verloop volumes in- en effluent in 2009 - 2011 (in 2008 niet volledig geregistreerd)

1.8.3 Samenstelling influent

1.8.3.1 2008

In 2008 werd het biofilter gevuld met water opgevangen op de vul- en wasplaats.

Najaar 2007 werd het restwater geanalyseerd op de concentraties van de aanwezige middelen. Dit werd in het voorjaar van 2008 herhaald, zodat de concentraties bij aanvang van de proef bekend waren. De concentraties aan middelen in het influent waren in het algemeen laag: maximale waarde werd gevonden voor stof fenoxycarb (83 µg/L). Abamectine, dithianon, indoxacarb, spiroadiclofen en thiofanaat-methyl werden in 2007 wel toegepast, maar waren in het opgevangen restwater niet aantoonbaar aanwezig (Tabel 8).

Werkzame stof	27-nov-07	9-apr-08	2-jun-08	3-jul-08	30-jul-08	Gem. *
Abamectine	<	<	<	<	<	-
Boscalid	53	60	53	53	37	51.2
Bupirimate	5	1.8	0.19	0.19	0.94	1.6
Carbendazim	3	0.007	0.031	0.13	0.033	0.6
Difenoconazool	9.5	4.6	7.9	0.16	0.11	4.5
Dithianon	<	<	<	<	<	-
Fenoxycarb	0.037	-	0.012	83	32	23.0
Flonicamid	30	46	38	32	46	38.4
Imidacloprid	19	18	19	16	24	19.2
Indoxacarb	<	<	<	<	<	-
Kresoxim-methyl	0.42	<	<	0.041	0.031	0.1
Methoxyfenozide	51	36	29	39	41	39.2
Pirimicarb	76	64	50	49	57	59.2
Pirimicarb-desmethyl	43	29	26	27	45	34.0
Pyraclostrobin	13	4.5	5.2	4.4	0.88	5.6
Spiroadiclofen	<	<	<	<	<	-
Thiofanaat-methyl	<	<	<	<	<	-
Triadimenol	79	61	71	71	5.7	57.5

< niet aanwezig of onder de detectiegrens

* gemiddelde concentratie over de meettijdstippen. Bij niet aantoonbaar aanwezige concentraties werd gerekend met 0.5-maal de rapportagegrens

Tabel 8: Gehaltes (µg/l) aan middelen in het influent

1.8.3.2 2009

In 2009 werd het rendement bepaald door in leidingwater een aantal veel gebruikte gewasbeschermingsmiddelen op te lossen en dit als influent (circa 5 liter per dag) op het biofilter te leiden. Er werd een aparte IBC voor opslag van het effluent geïnstalleerd. Op deze wijze is een betere inschatting van het rendement van het biofilter mogelijk.

Er werd aan het influent een hoeveelheid middel toegevoegd om in het influent circa 1000 µg/L per werkzame stof te krijgen. Gedurende de proefperiode bleek van een aantal middelen de concentratie te verminderen (Tabel 9).

Werkzame stof	11-aug-09	12-aug-09	17-sep-09	27-okt-09	26-nov-09
Boscalid	510	810	910	1.000	1.300
Captan	nd	nd	360	<	<
Cyprodinil	1.000	870	780	740	740
Dithianon	86	16	<	<	<
Fenoxycarb	820	<	<	<	<
Fludioxonil	410	610	270	80	50
Imidacloprid	790	710	720	880	950
Indoxacarb	53	24	3	<	<
Kresoxim-methyl	680	680	150	<	<
Linuron	nd	930	890	990	1.100
MCPA	<	<	<	<	<
Methoxyfenozide	800	1.200	1.000	1.100	990
Pirimicarb	1.000	1.000	930	1.200	1.200
Pyraclostrobin	380	330	300	310	270
Tetrahydrophthalimide	70	<	<	<	<
Thiacloprid	730	720	710	800	840
Triadimenol	110	98	110	110	130
Trifloxystrobin	120	130	52	20	30
AMPA	nd	nd	nd	400	640
Glyfosaat	nd	nd	nd	220	220

< niet aangetoond (onder detectiegrens)

nd niet bepaald

Tabel 9: Concentraties (µg/l) in het influent van het biofilter in 2009

1.8.3.3 2010-2011

In 2010 en 2011 is weer afvalwater van de vul- en wasplaats van het bedrijf als influent gebruikt. Hierin werd een breed scala aan middelen teruggevonden. De stoffen waarmee in 2008 het influent kunstmatig samengesteld was, werden voor een groot deel ook in het afvalwater van het bedrijf aangetoond. Gemiddeld was de concentratie beduidend lager in het bedrijfsafvalwater dan in het zelf samengestelde influent. Van thiacloprid (Calypso) en boscalid (Bellis) werden wel regelmatig dezelfde ordegrrootte van concentraties gevonden in het afvalwater van de vul- en wasplaats. Daarnaast werden onder andere carbendazim (Topsin M) en abamectine (Vertimec) in relatief hoge concentraties ten opzichte van de waterkwaliteitsnorm aangetroffen in het influent.

1.8.4 Samenstelling effluent en rendement

1.8.4.1 2008

In het effluent werden in 2008 in het algemeen zeer lage concentraties aangetoond, of stoffen waren niet meer detecteerbaar (Tabel 10).

Werkzame stof	15-mei-08	2-jun-08	3-jul-08	30-jul-08	27-aug-08	3-sep-08	Gem.*
Abamectine	<	<	<	<	<	<	-
Boscalid	0,036	0,025	0,038	0,069	0,03	0,13	0,055
Bupirimate	<	<	<	<	<	0,01	0,004
Carbendazim	0,006	<	0,026	0,029	0,054	0,21	0,055
Difenoconazool	0,007	0,006	0,015	0,019	0,01	0,029	0,014
Dithianon	<	<	<	<	<	<	-
Fenoxycarb	<	<	0,044	0,099	0,051	0,3	0,083
Flonicamid	0,88	1	0,27	0,012	<	<	0,362
Imidacloprid	0,011	<	0,008	<	0,032	<	0,01
Indoxacarb	<	<	0,008	<	0,017	0,023	0,009
Kresoxim-methyl	<	<	0,01	<	<	0,068	0,015
Methoxyfenozide	0,015	0,011	0,017	0,031	0,014	0,076	0,027
Pirimicarb	<	<	<	0,35	<	<	0,06
Pirimicarb-desmethyl	<	<	<	0,016	<	<	0,007
Pyraclostrobin	<	<	0,006	0,014	<	<	0,005
Spirodiclofen	<	<	<	<	<	<	-
Thiofanaat-methyl	<	<	<	<	<	<	-
Triadimenol	0,036	0,024	0,05	0,2	0,12	0,58	0,168

<: niet aanwezig of onder de detectiegrens.

*: gemiddelde concentratie over de meettijdstippen. Bij niet aantoonbaar aanwezige concentraties werd gerekend met 0.5-maal de rapportagegrens.

Tabel 10: Gehaltes ($\mu\text{g/l}$) aan middelen in het effluent

Op basis van de gemiddelde concentraties gemeten in het influent en het effluent was het zuiveringsrendement van het biofilter voor de meeste stoffen ten minste 99%. Uitzonderingen waren carbendazim en kresoxim-methyl. Deze werden voor circa 90 en 85% uit het water verwijderd. Kresoxim-methyl kan bij lage pH enigszins uitspoelen.

1.8.4.2 2009

In het effluent werden dertien van de twintig middelen die in het influent meetbaar aanwezig waren aangetoond. Met uitzondering van AMPA en glyfosaat was het rendement meer dan 99%. Voor deze stoffen was het rendement 98% (AMPA) en 96% (glyfosaat). De gehaltes AMPA en glyfosaat in het effluent waren lager dan de relatief hoge waterkwaliteitsnormen voor deze stoffen.

Op het effluent werd een brede middelen screening toegepast. Hierbij werden een aantal middelen (in zeer lage concentraties) aangetoond (Bijlage 8). Zeer waarschijnlijk zijn deze afkomstig uit de potgrond, perceelsgrond of het stro dat als biomix gebruikt werd. Het is ook mogelijk dat dit nog nalevering vanuit het opgebrachte influent van 2008 betreft. Opvallend was de relatief hoge concentratie (11 tot 20 $\mu\text{g/L}$) flonicamid (Teppeki, insecticide) in het effluent. Deze stof is erg mobiel (zoals bijvoorbeeld bentazon), maar zou daarentegen snel afbreken. Mede door de storingen in 2008, waarbij het delen van het biofilter met water verzadigd waren, is het mogelijk dat de stof die in 2008 is opgebracht, in 2009 deels uitspoeld is.

1.8.4.3 2010-2011 2010

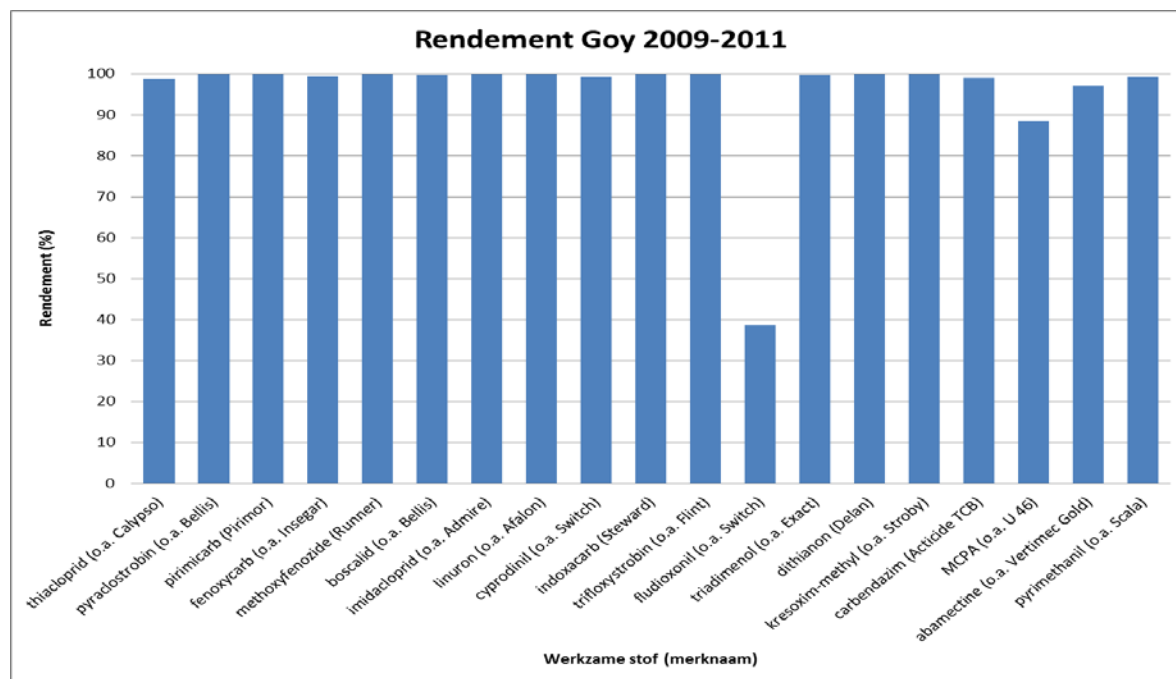
In 2010 is alleen een effluentmonster genomen van het water uit het onderste filtervat. Bij bemonstering was er nog geen water uit de plantenbakken naar het effluentvat gelopen. Dit water zou nog naar de plantenbakken gaan voordat het water het systeem zou verlaten.

In dit effluent werden de meeste stoffen die in 2009 en 2010 in het influent zaten niet in verhoogde concentraties teruggevonden. Opvallend waren:

- De relatief hoge concentratie carbendazim (Topsin M): 7,5 µg/L in het effluent vergeleken met waarden tussen 20 en 25 µg/L in het influent in 2010.
- De relatief hoge concentratie thiacloprid (Calypso): 29 µg/L in het effluent ten opzichte van 1-6 µg/L in het influent in 2010. Het is aannemelijk dat hier sprake is van nalevering van de thiacloprid dat in 2009 in hoge concentraties (700-800 µg/L) in het systeem gebracht is.
- Geen van de andere stoffen die in 2009 in hoge concentraties zijn opgebracht, zijn in hoge concentraties in het effluent gevonden.

2011 en 2009-2011

In 2011 zijn monsters uit het verzamelvat met effluent genomen. Hierin zit een mix van effluent van 2009 toen er nog geen plantenbakken geïnstalleerd waren en van de periode van eind 2010 tot en met 2011 toen er water uit de aangekoppelde plantenbakken opgevangen werd. (Figuur 10).



Figuur 10: Percentage verwijdering werkzame stof berekend op basis van gemiddeld gemeten concentratie in het influent, vergeleken met de gemiddeld gemeten concentratie in het effluent in de periode 2009-2011

Fludioxonil (Switch) werd twee maal in hoge concentraties in het effluent gevonden in 2011. Dit is een van de stoffen die in 2009 in hoge concentraties op het biofilter gebracht zijn.

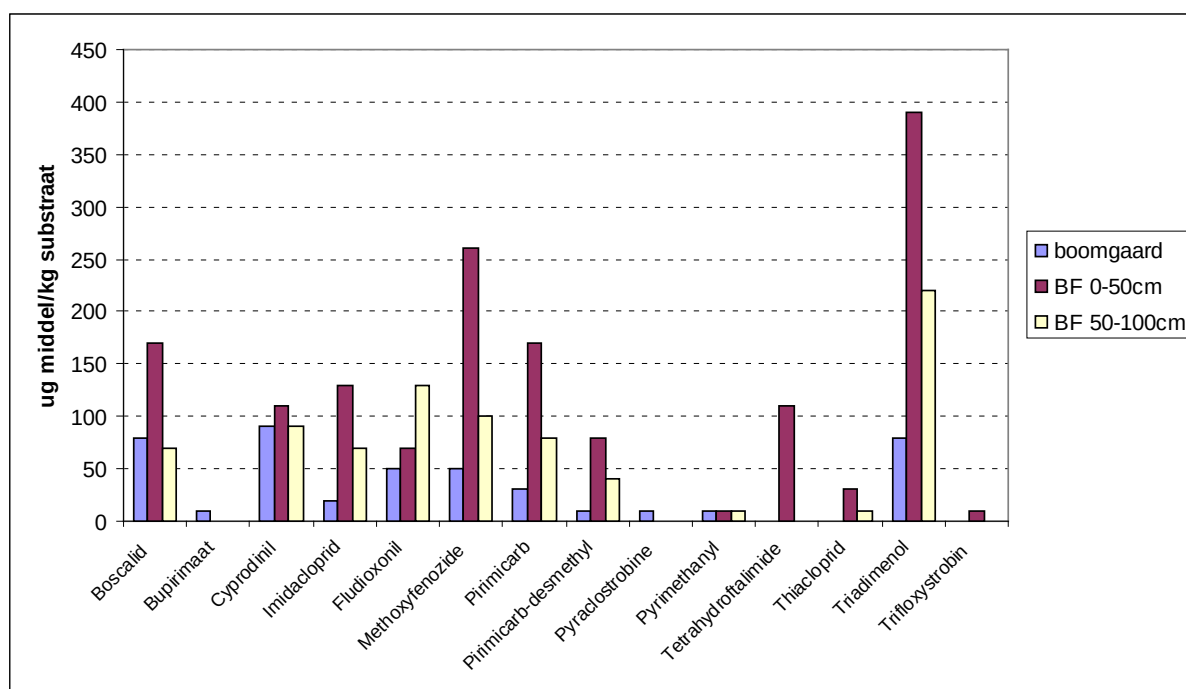
Thiacloprid, de stof met de hoogste concentraties ten opzichte van de waterkwaliteitsnorm, kwam in 2011 ook in verhoogde concentraties in het effluent voor. De concentratie was gemiddeld echter nog 99% lager dan de gemiddelde concentratie in het influent.

Wanneer de metingen van 2009 tot en met 2011 samengenomen worden, blijkt het rendement van het biofilter op deze locatie voor het merendeel van de stoffen goed. De stoffen waarvoor het berekend rendement lager uitkwam, kwamen allemaal in verhoogde concentraties voor in een of enkele van de effluentmetingen in 2011. De hoge concentraties opgebracht in 2009 zijn in de periode 2010 en 2011 niet in dezelfde orde grootte teruggevonden in het effluent.

Alleen fludioxonil werd bij de laatste meting in een concentratie met dezelfde ordegrrootte als de in 2009 opgebrachte concentratie teruggevonden in het effluent.

1.8.5 Gehaltes in de Biomix 2008

In het substraat van het biofilter (bovenste unit) werd in de laag 0-50 cm hogere gehalten gevonden dan in de laag 50-100 cm (Figuur 11). Dit geeft aan de middelen aan het substraat gebonden worden. In de boomgaardgrond die gebruikt is in de biomix waren de concentraties veelal van dezelfde ordegrrootte als in de biomix. Er is niet uitgerekend wat de totale hoeveelheid van de werkzame stoffen in de biomix was.



Figuur 11: Gehaltes ($\mu\text{g}/\text{kg}$) aan middelen in boomgaardgrond en biomix (bovenste filterunit)

1.9 RN '09-'11: Biofilter - fruitteelt

1.9.1 Constructie en vulling biofilter

Op de proeflocatie van Praktijkonderzoek Plant en Omgeving in Randwijk is in 2009 een biofilter gebouwd. De installatie bestaat uit een influentvat, drie gestapelde filterunits en een effluentvat. Het water in het influentvat werd met een pulspomp naar een geperforeerde slang op het bovenste filtervat gepompt. Dit pompje pompt dag en nacht, meerdere malen per minuut, een kleine hoeveelheid water op het filter.

In 2010 zijn twee plantenbakken gekoppeld aan het biofilter om zo meer effluent te verdampen. Deze bakken werden gevoed door een rechtstreekse koppeling met de onderste filterunit: overheveling via de wet van communicerende vaten. Water uit de tweede plantenbak werd via een tussenvaatje in een IBC voor de opslag van effluent gepompt.

1.9.1 Bemonstering in- en effluent

Het in- en effluent is op deze locatie bemonsterd uit de IBC's met in- en effluent.

1.9.2 Verloop volumes in- en effluent

In 2010 zijn plantenbakken aan het systeem toegevoegd. Deze hebben het effluent uit de filterbakken geabsorbeerd en verdampt (Tabel 11).

Periode	Influent/dag (l) (circa)	Influent totaal (l) (circa)	Effluent totaal (l) (circa)	Opname + verdam- ping (l) (circa)
31 aug – 26 nov 2009	10-12	1.000	340	660
24 juni – 25 nov 2010	8	980	0	980
31 maart – 16 dec 2011	14	3.500	1.500	2.000

Tabel 11: Verloop volumes in- en effluent in 2009, 2010 en 2011

1.9.3 Test met zelf samengesteld influent 2009

Influent 2009

Om de werking van het biofilter zo goed mogelijk te kunnen beoordelen is in 2009 gewerkt met kunstmatig samengesteld influent. Het influentvat werd gevuld met 1.000 liter leidingwater waaraan een aantal in de fruitteelt veel gebruikte middelen was toegevoegd. Het streven was om een concentratie van ongeveer 1 mg werkzame stof per liter te verkrijgen. Met deze concentratie is het rendement (of efficiëntie) van het biofilter goed te bepalen, omdat deze concentraties ver boven de detectielimiet van deze stoffen ligt.

Uit de bemonsteringen bleek dat, evenals bij het influent op het fruitteeltbedrijf, bij bepaalde middelen de concentratie in het influent afnam gedurende de experimentele periode (Tabel 12). Bij andere middelen bleef de concentratie vrijwel constant (Bijlage 9).

Werkzame stof	31-aug-09	24-sep-09	5-nov-09	23-nov-09
Boscalid	460	1.000	1.200	1.600
Captan	<	110	<	<
Cyprodinil	1.500	1.500	1.500	1.400
Dithianon	8	58	20	<
Fenoxycarb	550	2	<	<
Fludioxonil	570	530	240	200
Imidacloprid	930	860	840	940
Indoxacarb	38	18	<	<
Kresoxim-methyl	690	440	<	20
Linuron	1.000	960	1.100	1.200
MCPA	630	<	<	<
Methoxyfenozone	480	910	780	1.100
Pirimicarb	880	690	800	740
Pyraclostrobin	350	550	670	530
Tetrahydrophthalimide	160	<	<	<
Thiacloprid	740	760	810	900
Triadimenol	93	89	80	110
Trifloxystrobin	92	75	50	100
AMPA	nd	nd	18	7.8
Glyfosaat	nd	nd	1.700	420

< niet aangetoond (onder detectiegrens)

nd niet bepaald

Tabel 12: Concentraties (µg/l) in het influent in 2009

Influent 2010

De eerste helft van 2010 is schoon water op het biofilter gebracht om te zien of de hoge concentraties middelen in het influent nog tot uitspoeling in het jaar na toediening zouden leiden. Deze periode vormt tevens een buffer tussen de periode met zelf samengesteld influent en het gebruik van het biofilter voor het verwerken van afvalwater van het proefbedrijf zelf.

In juli 2010 is de samenstelling van het effluent nogmaals geanalyseerd om te zien of er alsnog stoffen die in 2009 opgebracht waren uitgespoeld waren.

Effluent 2009

Van de twintig stoffen die in het influent gemeten werden, werden er bij de eerste effluentanalyse twee (AMPA en glyfosaat) aangetoond in het effluent en bij de tweede meting vier stoffen (Tabel 13). Ten opzichte van de concentratie van het influent betreft het voor AMPA een relatief hoge concentratie. Vanwege de beperkte toxiciteit van AMPA zorgen deze waarden niet voor overschrijdingen van de waterkwaliteitsnorm.

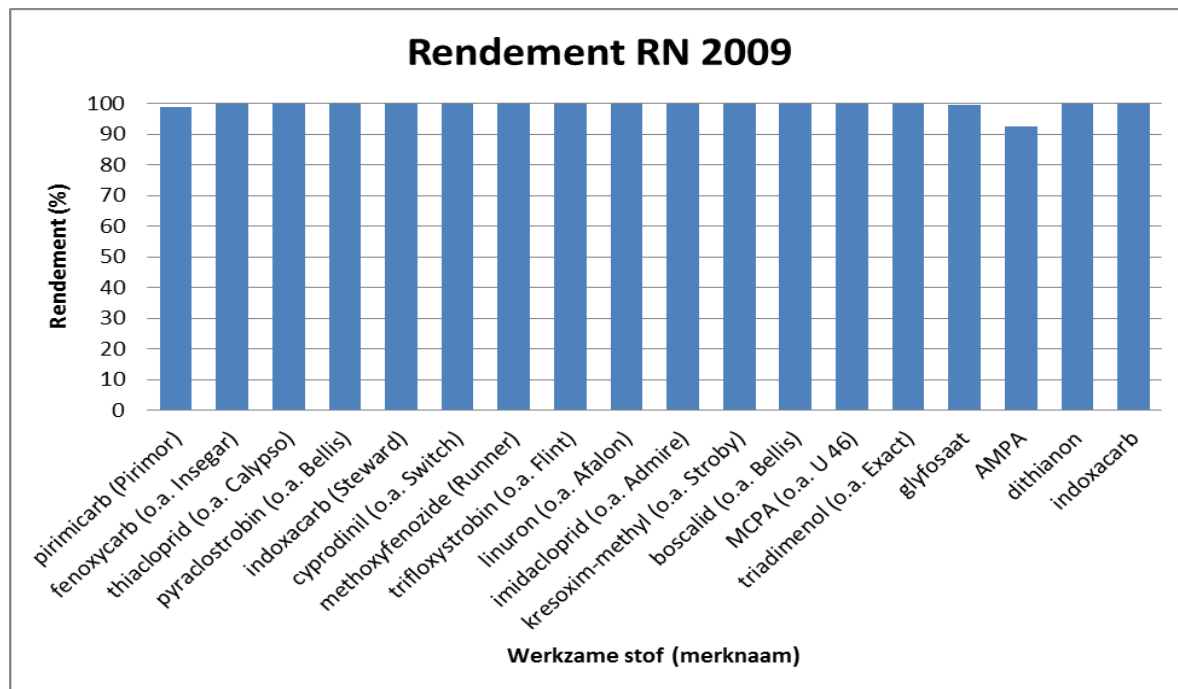
Werkzame stof	5-nov-09 (90 liter)	23-nov-09 (250 liter)
Methoxyfenozide	<	0,009
Triadimenol	<	0,024
AMPA	1,6	0,3
Glyfosaat	8,3	3,3

< niet aangetoond (onder rapportagegrens)

Tabel 13: Concentraties ($\mu\text{g/l}$) in het effluent van het biofilter in 2009

Samenstelling effluent en rendement t/m augustus 2010

In het effluentmonster van augustus 2010 zijn de meeste van de in 2009 toegediende middelen wel aangetroffen, maar in concentratie die veelal 99,0 tot 99,9% lager waren dan in het influent van 2009. Het algehele beeld op basis van dit effluentmonster is echter dat de stoffen die in 2009 opgebracht zijn, voor 99% of meer uit het water verwijderd zijn (Figuur 12).



Figuur 12: Percentage verwijdering werkzame stof berekend op basis van gemiddeld gemeten concentratie in het influent (2009), vergeleken met de gemiddeld gemeten concentratie in het effluent in de periode 2009 tot en met augustus 2010; het betreft (afbraakproducten van) de stoffen die in 2009 opgebracht zijn

1.9.4 Test met afvalwater van vul- en spoelplaats spuit 2010-2011

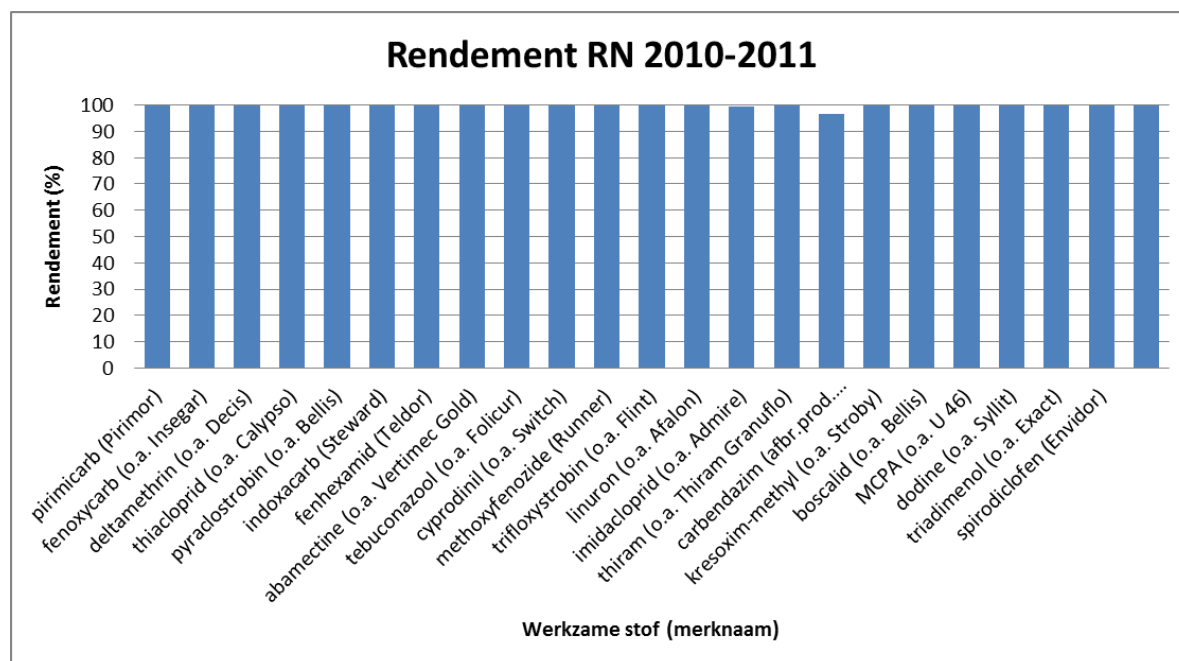
Influent

Het afvalwater van de vul- en wasplaats bevat een brede mix van stoffen. De concentratie varieert van milligrammen tot microgrammen per liter. Het water bevat vooral veel fungiciden en insecticiden. De meeste stoffen die in 2009 met het zelf samengestelde influent opgebracht waren, zaten ook in het afvalwater van de vul- en wasplaats (Bijlage 9).

Samenstelling effluent en rendement vanaf augustus 2010

Het rendement van de zuivering van het afvalwater is berekend door de gemiddelde concentratie in het influent, gemeten in 2010 en 2011, te vergelijken met de gemiddelde concentratie uit het effluent dat uit de laatste plantenbak kwam (2011).

De stoffen die in de hoogste concentraties ten opzichte van de waterkwaliteitsnorm voorkwamen werden merendeels voor 99% en meer verwijderd (figuur 13).



Figuur 13: Percentage verwijdering werkzame stof berekend op basis van gemiddeld gemeten concentratie in het influent (2010-2011), vergeleken met de gemiddeld gemeten concentratie in het effluent uit de laatste plantenbak (2011)

1.10 UT2 '10-'11: Biofilter - fruitteelt

1.10.1 Constructie en vulling biofilter

In oktober 2010 werd een biofilter aangelegd op een fruitteeltbedrijf in Benschop (Utrecht). Op deze locatie was een betonnen vul- en spoelplaats aanwezig waarmee restwater (met name waswater) werd opgevangen in een betonnen put. Er is een biofilter gebouwd van twee gestapelde filterunits met daaraan gekoppeld een plantenbak met siergrassen. Effluent uit de put werd in een IBC gepompt. Dit vat diende als buffer met influent voor het biofilter. Overtollig water uit de plantenbak kon via de wet van communicerende vaten doorlopen naar een IBC dat dienst deed als effluentvat.

1.10.2 Bemonstering en verloop volumes in- en effluent

Influent en effluent zijn vanuit de IBC's bemonsterd. Influent is vanaf de start in oktober 2010 bemonsterd. Effluent zo gauw het op gang kwam: voorjaar 2011. Het influentvat is drie keer bijgevuld tot 1.000 liter. Het effluentvat is alleen in oktober 2011 een keer geleegd. De concentratie in het effluentvat voor het leegmaken geeft daarom de effectiviteit over vrijwel de gehele meetperiode weer (Tabel 14).

Periode	Influent/dag (l) (circa)	Influent totaal (l) (circa)	Effluent totaal (l) (circa)	Opname + verdamping (l) (circa)
29 okt – 29 nov 2010	4	100	0	100
17 feb – 15 dec 2011	4, later 8	2.200	1.000	1.200
totaal		2.300	1.000	1.300

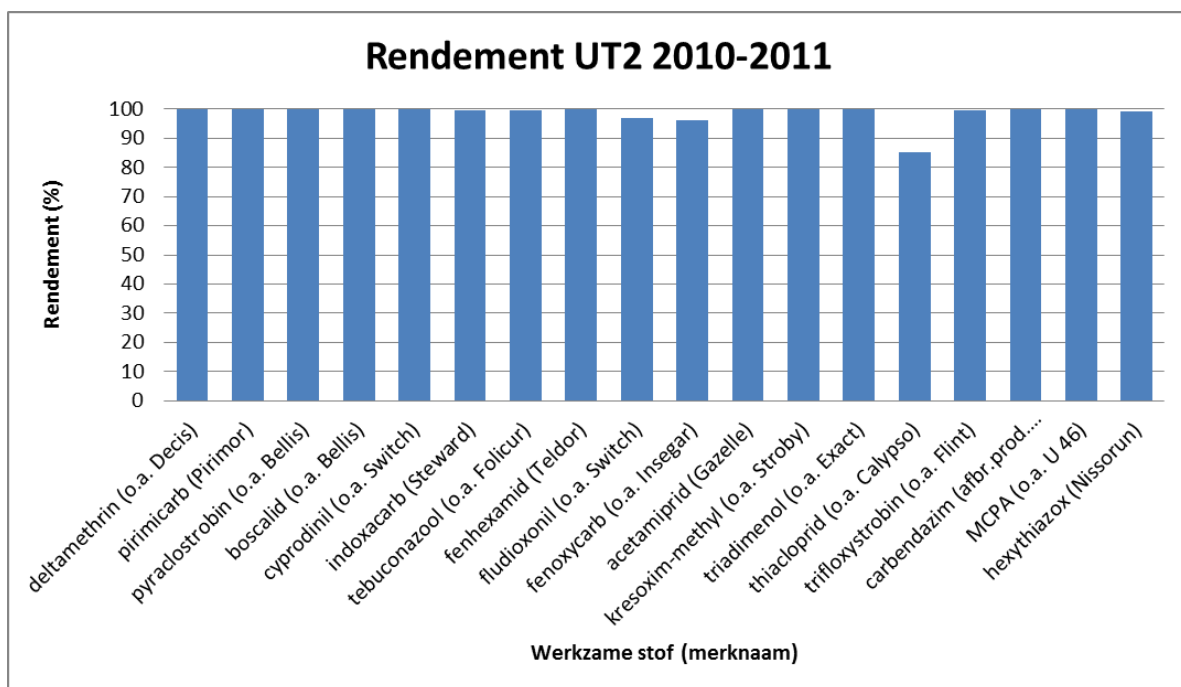
Tabel 14: Verloop volumes in- en effluent 2010 - 2011

1.10.3 Samenstelling influent

In het influent is een veertigtal stoffen één of meerdere keren boven de waterkwaliteitsnorm gevonden in het influent of effluent. Het betreft vooral fungiciden en insecticiden. Een aantal stoffen komt steeds in hoge concentraties in het influent voor. Andere stoffen in pieken (Bijlage 10).

1.10.4 Samenstelling effluent en rendement

Bij het beoordelen van de effectiviteit van dit biofilter moet er rekening mee gehouden worden dat het biofilter niet langer dan een jaar in gebruik geweest is. Stoffen die met het influent opgebracht zijn, zouden in 2012 nog met het effluent uit het systeem kunnen komen. Binnen de meetperiode is te zien dat de stoffen met de hoogste concentraties ten opzichte van de norm in het influent voorkwamen, niet of in veel lagere concentraties in het effluent gevonden zijn. De verwijdering van thiacloprid is relatief laag vergeleken met de andere stoffen (Figuur 14). Dit is op meer locaties geconstateerd.



Figuur 14: Percentage verwijdering werkzame stof berekend op basis van gemiddeld gemeten concentratie in het effluent uit de plantenbak en het influent (2010-2011)

Bijlage 1: Fytobac Vredepeel 2007-2009



Foto 1: Voorkant biobed (januari 2009)



Foto 2: Zijkant biobed (januari 2009)



Foto 3: Influentvat (plastic container) en compressor + pomp (5 december 2007)



Foto 4: Bovenaanzicht biobed (18 april 2008) met vijf tensiometers



Foto 5: Debietmeter en aansluiting met T-Tape (5 mei 2008), T-Tape lag toen nog onder grasmat



Foto 6: T-Tape boven op dode grasmat (13 juni 2008)

Bijlage 2: VR '08-'09: Influent, effluent en biomix

INFLUENT (µg/l)

monstercode PPO	concentraties w.s.zoals	rapportagegrens	VP1405 IN-AN-1	VP1405 IN-AN-2	VP1405 IN-AN-5	VP1405 IN-AN-3	VP1405 IN-AN-4
influent aangemaakt op:			21-04-08		3-06-08	2-07-08	
bemonstering (aantal dagen na aanmaak/datum)			7 dagen/28 april	15 dagen/7 mei	0 dagen/3 juni	0 dagen/2 juli	15 dagen/17 juli
bentazon (µg/L)*	26400	0.01	16900	16200	24700	25300	24400
dimethenamid-P (µg/L)**	71000	0.03	<	<	<	72500	74200
nicosulfuron (µg/L)***	7000	0.03	7700	7600	7400	13500	14000
sulcotrion (µg/L)****	29800	0.09	26600	25600	23800	23200	23000
terbutylazin (µg/L)**	26600	0.01	13600	13500	7600	21300	10800

EFFLUENT (µg/l) 21 apr-21 jul

Datum bemonstering	21-apr	28-apr	7-mei	19-mei	2-jun	9-jun	23-jun	7-jul	21-jul
Bentazon (µg/L)	1,2	20,7	14,6	4,5	20,4	82	130	670	773
Dimethenamid-P (µg/L)	1,9	<	<	<	<	<	<	13,2	10,0
Nicosulfuron (µg/L)	<	0,5	0,7	<	<	[700]*	<	<	<
Sulcotrione (µg/L)	<	1,3	3,4	<	<	[2400]*	<	<	<
Terbutylazin (µg/L)	2,8	18,6	15,3	<	8,9	[52]*	7,3	33,1	13,8

EFFLUENT (µg/l) 4 aug-19 okt

Datum bemonstering	4-aug	18-aug	1-sep	2-dec	14-apr	15-jun	17-aug	19-okt	MTR
Bentazon (µg/L)	2.238	9.850	5.150	8.400	7.900	4.700	1.500	1.900	64
Dimethenamid-P (µg/L)	2,1	2,7	<	0,2	0,2	0,2	n.a.*	n.a.*	2
Nicosulfuron (µg/L)	<	<	<	6,1	54	68	240	240	1100
Sulcotrione (µg/L)	<	<	<	38,0	63	66	230	120	13
Terbutylazin (µg/L)	12,2	9,9	7,9	0,4	0,02	0,07	n.a.*	n.a.*	0,19

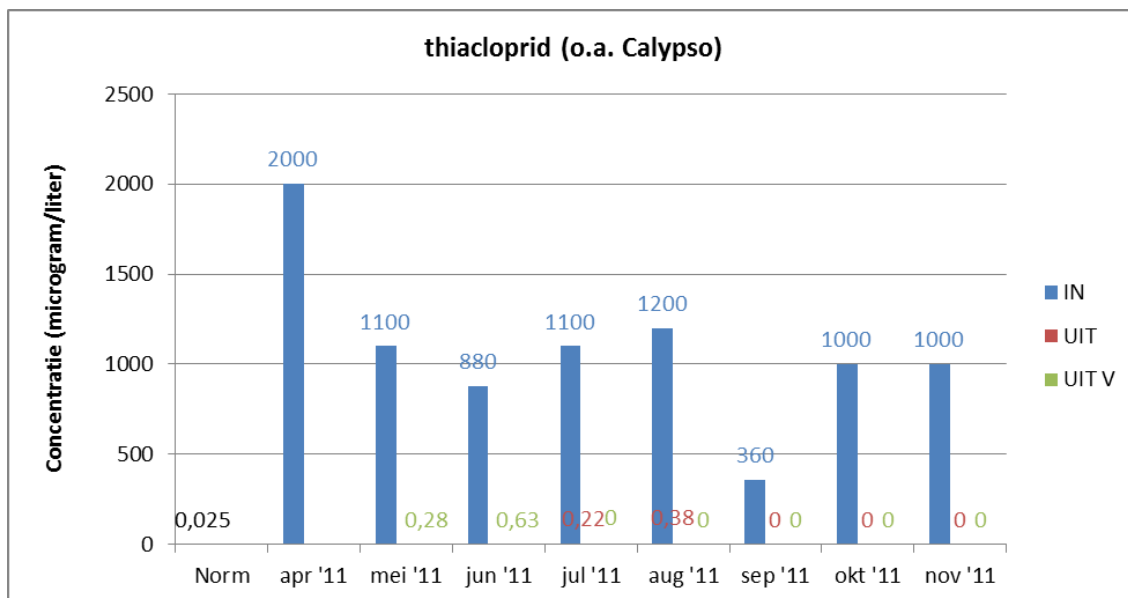
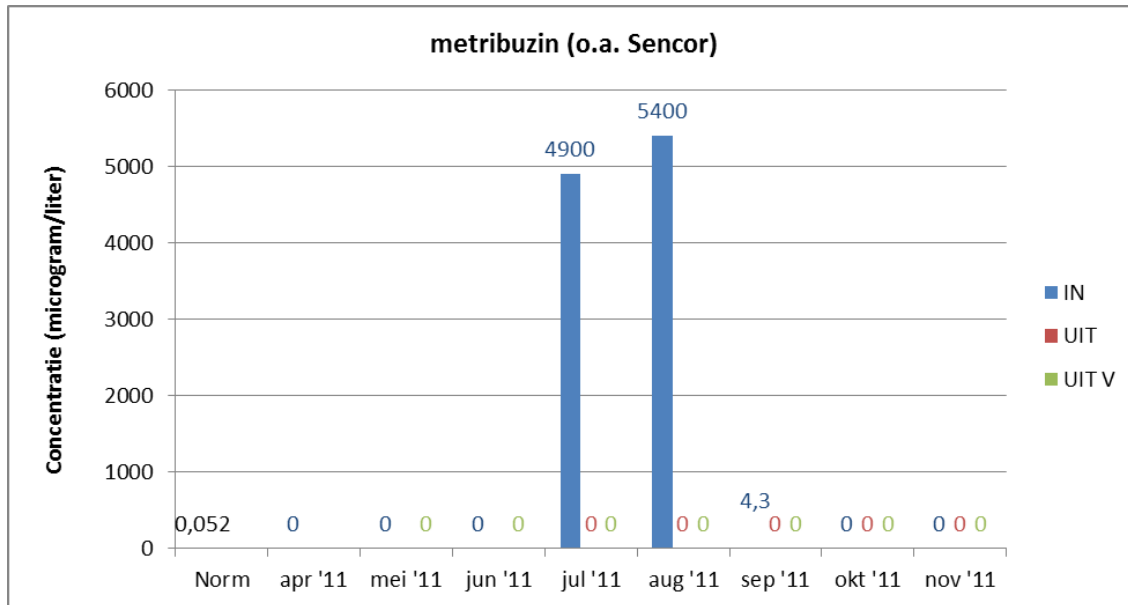
* hoge waarde, waarschijnlijk als gevolg van monstervervuiling

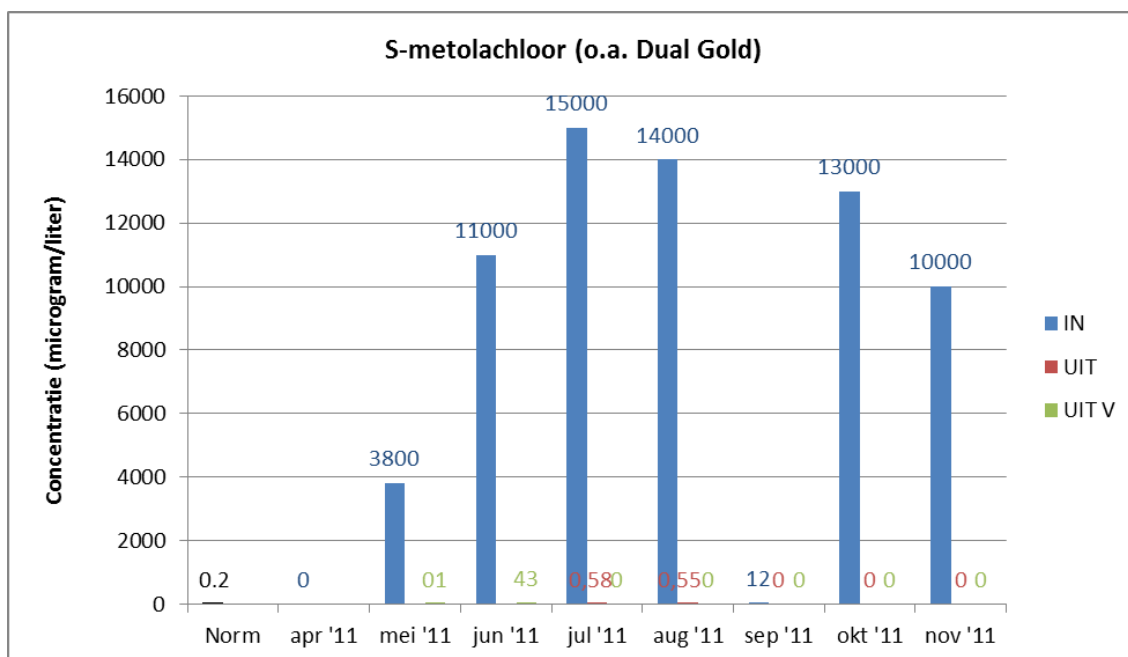
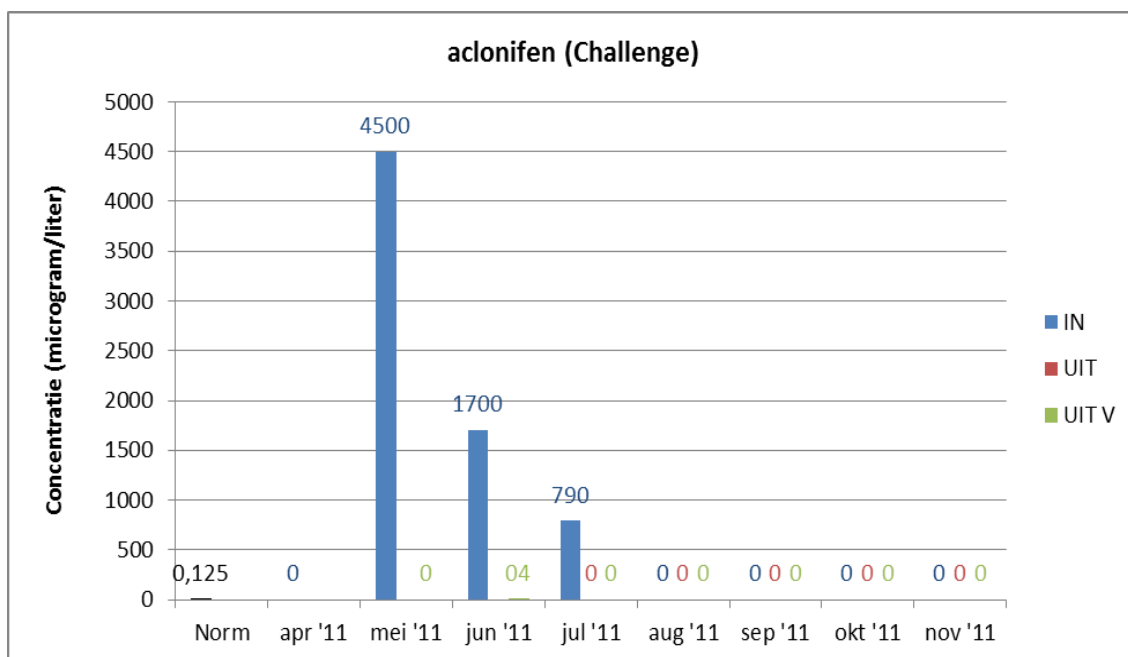
BIOMIX

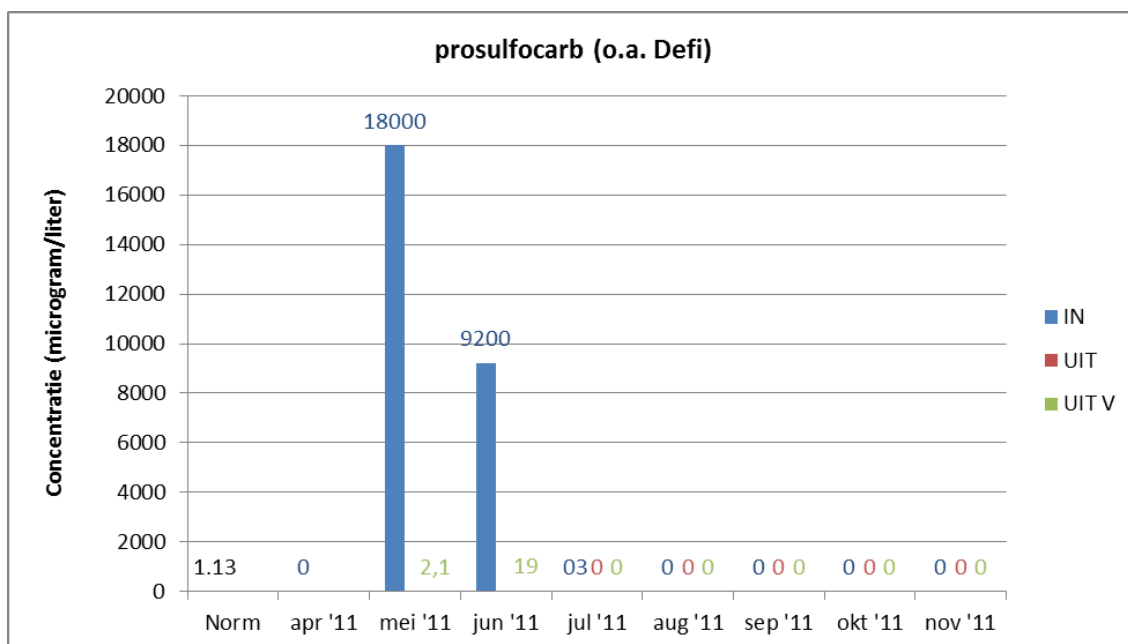
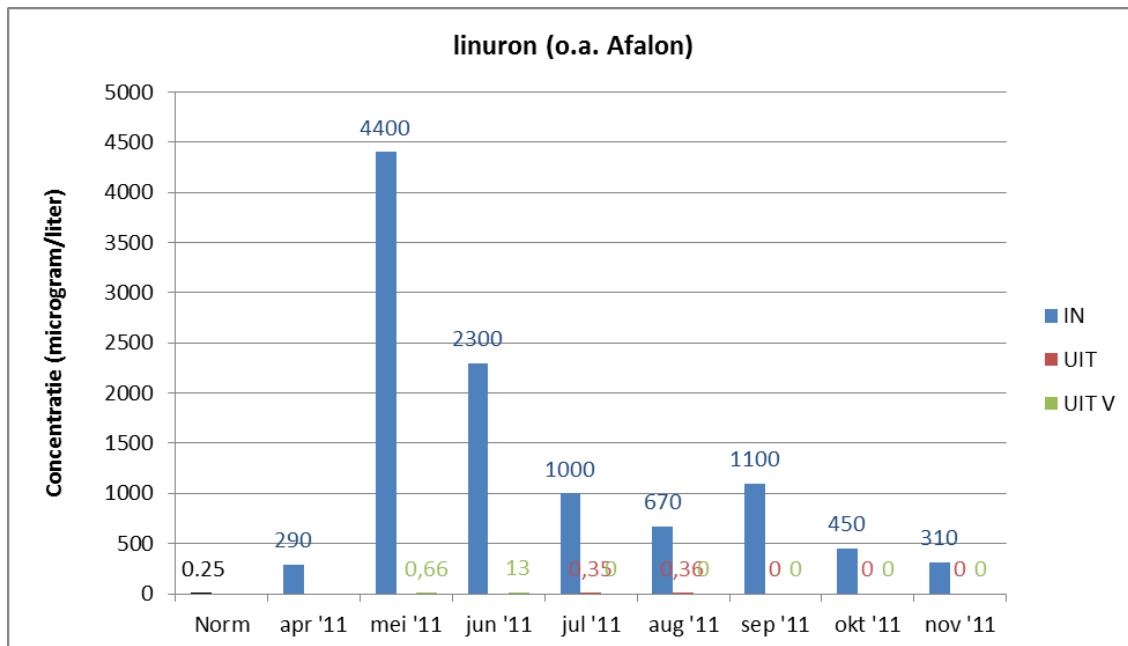
	Analysecijfers (mg/kg)			Hoeveelheid middel (mg)			
BIOMIX LAAG	0-25 cm	25-50 cm	50-75 cm	0-25 cm	25-50 cm	50-75 cm	totaal
Bentazon	<0,001	0,03	0,220	2,1	44,8	328,8	375,8
Dimethenamid-P	2,7	0,10	0,006	5612,9	149,5	9,0	5771,4
Nicosulfuron	0,4	0,10	<0,005	831,5	149,5	7,5	988,5
Sulcotrione	0,1	0,20	0,100	207,9	299,0	149,5	656,3
Terbutylazin	1,8	0,05	0,020	3742,0	74,7	29,9	3846,6

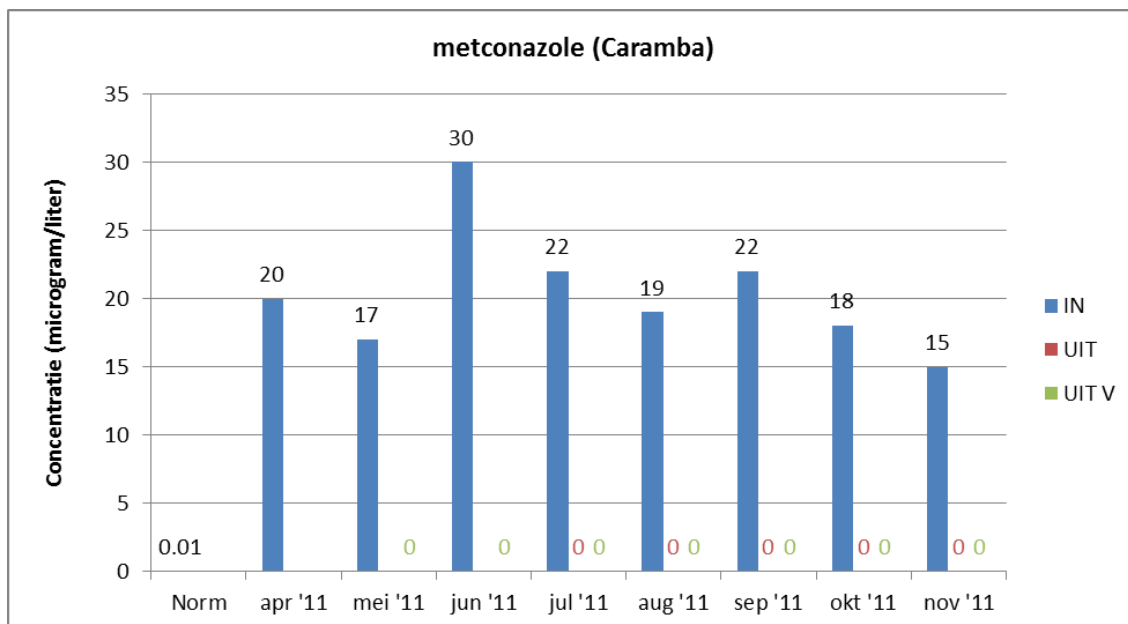
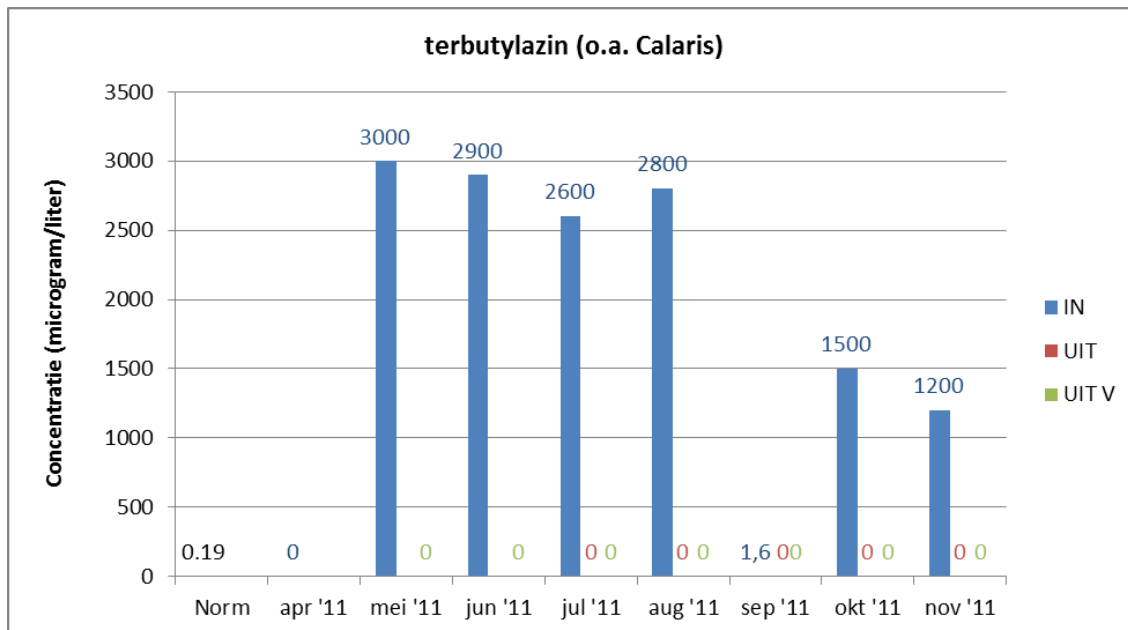
Bijlage 3: VR '11: Concentraties in en uit fytobac

Concentraties in influent (IN), effluent uit de laatste plantenbak (UIT) en tussen filterbakken en eerste plantenbak (UIT V) van de acht stoffen met de hoogst aangetroffen waarden in het in- of effluent ten opzichte van de waterkwaliteitsnorm.



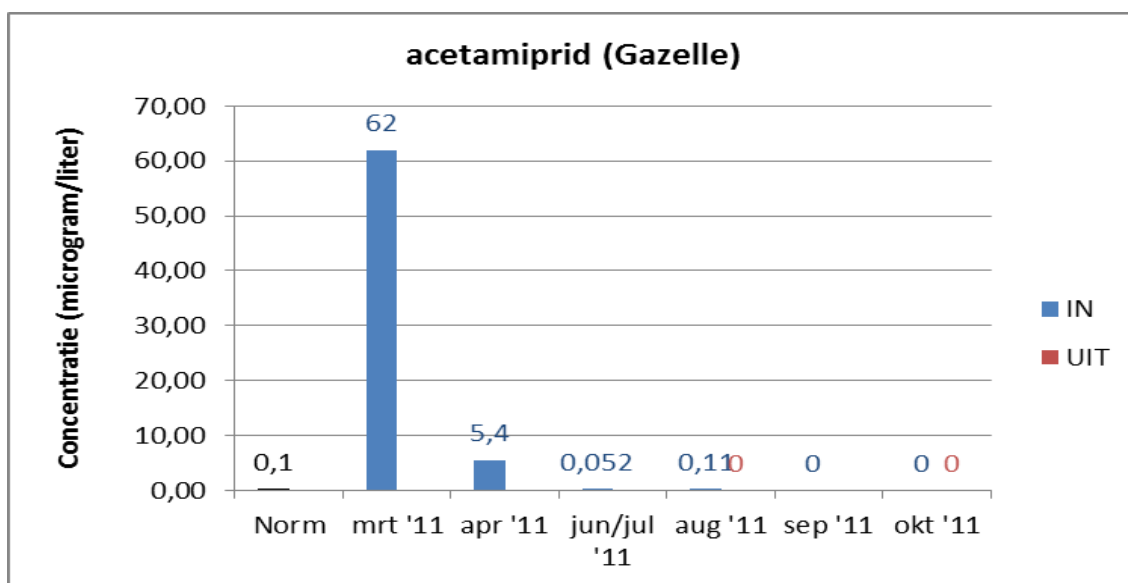
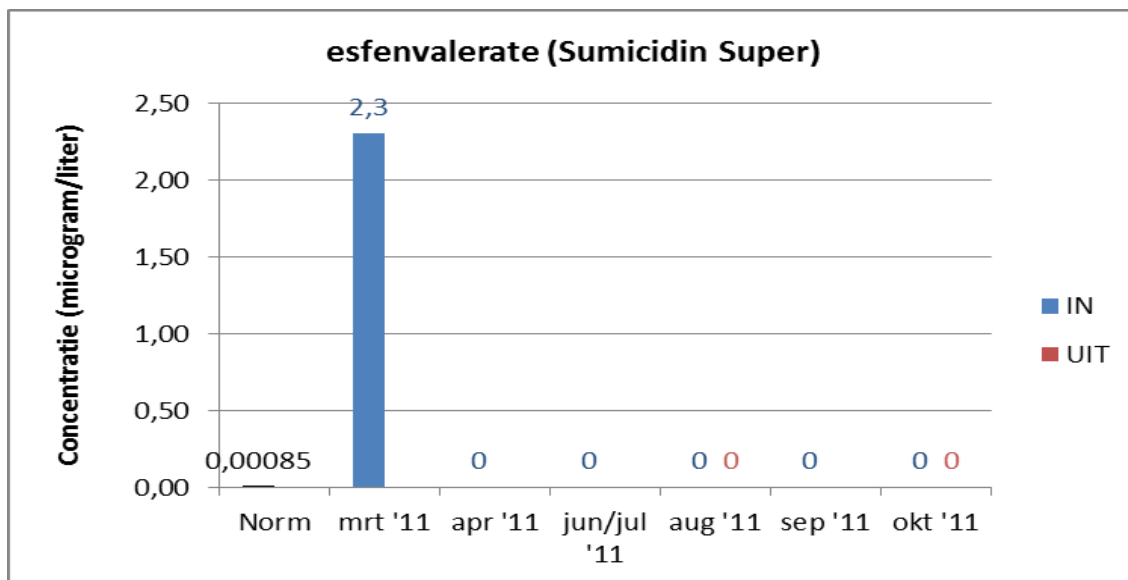


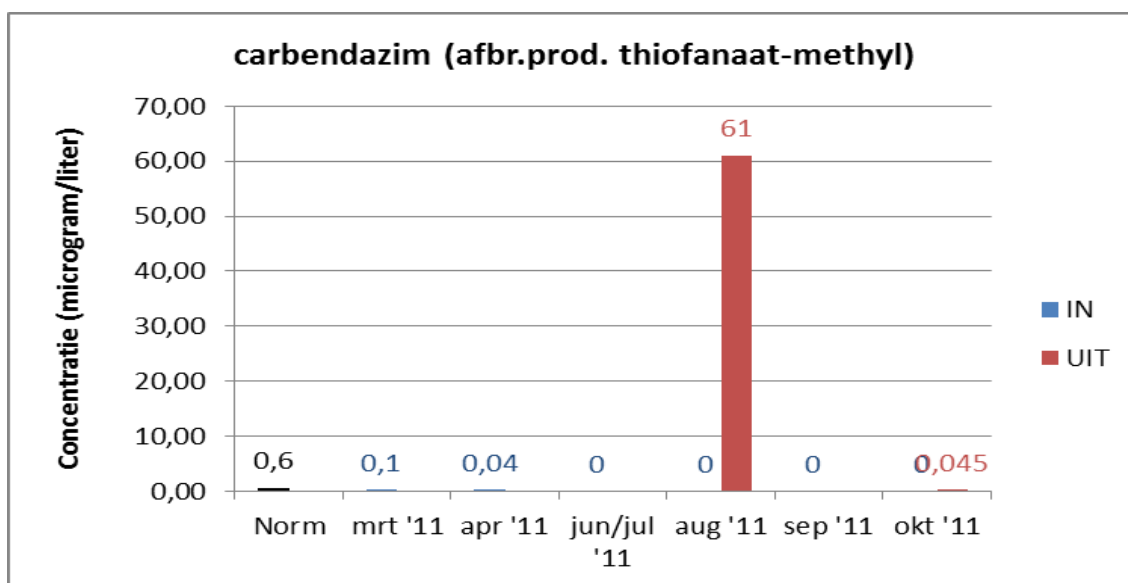
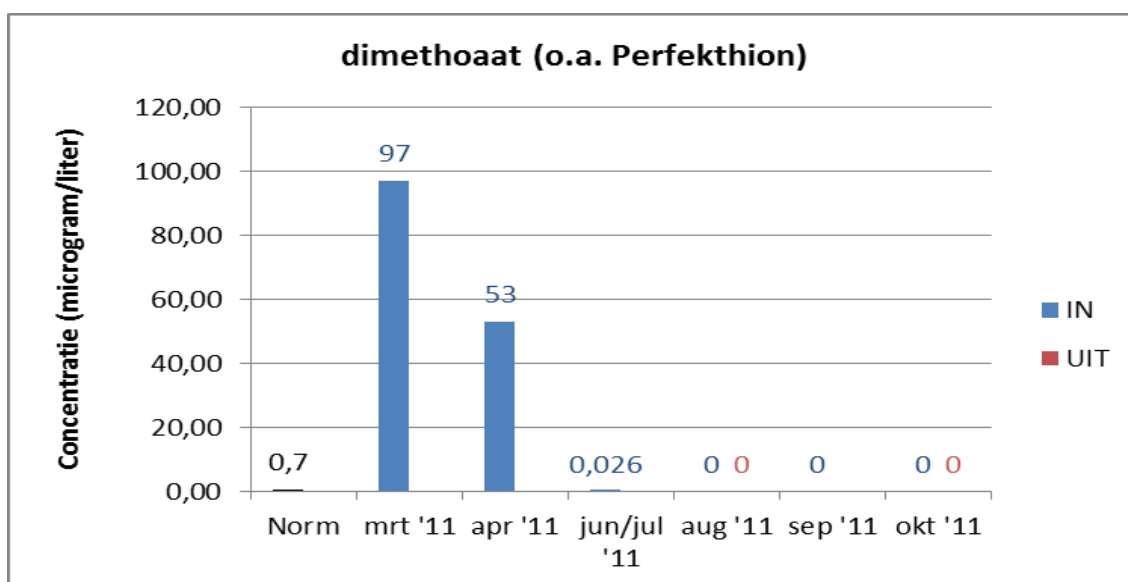
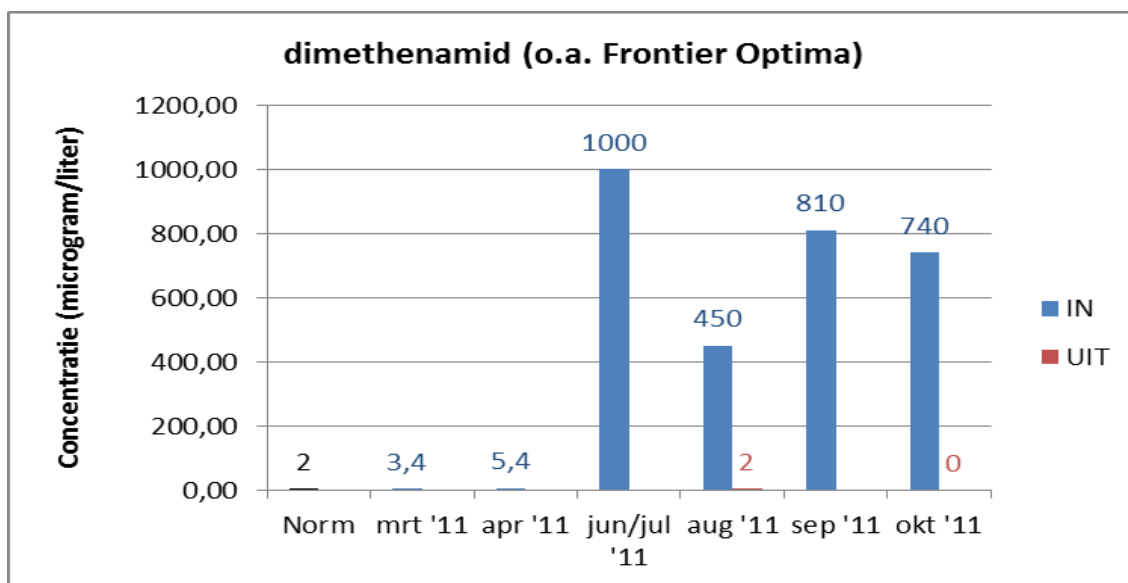


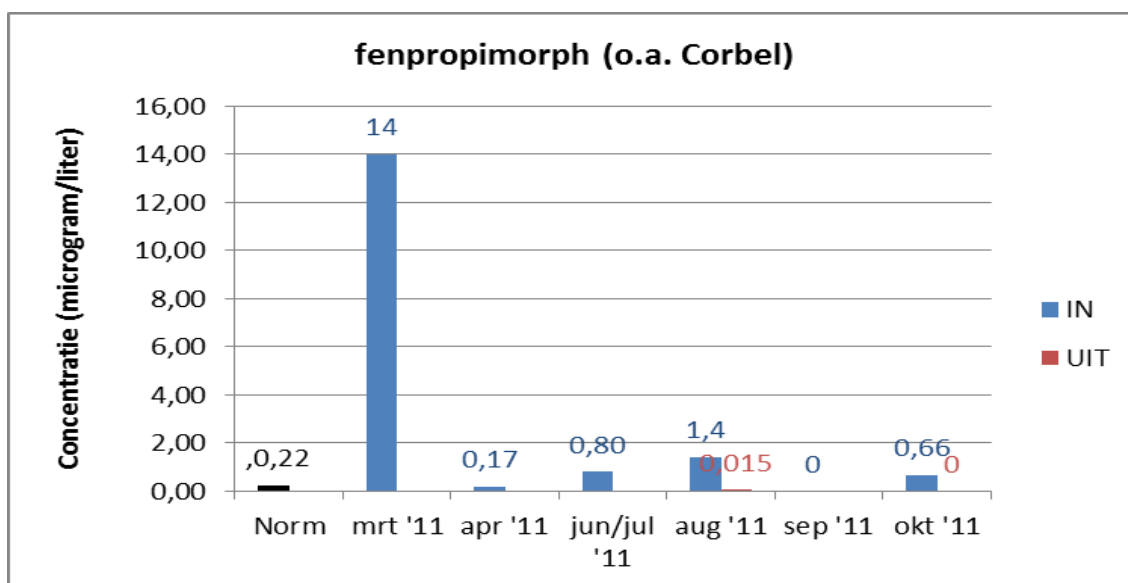
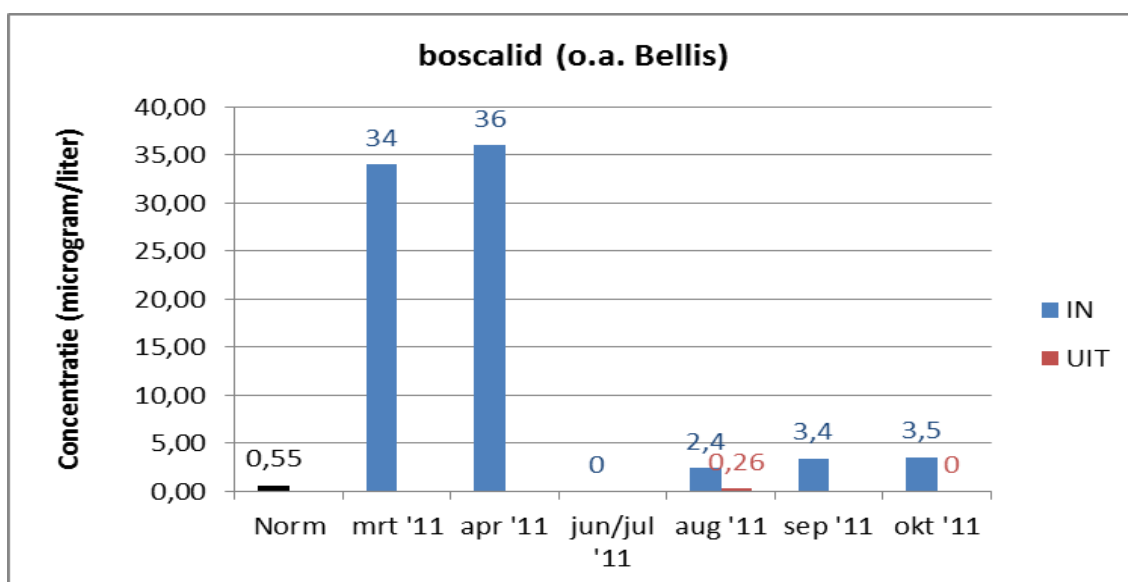
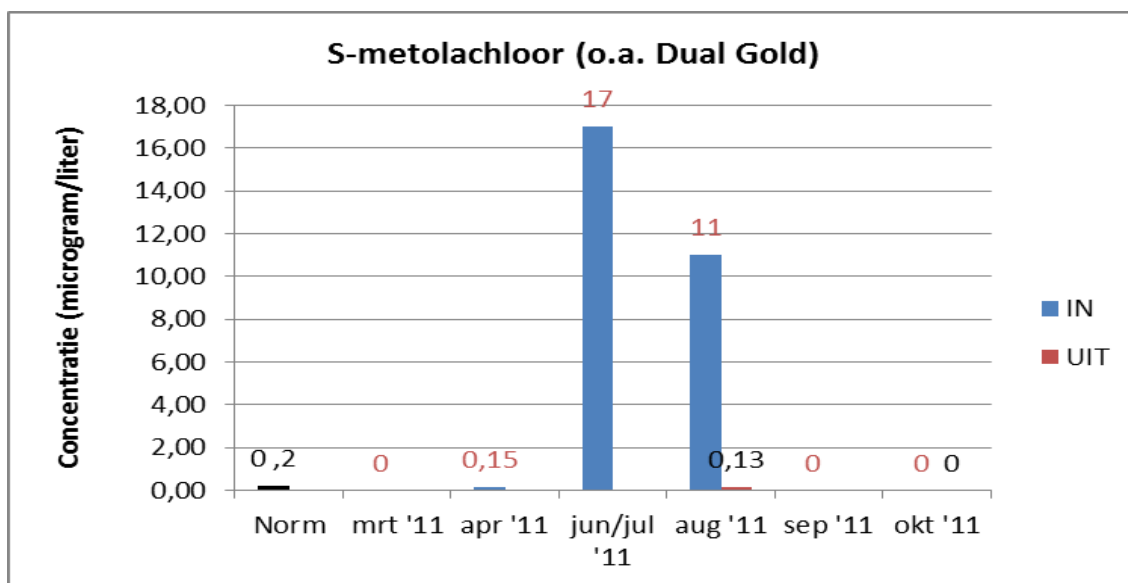


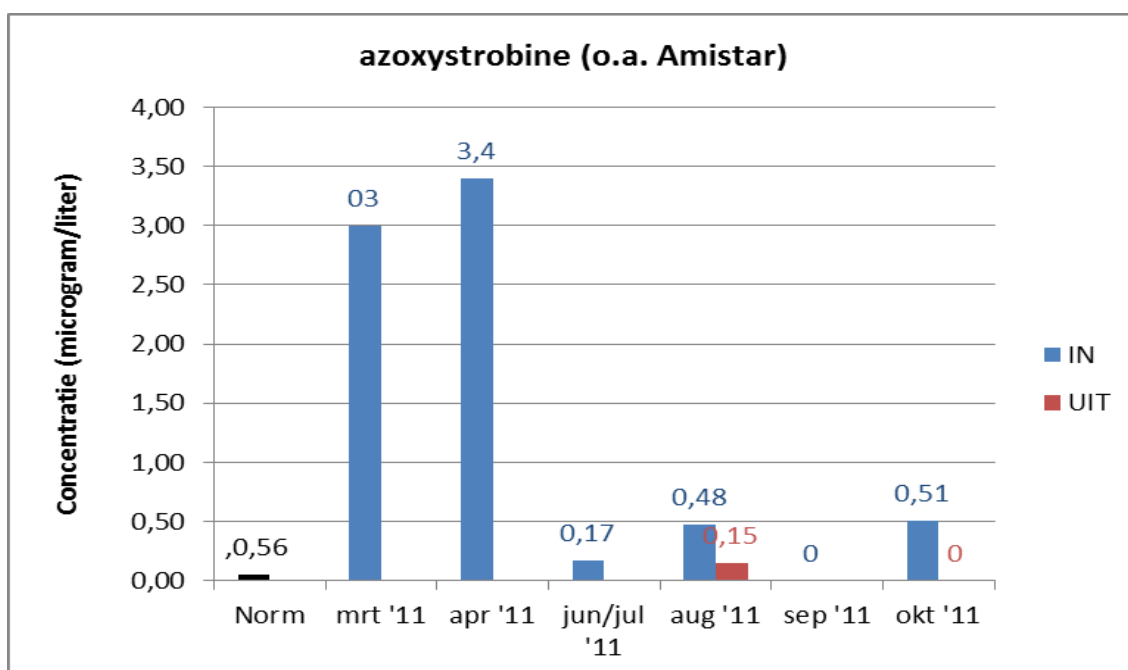
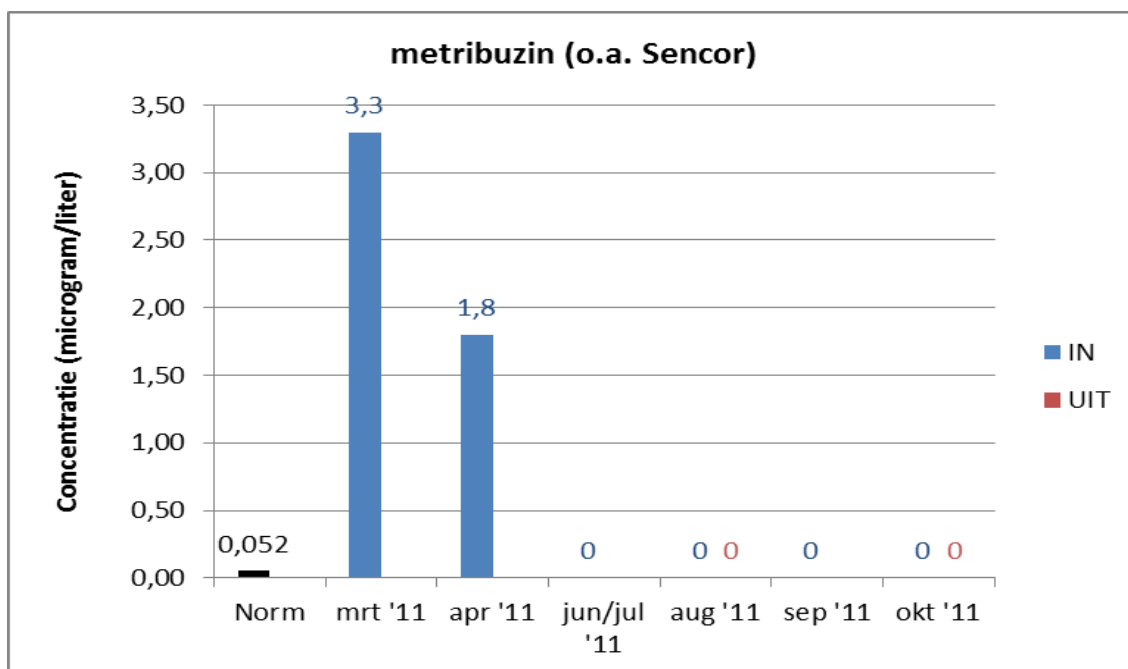
Bijlage 4: FL '11: Concentraties in en uit biofilter

Concentraties gemeten in influent (IN) en effluent uit de laatste plantenbak (UIT) van de tien stoffen met de hoogst aangetroffen waarden in het in- of effluent ten opzichte van de waterkwaliteitsnorm.



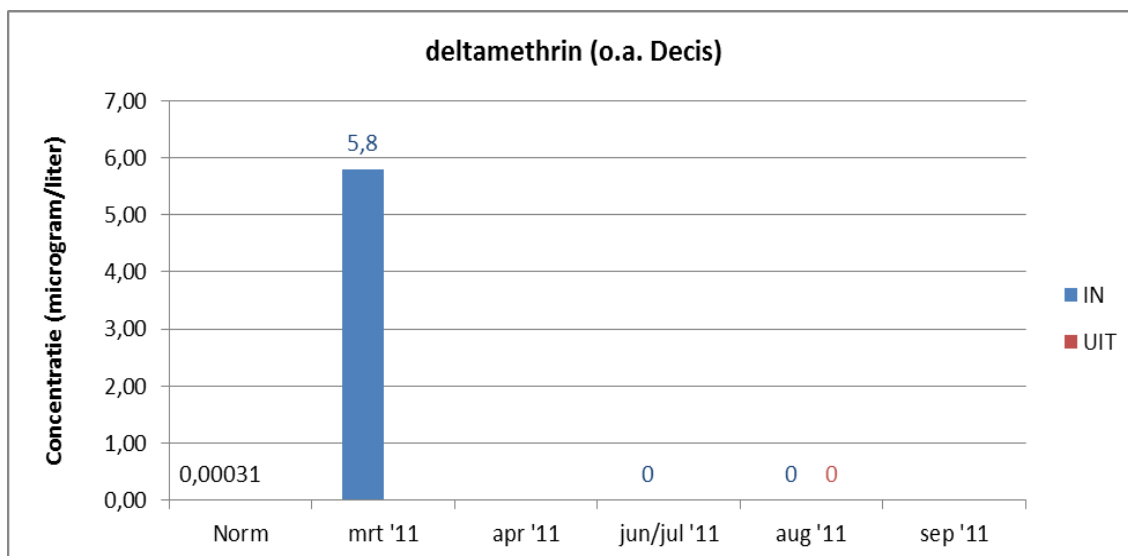
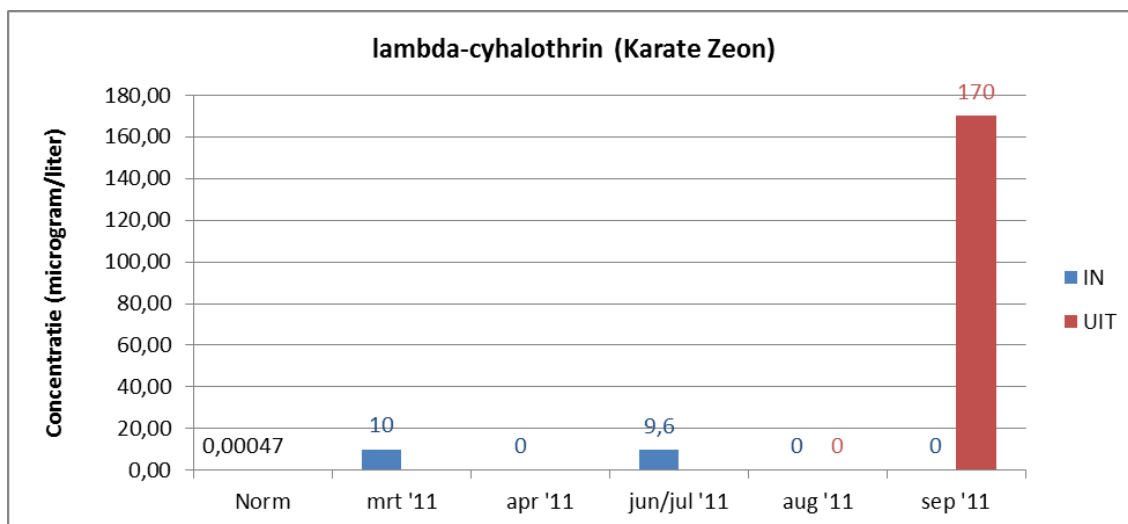


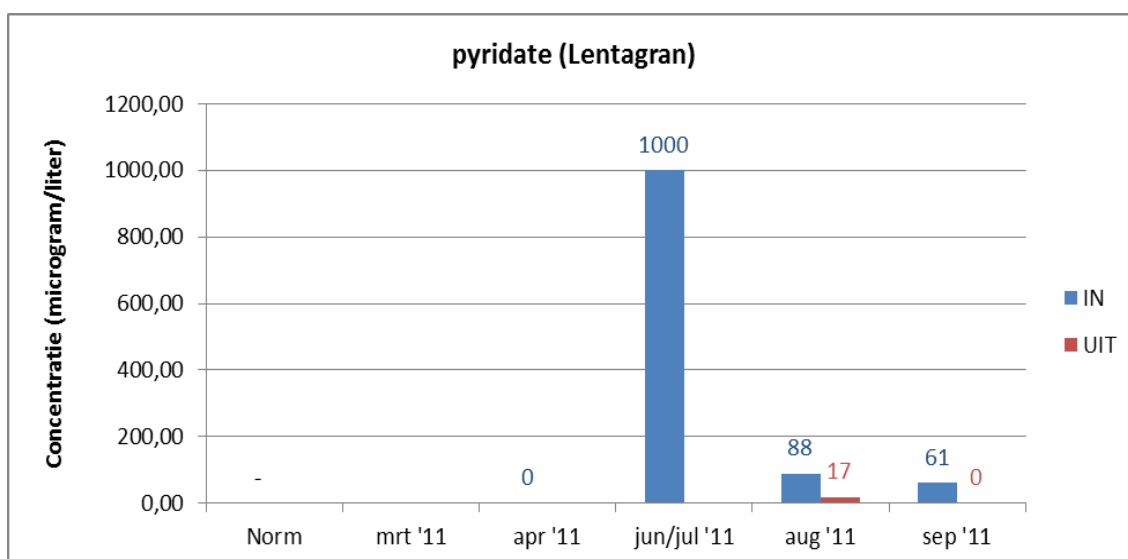
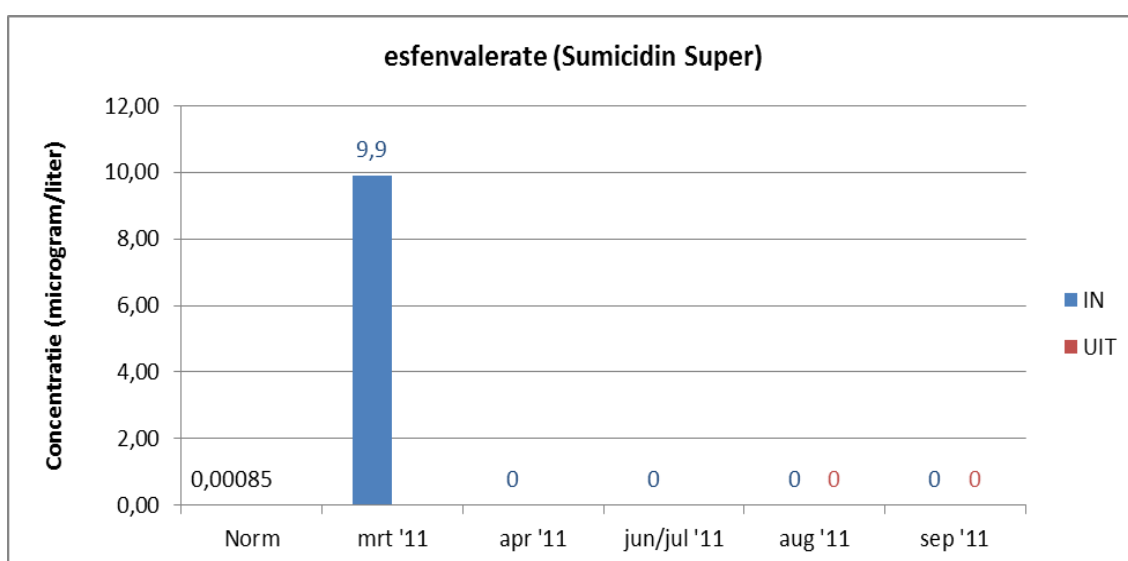
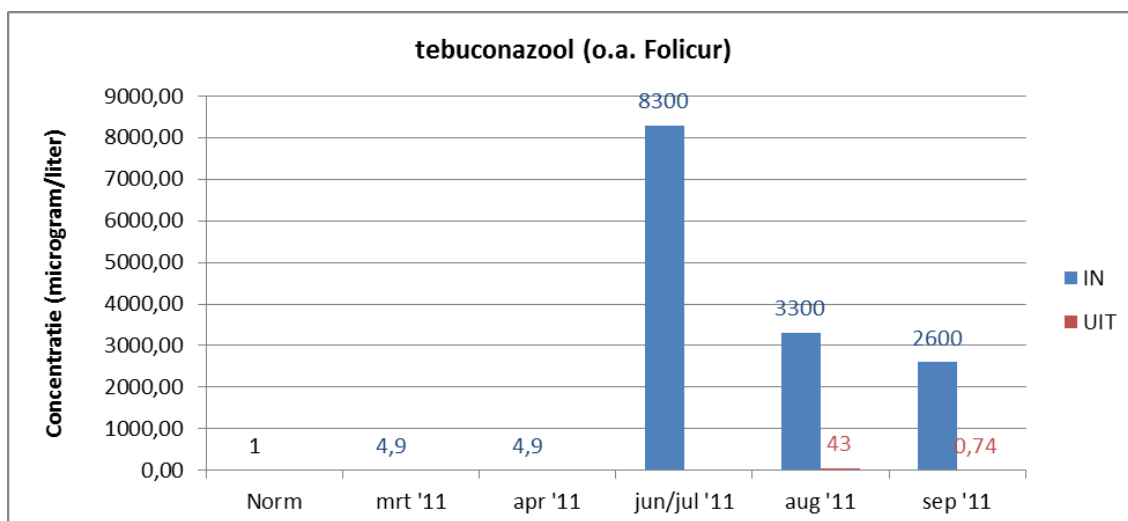


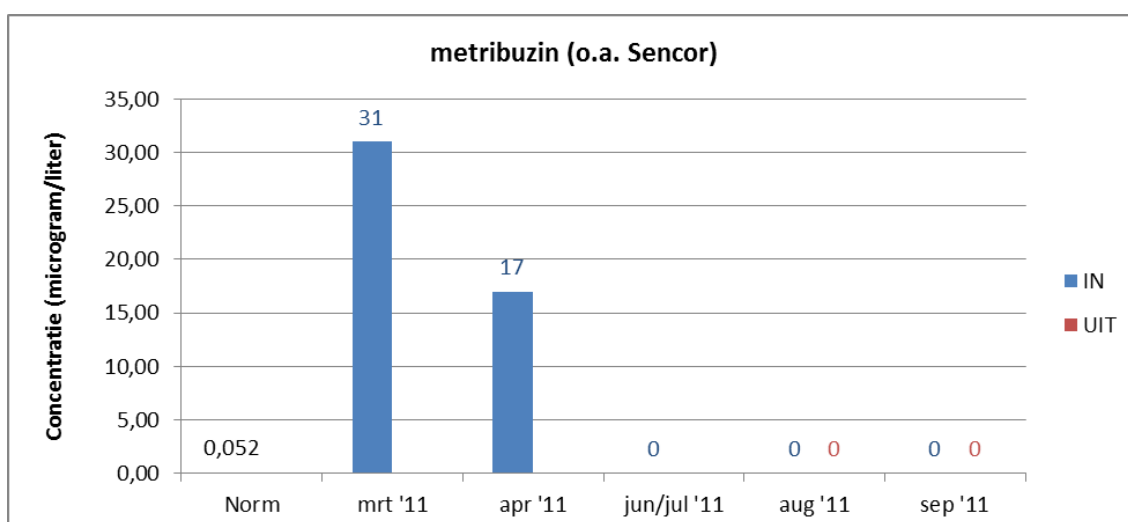
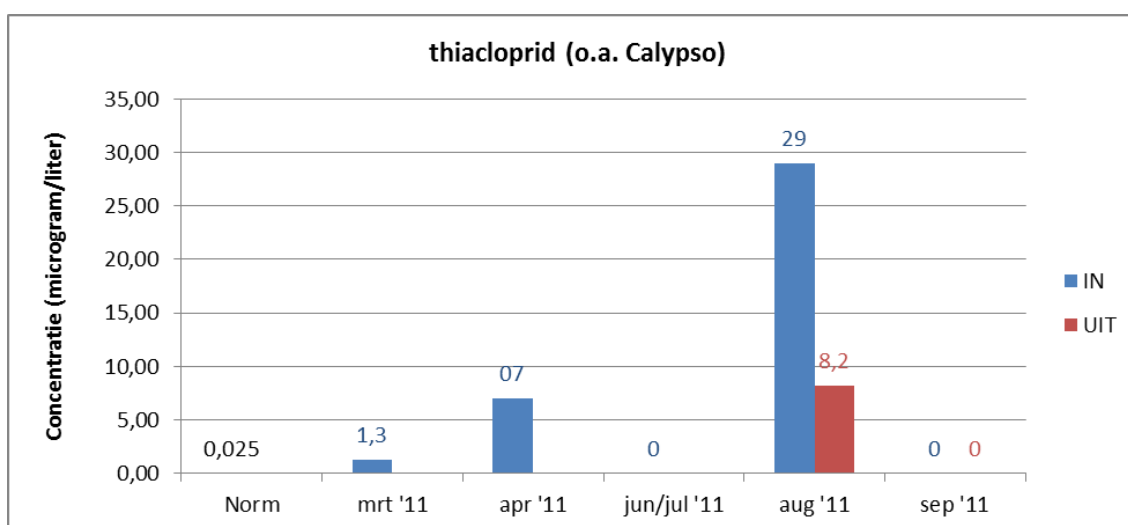
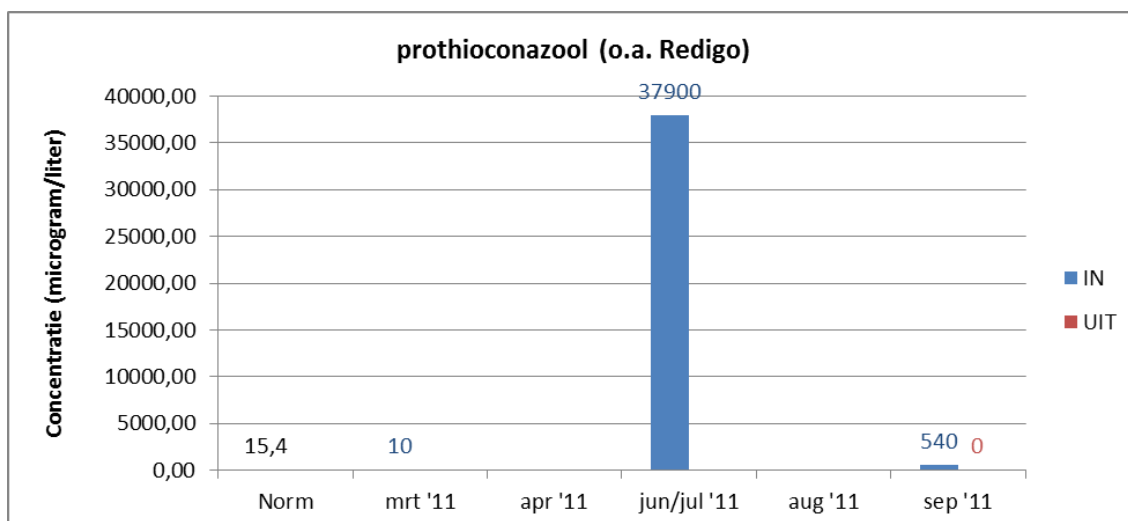


Bijlage 5: NH2 '11: Concentraties in en uit biofilter

Concentraties gemeten in influent (IN) en effluent uit de laatste plantenbak (UIT) van de acht stoffen met een toegelaten landbouwkundige toepassing en de hoogst aangetroffen waarden in het in- of effluent ten opzichte van de waterkwaliteitsnorm.

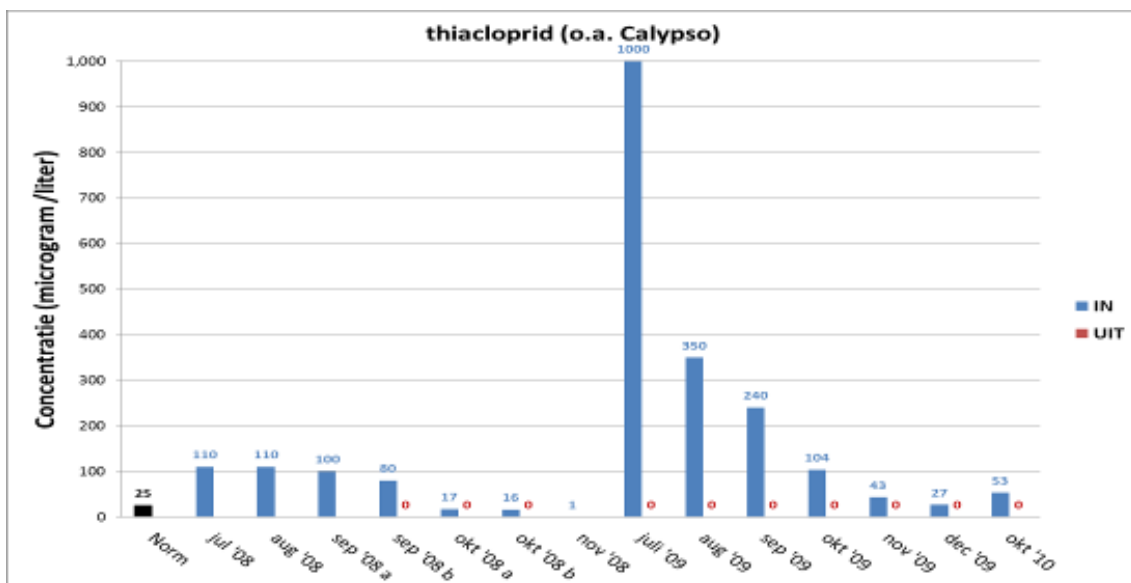
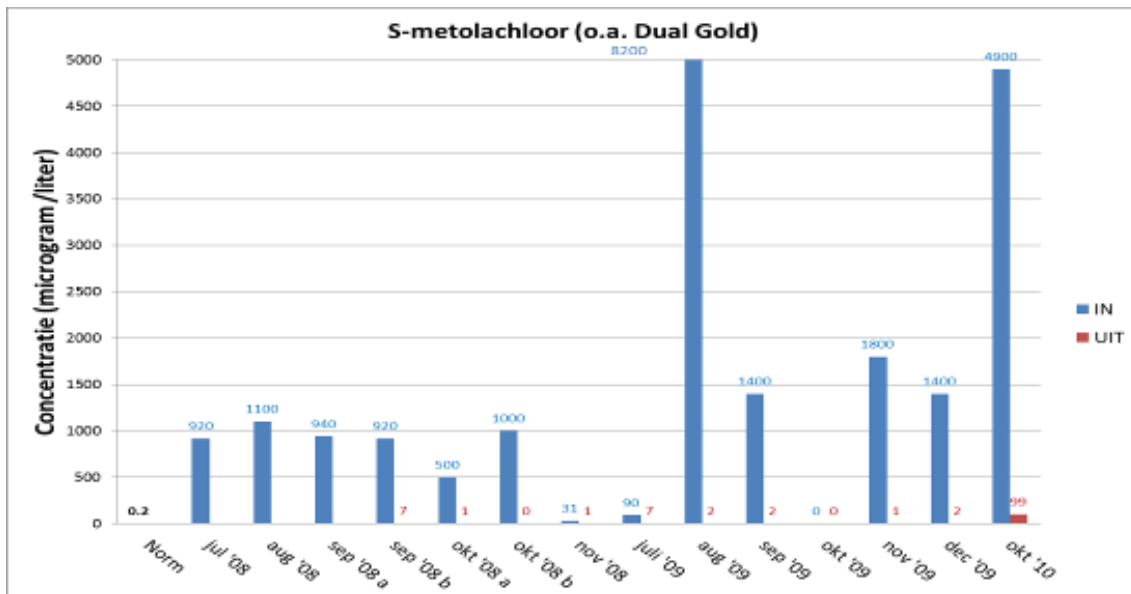


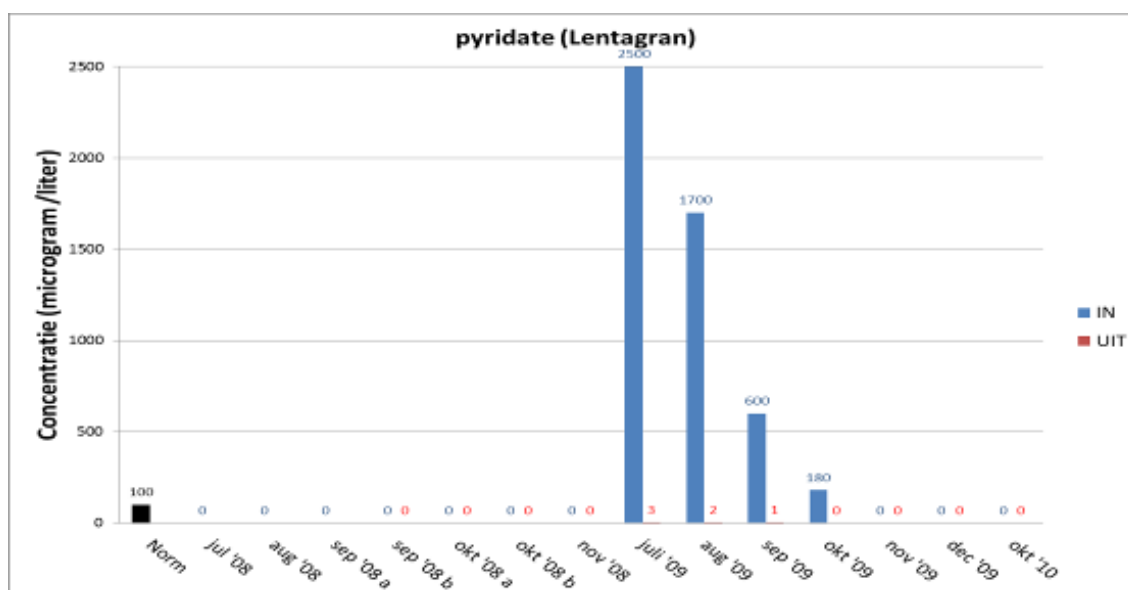
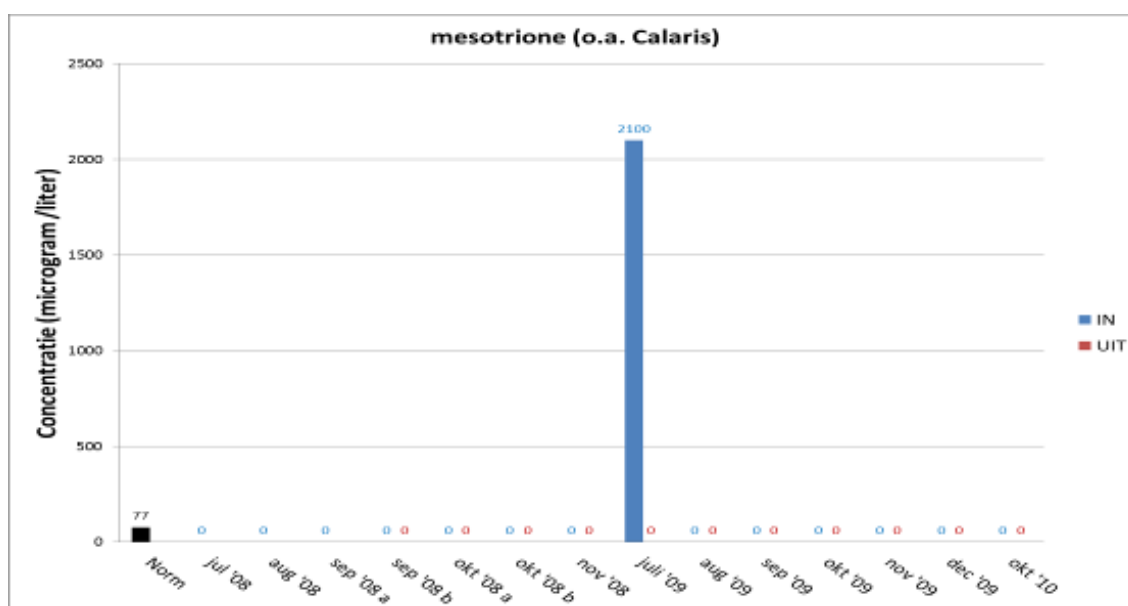
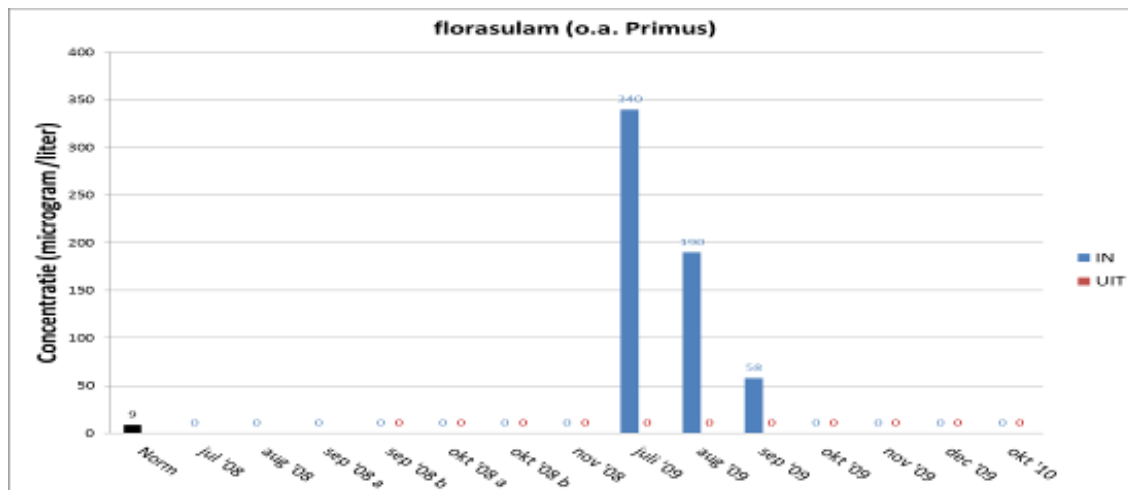


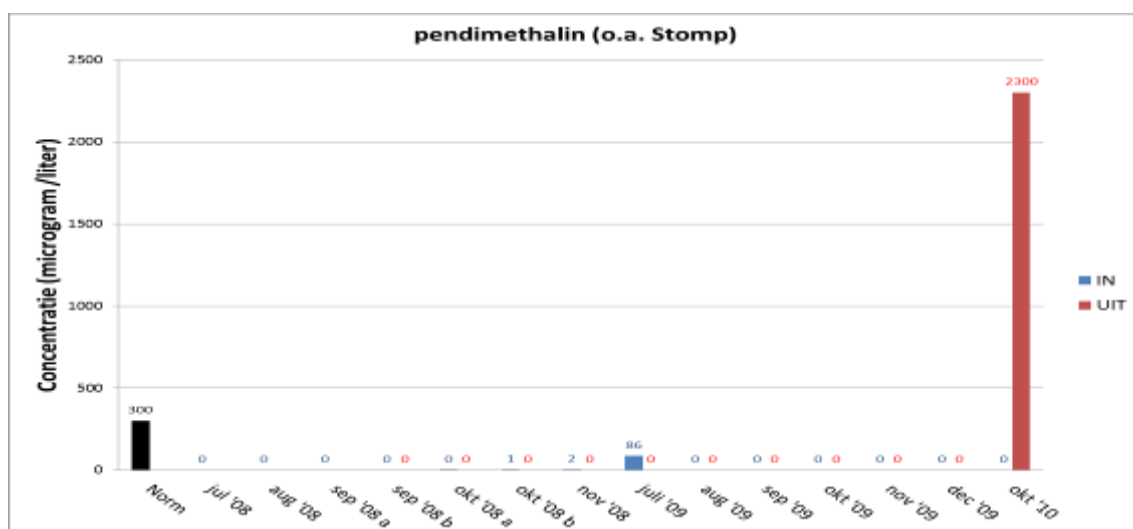
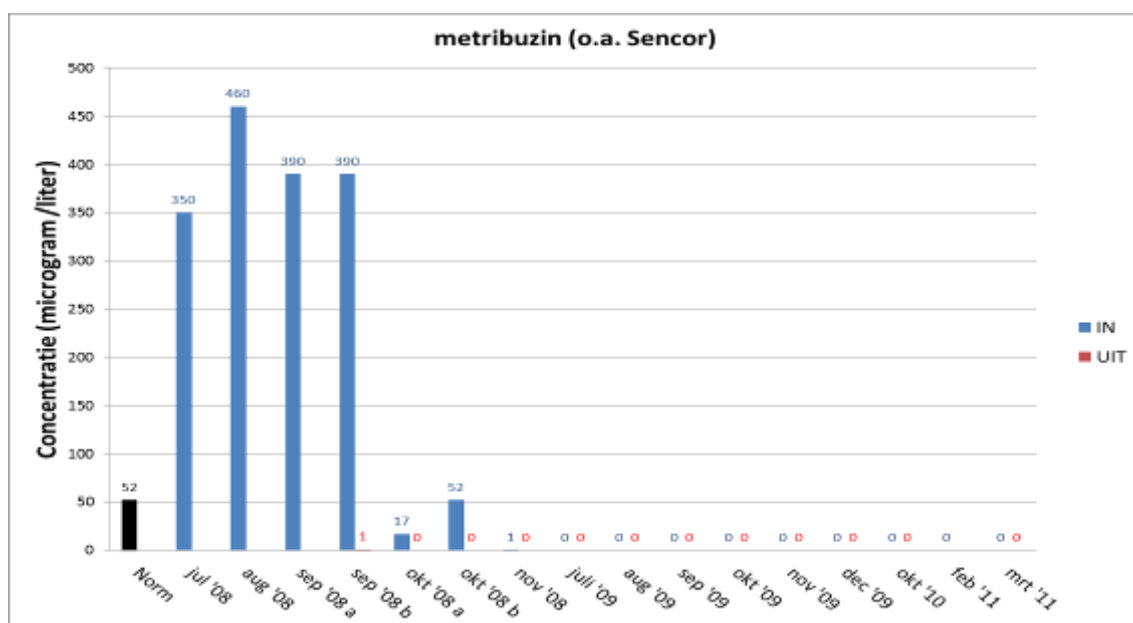
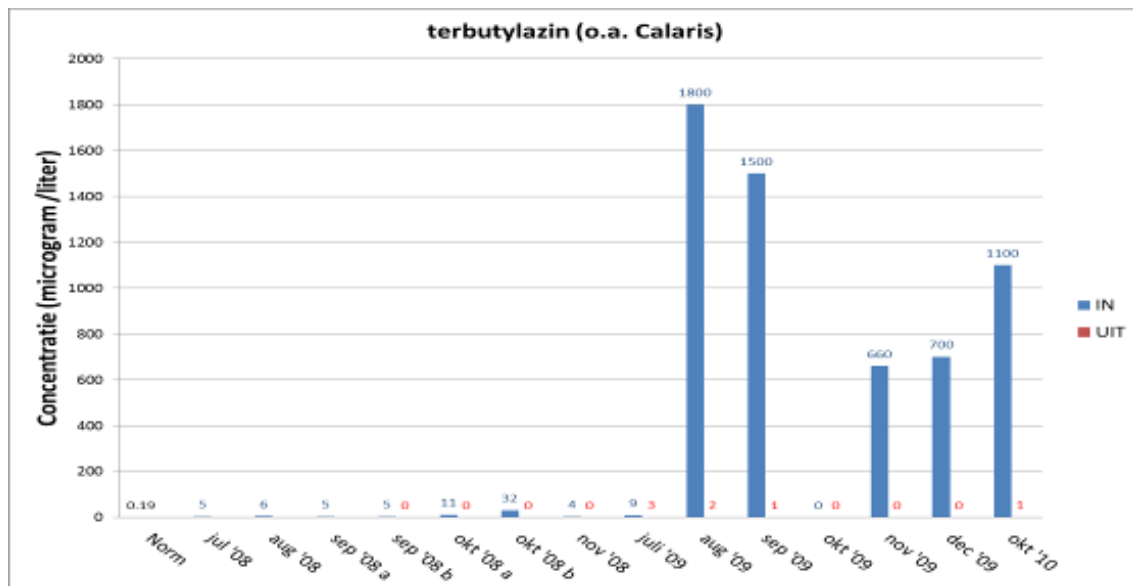


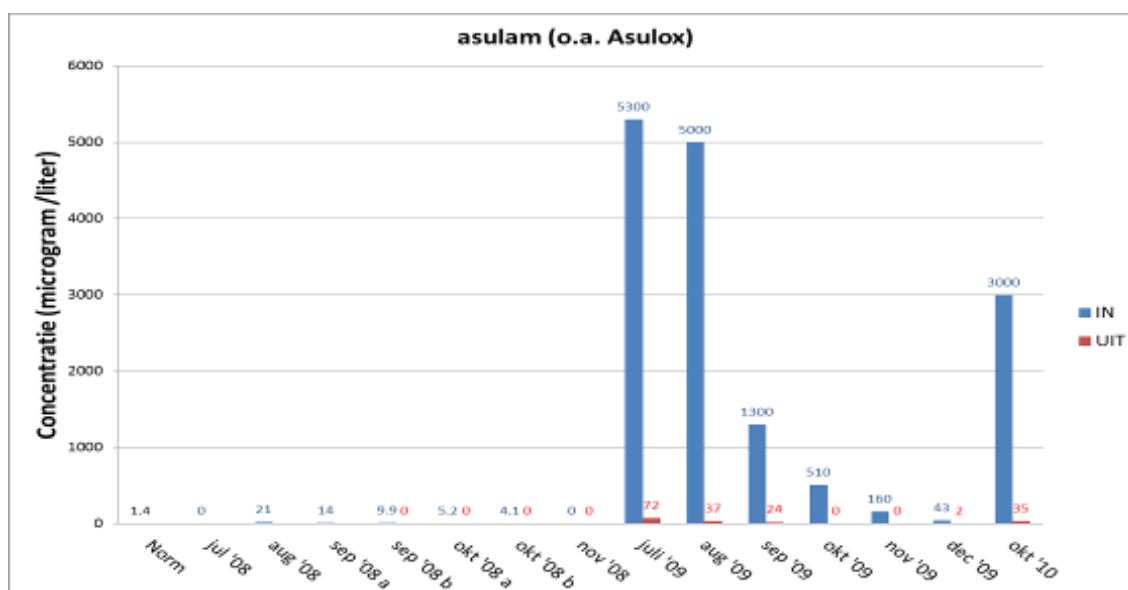
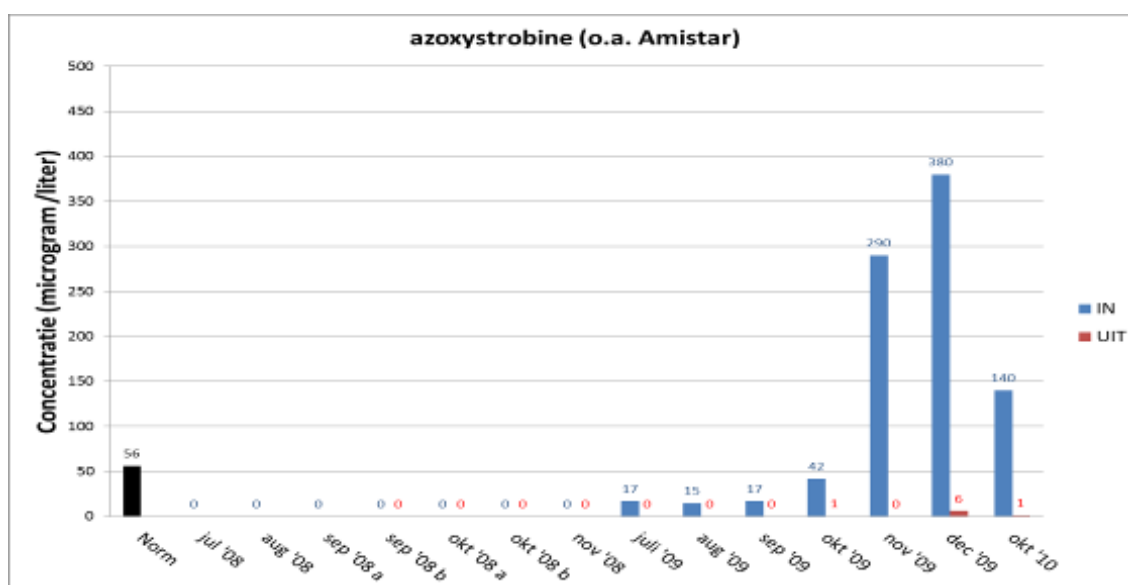
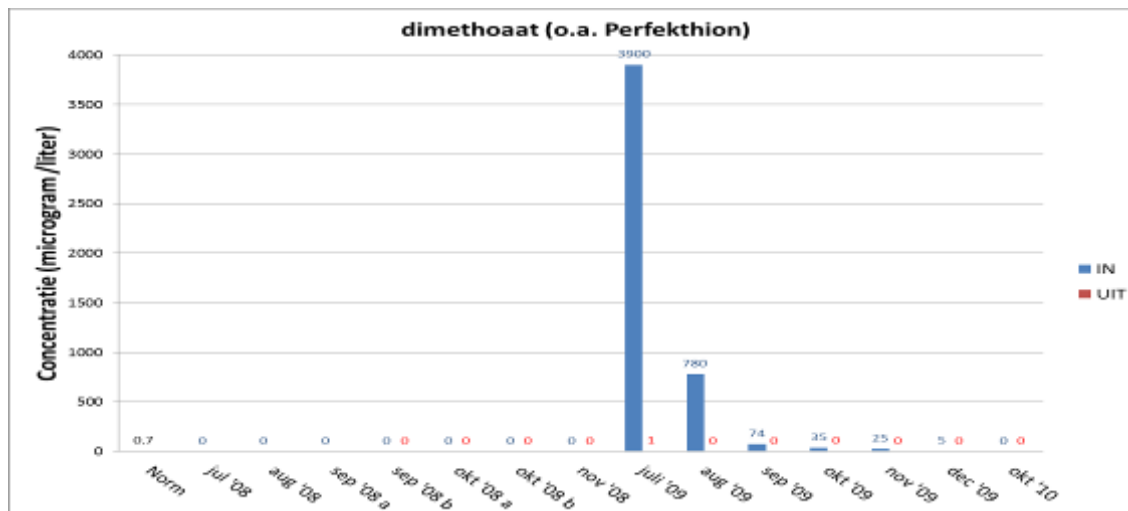
Bijlage 6: HG '08-'10: Concentraties in en uit biofilter

Voor de stoffen met toegelaten landbouwkundige gebruik met de hoogste concentraties ten opzichte van de norm.



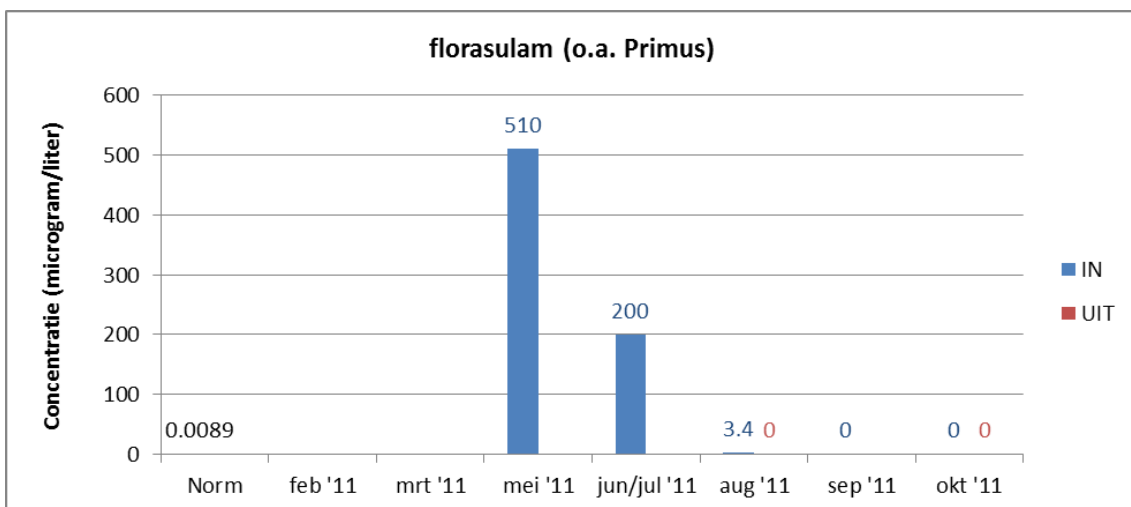
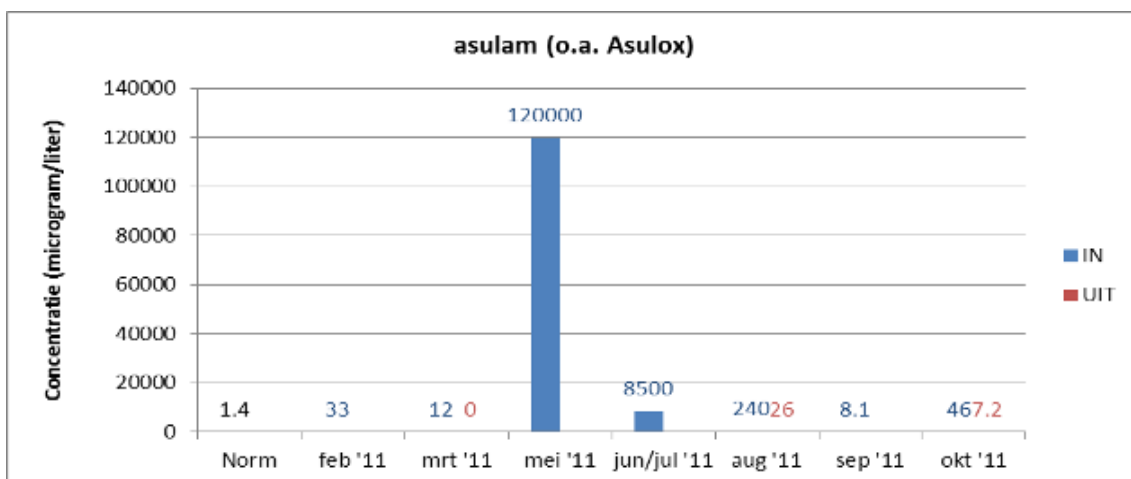
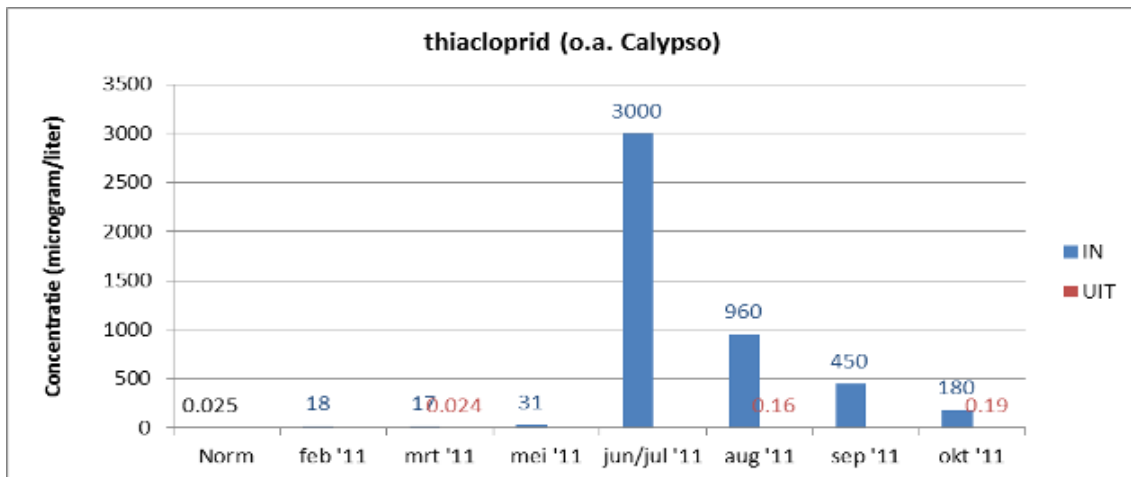


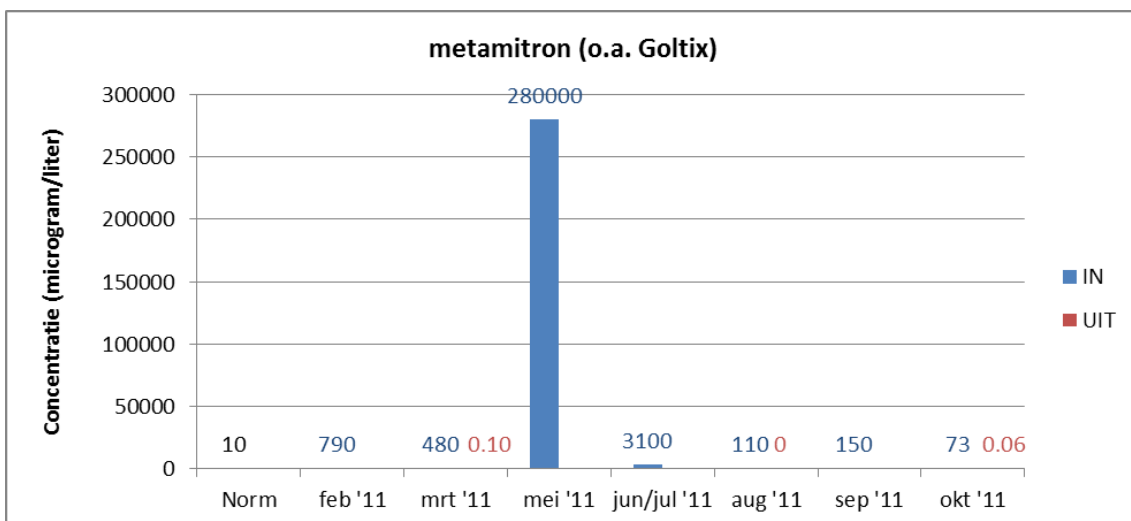
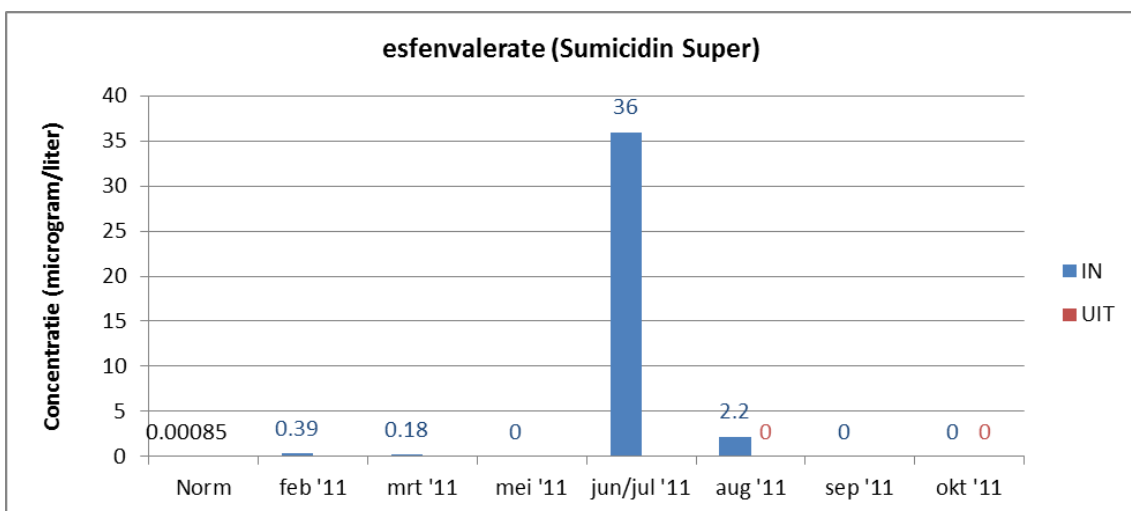
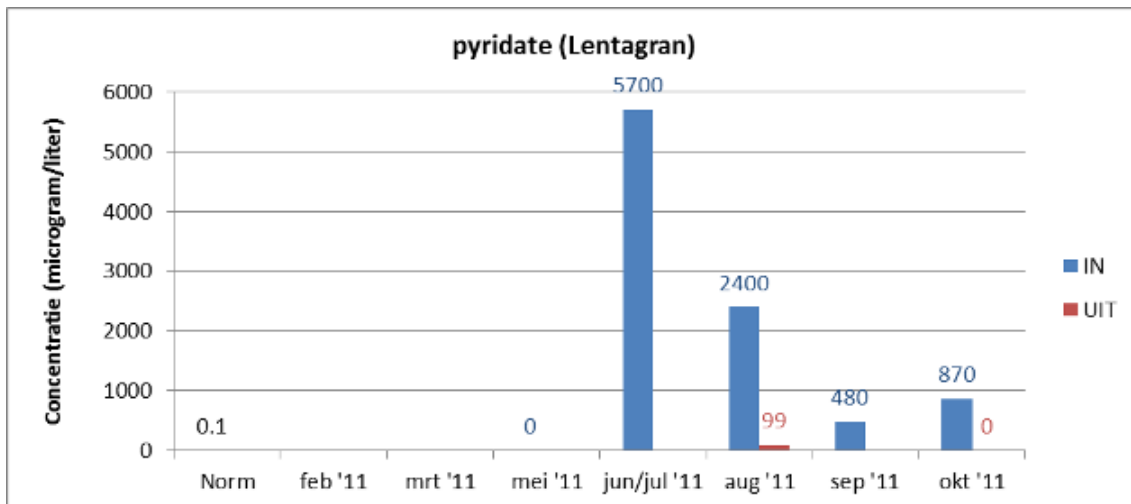


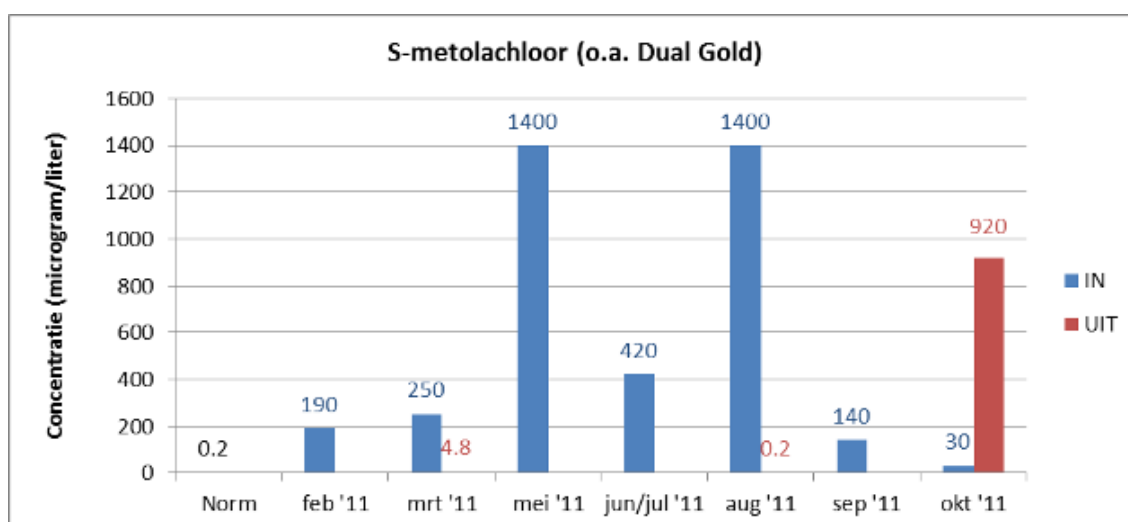
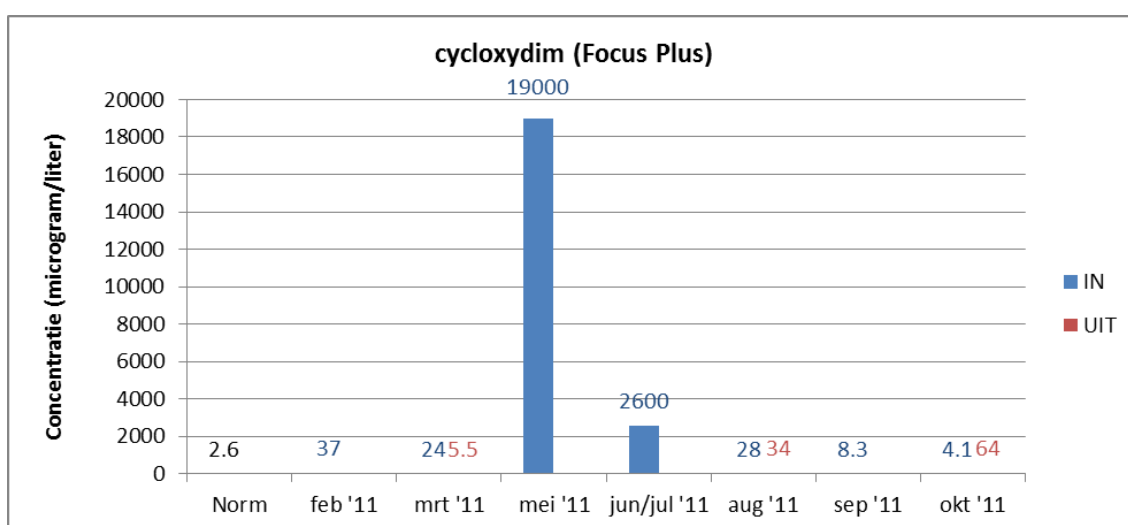
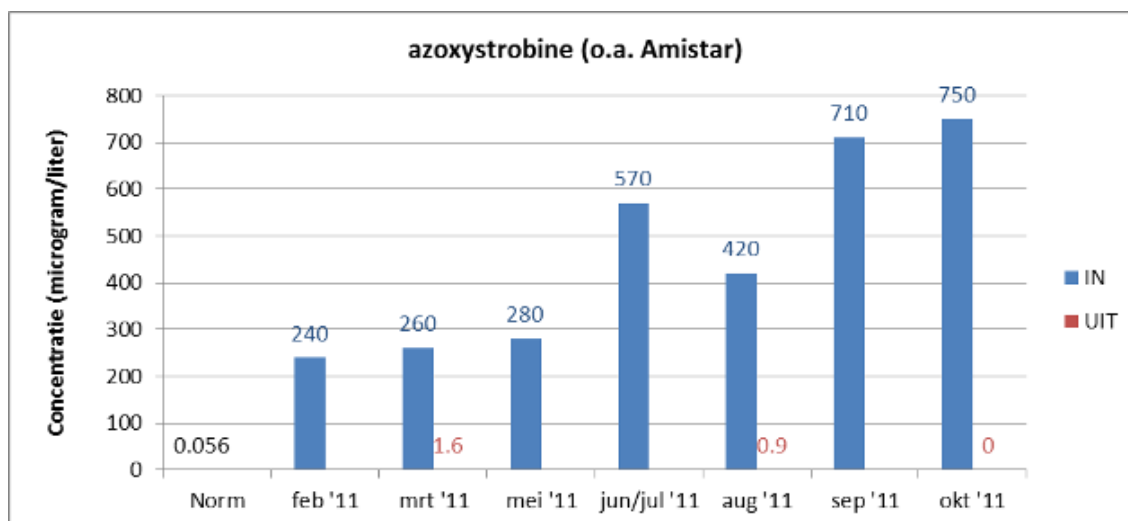


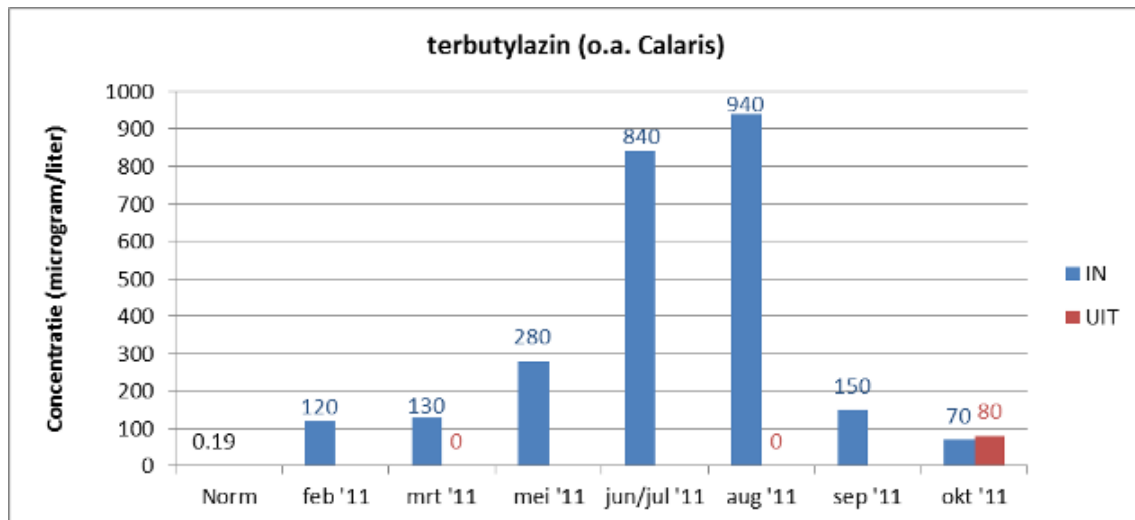
Bijlage 7: HG '11: Concentraties in en uit fyto bac

Voor de stoffen met toegelaten landbouwkundige gebruik met de hoogste concentraties ten opzichte van de norm.



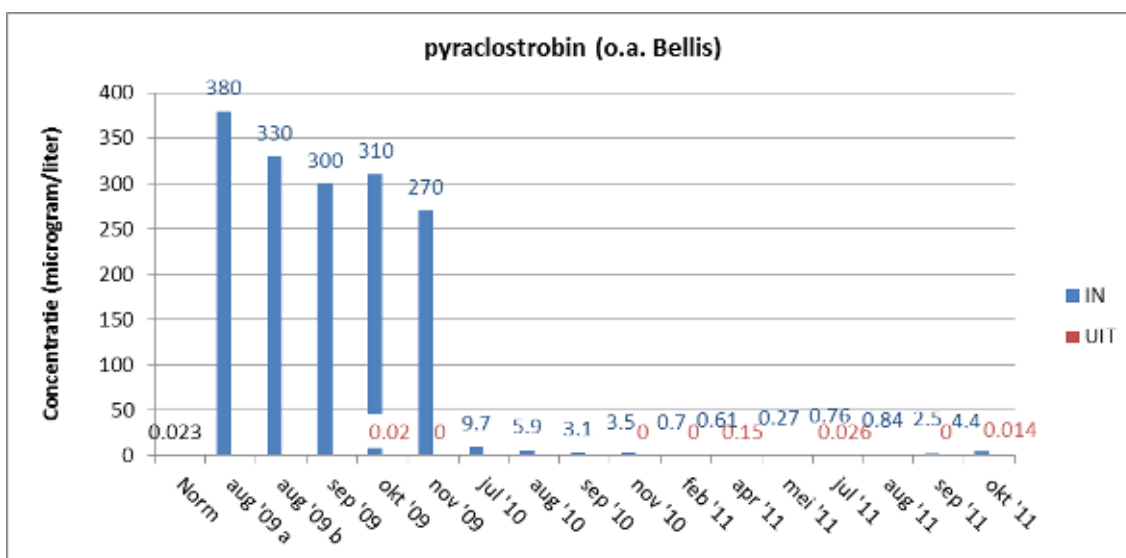
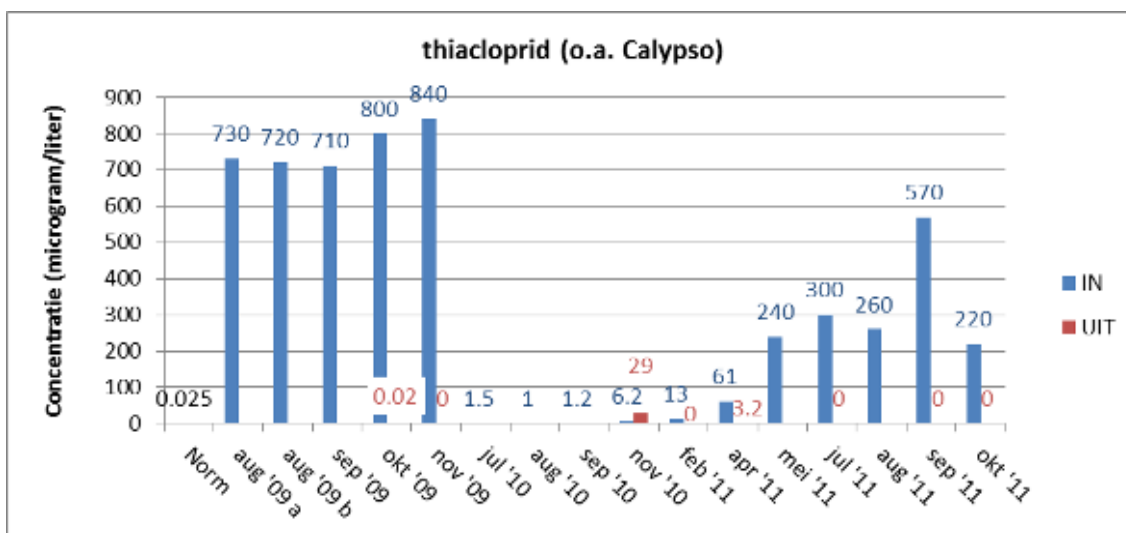


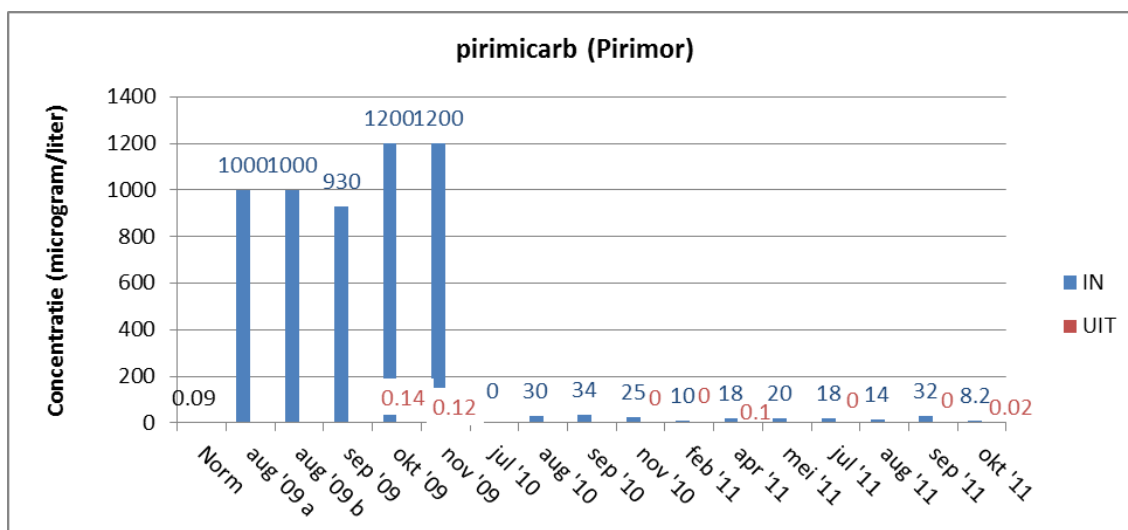


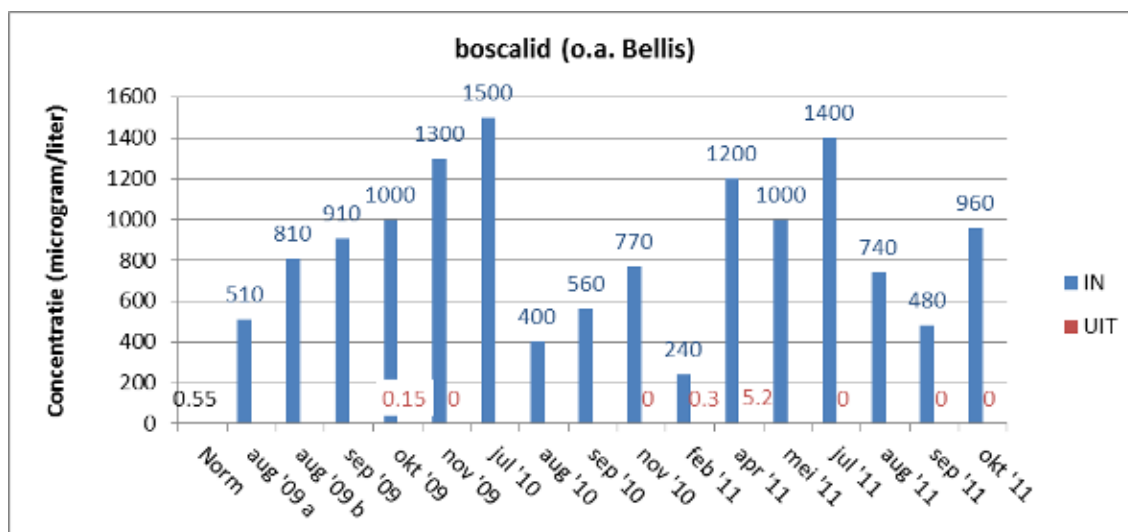
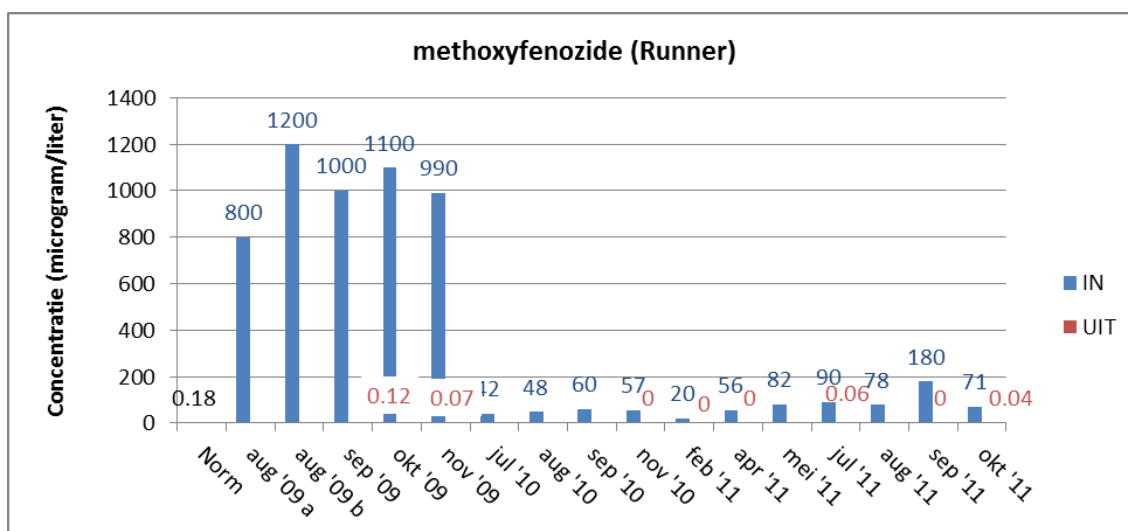
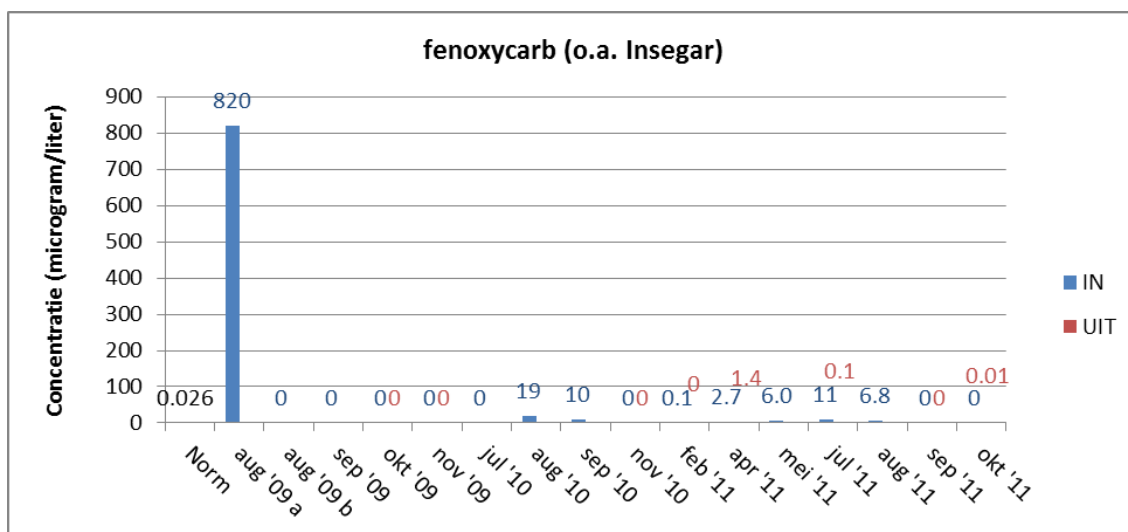


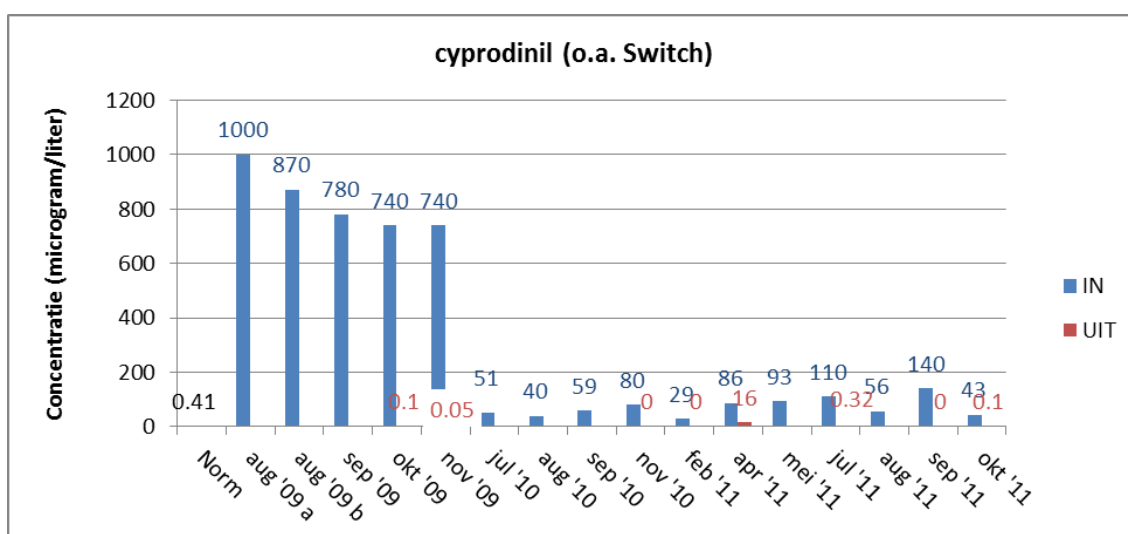
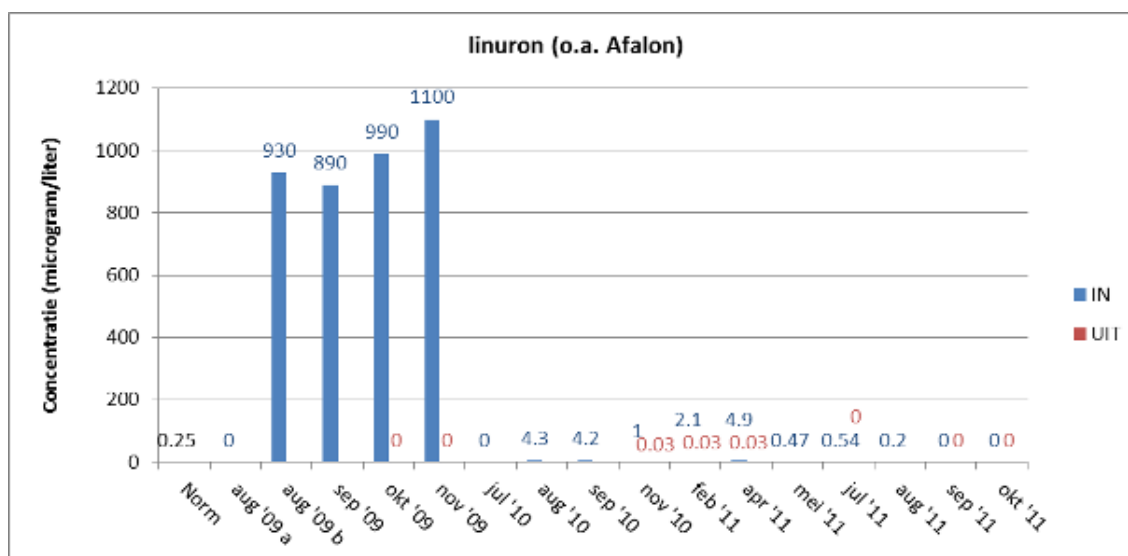
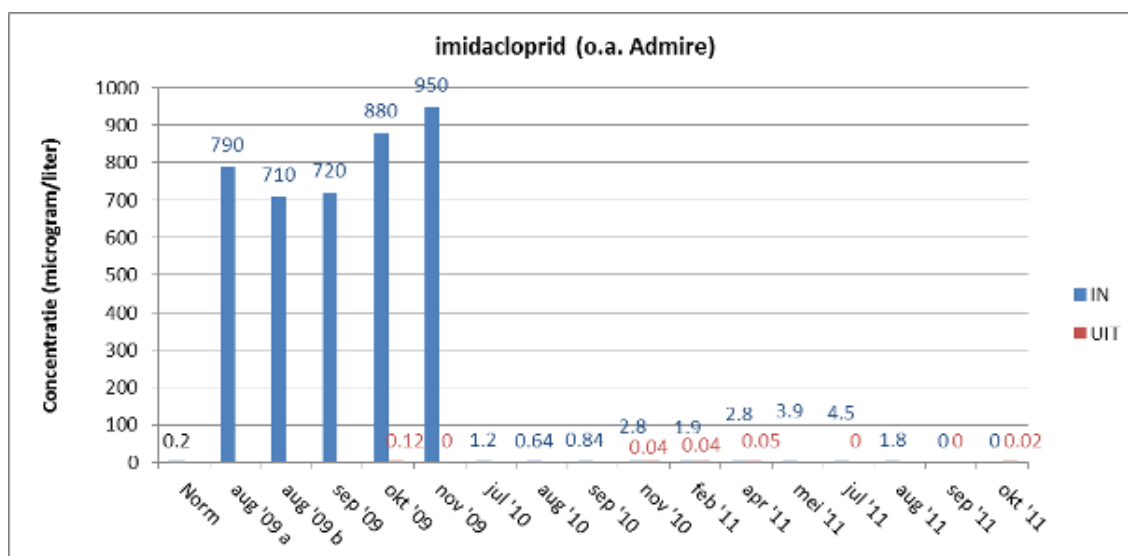
Bijlage 8: GOY '09-'10: Concentraties in en uit biofilter

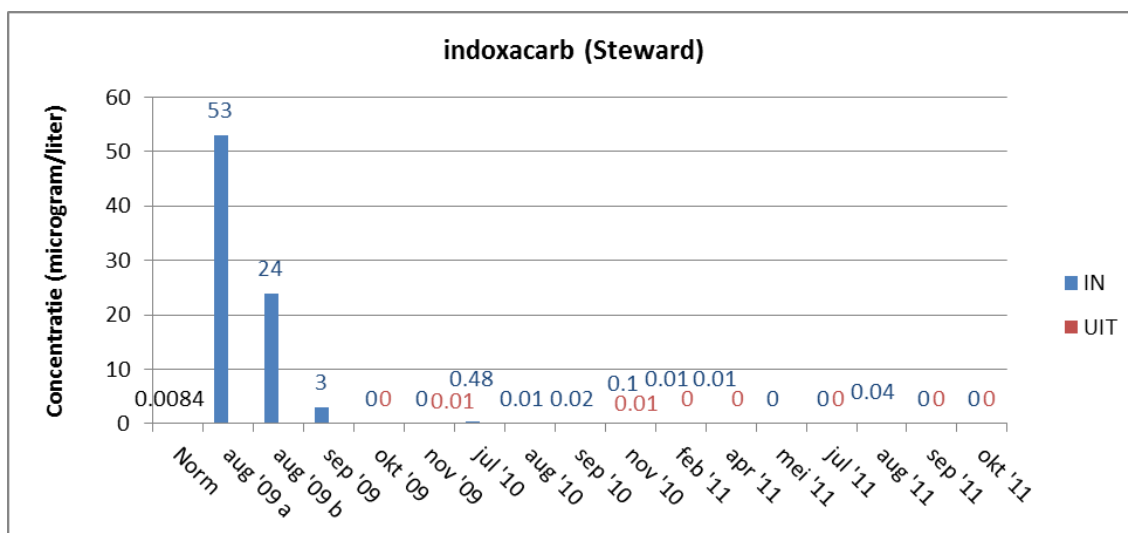
Voor de stoffen met de hoogste concentraties ten opzichte van de norm in influent of effluent. In 2009 is met kunstmatig samengesteld substraat gewerkt. Daarna met afvalwater van vul en spoelplaats.





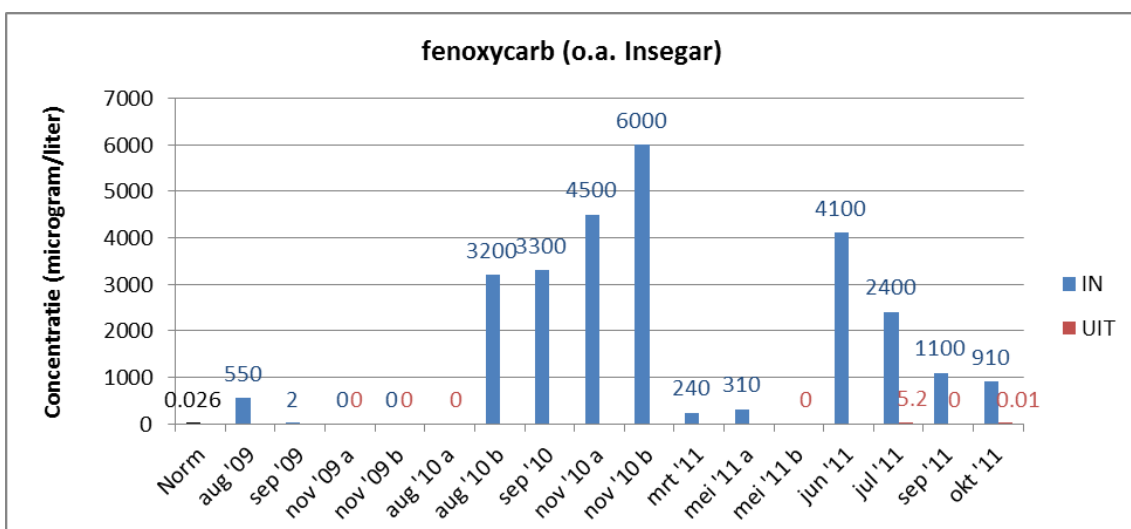
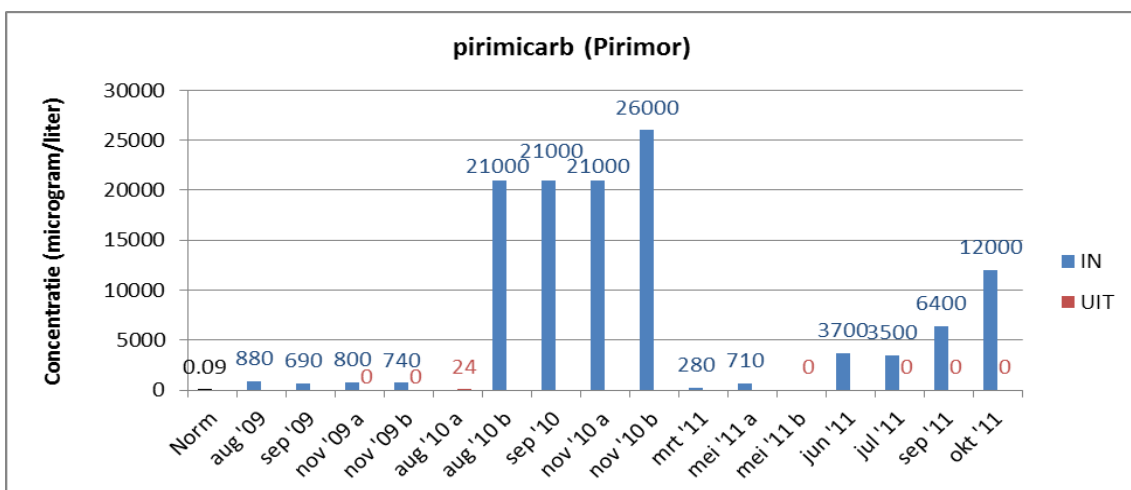
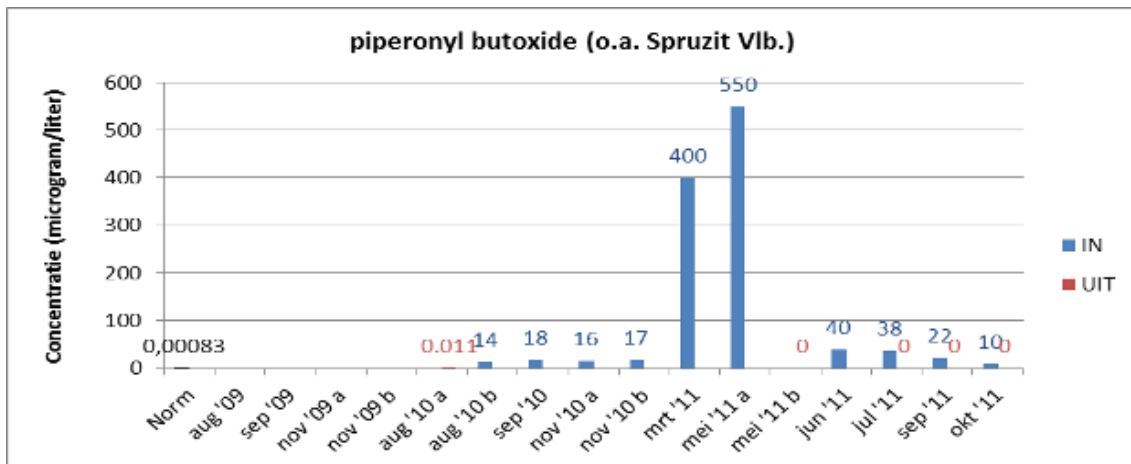


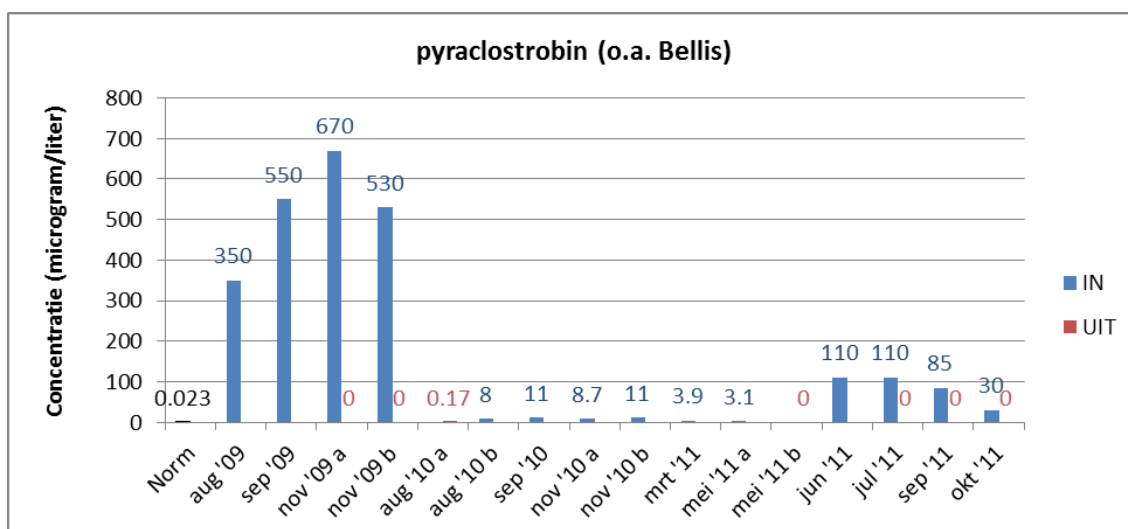
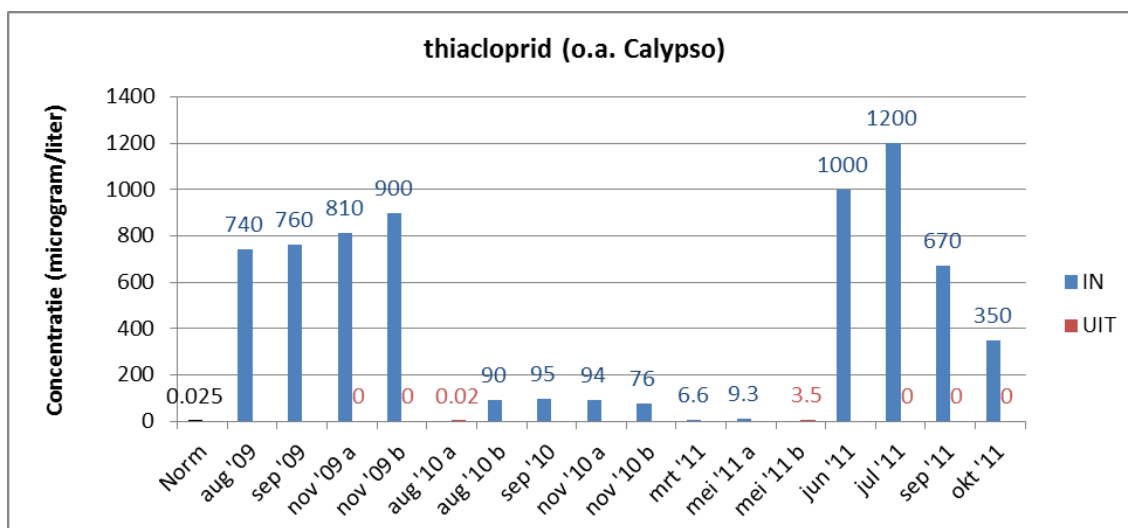
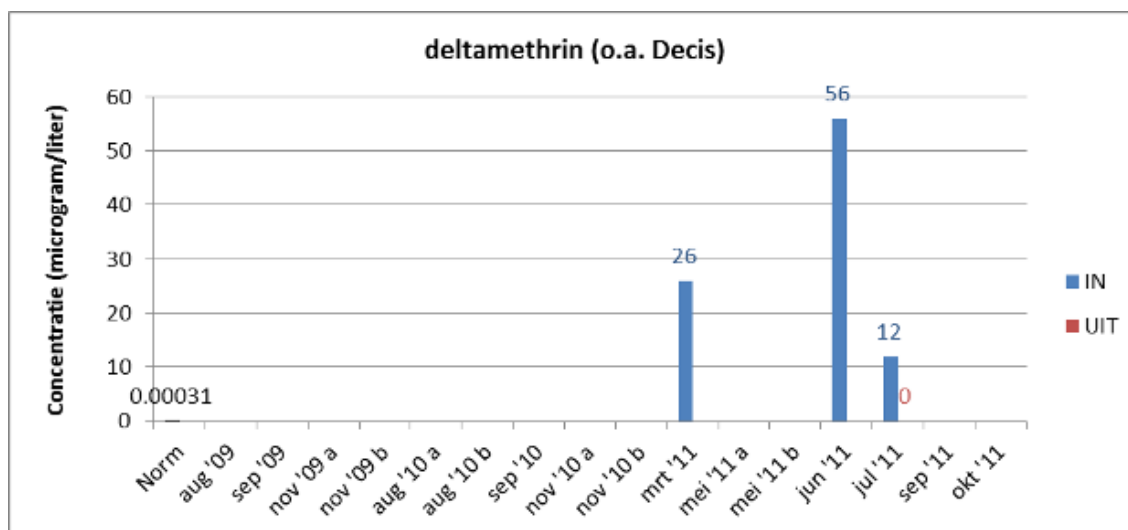


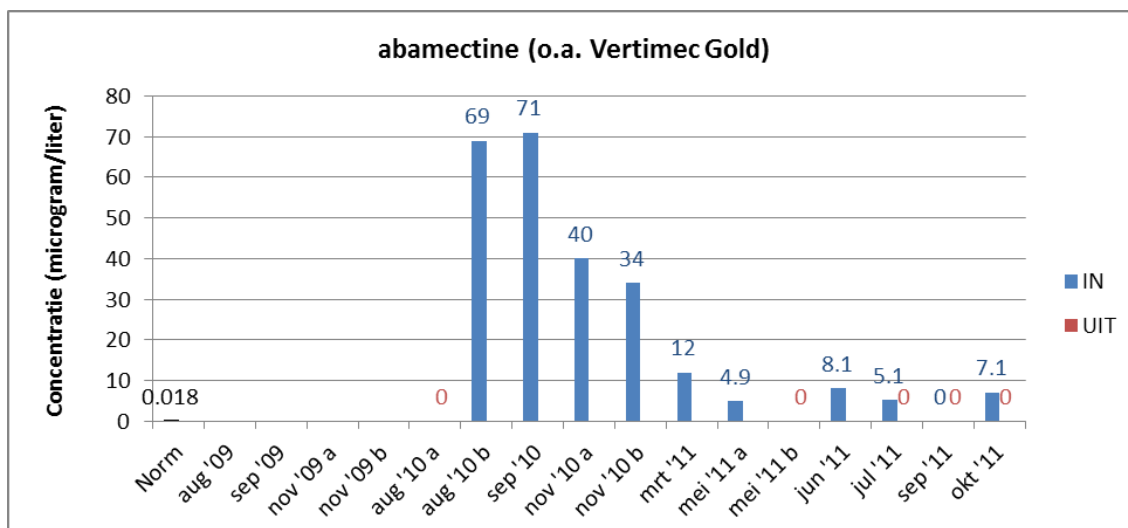
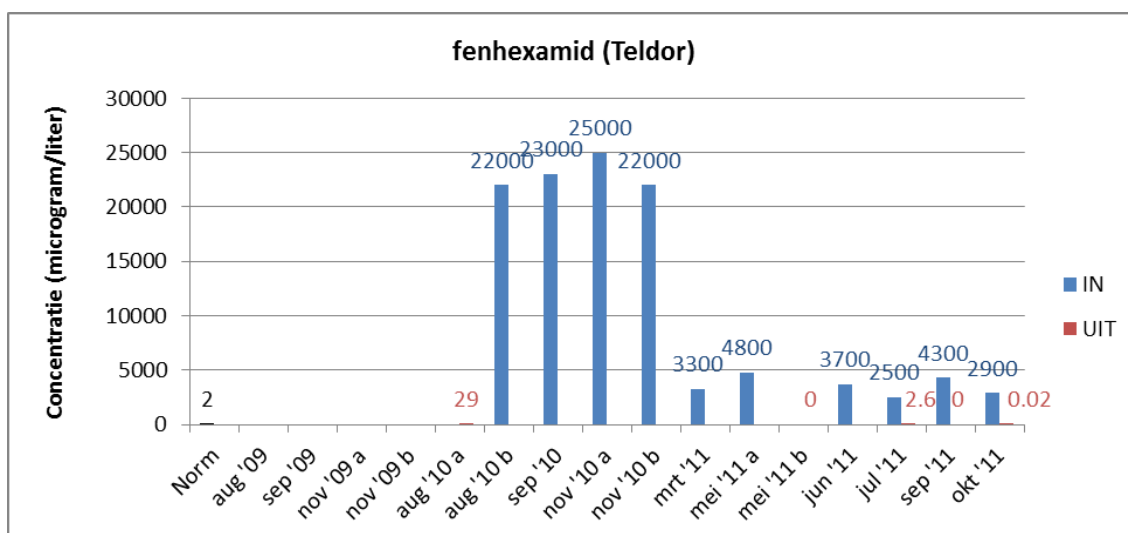
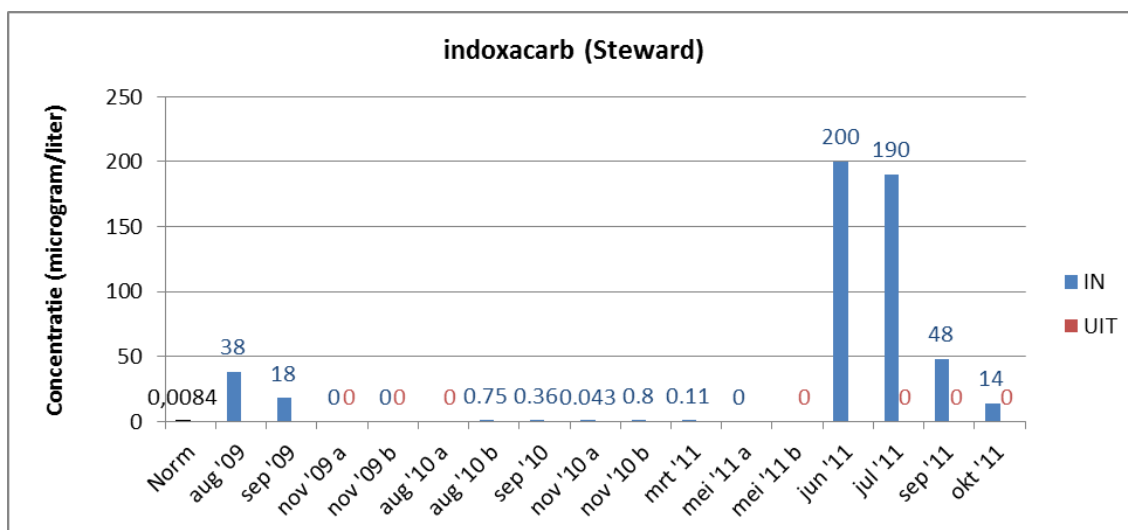


Bijlage 9: RN '09-'11: Concentraties in en uit biofilter

In 2009 is met kunstmatig samengesteld substraat gewerkt. Daarna met afvalwater van de vul- en spoelplaats. De effluentmeting van 2010 is gerelateerd aan het influent van 2009. Grafieken voor de stoffen met een toegelaten landbouwkundige toepassing en de hoogst aangetroffen waarden in het in- of effluent ten opzichte van de waterkwaliteitsnorm.







Bijlage 10: UT2 '10-'11: Concentraties in en uit biofilter

Grafieken voor de stoffen met een toegelaten landbouwkundige toepassing en de hoogst aangetroffen waarden in het in- of effluent ten opzichte van de waterkwaliteitsnorm.

