



Waterbehandeling bij fruitsorteerinstallaties

Ontwikkeling van een prototype

Definitief



Europese Unie

Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling

In opdracht van:
Waterschap Scheldestromen
Postbus 1000
4330 ZW MIDDELBURG

Grontmij Nederland B.V.
De Bilt, 9 februari 2012

Verantwoording

Titel : Waterbehandeling bij fruitsorteerinstallaties
Subtitel : Ontwikkeling van een prototype
Projectnummer : 270267
Referentienummer : W&E-1034497-RM/hh
Revisie : D1
Datum : 9 februari 2012

Auteur(s) : dr. H.P.M. van Vliet, ir. M. Wenneker, ir. R.J.A. Meulenkamp
E-mail adres : ruben.meulenkamp@grontmij.nl
Gecontroleerd door : ing G.J. Notenboom
Paraaf gecontroleerd : 
Goedgekeurd door : dr.ir. A.J. Oomens
Paraaf goedgekeurd : 
Contact : Grontmij Nederland B.V.
De Holle Bilt 22
3732 HM De Bilt
Postbus 203
3730 AE De Bilt
T +31 30 220 74 44
F +31 30 220 02 94
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	5
1 Inleiding.....	6
2 Ontwerp van de proefinstallatie	8
2.1 Inleiding.....	8
2.2 Eerste ontwerp.....	8
3 Batchproeven.....	13
3.1 Schoonwaterproeven.....	13
3.2 Vuilwaterproeven	14
3.3 Batchproeven fruit met sproeien en dompelen.....	16
3.4 Batchproeven fruit met zepen.....	16
3.5 Batchproeven fruit met ultrasone behandeling.....	17
3.6 Conclusies batchproeven.....	17
4 Eerste Duurproef.....	18
4.1 Permanent gebruik.....	18
4.2 Metingen over het weekend.....	19
4.3 Conclusies uit de eerste duurproef	21
5 Tweede duurproef.....	22
5.1 Opzet van de tweede duurproef	22
5.2 Bevindingen	23
5.2.1 Verblijftijd van het fruit in de installatie.....	23
5.2.2 Water: visuele beoordeling	23
5.2.3 Water: redoxpotentiaal, CZV, troebeling en gehalte aan zwevend stof	24
5.2.4 Water: gewasbeschermingsmiddelen.....	26
5.3 Conclusies uit de tweede duurproef	28
6 Derde duurproef.....	29
6.1 Opzet van de derde duurproef.....	29
6.2 Simulatie eindlozing	30
6.3 Simulatie eindlozing: belaadbaarheid actieve kool.....	30
6.4 Bevindingen	31
6.4.1 Water: visuele beoordeling	31
6.4.2 Water: CZV, zwevende stof.....	31
6.4.3 Water: gewasbeschermingsmiddelen.....	32
6.4.4 Houtverduurzamers	33
6.4.5 Simulatie eindlozing: gewasbeschermingsmiddelen	33
6.4.6 Simulatie eindlozing: belaadbaarheid actieve kool.....	34
6.4.7 Slib: gehaltenes gewasbeschermingsmiddelen.....	36
6.5 Conclusies derde duurproef.....	36
7 Residu van GBM op fruit.....	37
7.1 Inleiding.....	37
7.2 Resultaten.....	37

7.2.1	Contaminatie van vruchten met residu uit het sorteerwater	39
8	Kostenindicatie.....	40
8.1.1	Kapitaalslasten.....	40
8.1.2	Operationele kosten.....	41
8.1.3	Jaarlijkse lasten	43
9	Conclusie en aanbevelingen.....	44
9.1	Conclusie	44
9.2	Aanbevelingen	45

Bijlage 1: Werking en aanpassing van de dumper en lamellen separator

Bijlage 2: Analysegegevens tweede duurproef

Bijlage 3: Analysegegevens derde duurproef

Bijlage 4: Publicaties en kennisdeling

Samenvatting

Doel van het project is het ontwikkelen van een praktijkrijpe oplossing voor de problematiek met betrekking tot het lozen van ernstig met gewasbeschermingsmiddelen verontreinigd fruittransportwater, zodat emissies naar water kunnen worden beëindigd. Binnen het project is een proefinstallatie ontworpen en gerealiseerd die op locatie gedurende langere tijd (drie duurproeven) getest is. Ter ondersteuning zijn ook losstaande proeven uitgevoerd.

Vastgesteld is dat de zuivering een sterk positieve invloed heeft op de waterkwaliteit van het sorteerwater. Het sorteerwater kan veel langer gebruikt worden, hierdoor wordt het waterverbruik verminderd. Daarnaast is vastgesteld dat water geloosd kan worden wat vrijwel vrij is van gewasbeschermingsmiddelen, en ruim voldoet aan de MTR waarden. Belangrijk is, dat de installatie relatief eenvoudig te bedienen is, maar dat deze wel enige aandacht vereist. Een belangrijk effect is dat er ook een positieve invloed is vastgesteld op gemeten residuen van gewasbeschermingsmiddelen op het fruit. Deze zijn voor een aantal middelen lager.

De zuiveringsinstallatie, welke continu in bedrijf is, bestaat uit de volgende onderdelen:

- lamellenseparator;
- ozonbehandeling.

Indien water geloosd moet worden, wordt er geloosd via de zuiveringsinstallatie, maar met een nageschakeld actiefkoolfilter. Hiermee worden de laatste resten gewasbeschermingsmiddelen verwijderd.

De investeringskosten voor een complete installatie bedragen ongeveer € 55.000 tot € 60.000. De totale meerkosten per jaar bedragen dan ongeveer € 17.000 inclusief rente en afschrijving.

1 Inleiding

Bij het sorteren van fruit wordt vaak gebruik gemaakt van een waterdumper en watertransportbanen. Het fruit wordt via de transportbanen naar de sorteerlijn geleid. Het fruittransportwater raakt langzaam verontreinigd met organisch materiaal en gewasbeschermingsmiddelen. Op enig moment is het water dusdanig verontreinigd, dat het moet worden ververst. Indien aanwezig bestaat de behandeling van het water in de fruitsorteerinstallaties uit het in deelstroom afscheiden van zwevend stof in een lamellenseparator. In de praktijk blijkt dit onvoldoende, om het water langer dan 1 tot 2 weken te kunnen gebruiken. Het afvalwater wordt vaak uitgereden op fruitpercelen. De voorkeur gaat echter uit naar een behandeling, die een lozing, vrij van gewasbeschermingsmiddelen, op oppervlaktewater of riool mogelijk maakt.

De bestuurlijke verantwoordelijken en de grondgebruikers willen zowel kwalitatief als kwantitatief goed voorbereid zijn op de definitieve invoering van de kaderrichtlijn water (KRW) en aan hun verplichtingen ten aanzien van de invulling hiervan voldoen. Zij werken hiertoe samen in het project Interactief Waterbeheer. Onderdeel daarvan is het project "Onderzoek zuivering Fruittransportwater". Dit is een duo-project met het PC Fruit project waarbij een mobiele zuiveringsinstallatie (Perkeo5) is getest. Doel van het project is het ontwikkelen van een praktijkrijpe oplossing voor de problematiek met betrekking tot het lozen van ernstig met gewasbeschermingsmiddelen verontreinigd fruittransportwater, zodat emissies naar water kunnen worden beëindigd.

Een mogelijke oplossing is het water verregaand te zuiveren, zodat kan worden bereikt, dat het water:

- veel langer kan worden gebruikt, voor het (i.v.m. geuroverlast en vervuiling) ververst moet worden;
- een (groter) deel van de residuen van gewasbeschermingsmiddelen van het fruit verwijderd, waardoor een positieve bijdrage aan de voedselveiligheid ontstaat;
- geloosd kan worden op de riolering of het oppervlaktewater.

Met het oog hierop is een project geformuleerd, waarin antwoordt gegeven dient te worden op drie hoofdvragen:

- ontwerp en bouw een praktijkrijp prototype voor het zuiveren van fruittransportwater en monitor de werking hiervan;
- bepaal de invloed op de voedselveiligheid;
- bepaal de invloed op de productkwaliteit in termen van het uitstalleven.

Als opdrachtgever voor het onderzoek treedt op Waterschap Scheldestromen. De realisatie van de installatie vindt plaats op de locatie Fruit Packing Zeeland (FPZ), Kapelle. Het onderzoek wordt uitgevoerd door Grontmij en Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, sector fruit (PPO). Nederlandse Fruittelers Organisatie (NFO) treedt op als projectleiding. Op grond van de algemene voorwaarden en de projectomschrijving worden de in het kader van de opdracht opgestelde producten, rapportages, en verslagen (geestelijk) eigendom van het waterschap (dit was eerst Zeeuwse Eilanden, maar nu Scheldestromen als rechtsopvolger). Gebruiksrechten kunnen verkregen worden na schriftelijk verzoek aan en schriftelijke toestemming van het waterschap.

Het onderzoek is uitgevoerd in een aantal stappen. Op basis van theoretische overwegingen is een voorontwerp gemaakt voor een behandelingseenheid. Vervolgens is op basis van batchproeven de haalbaarheid van de theoretische uitgangspunten getoetst. Dit heeft zich vertaald

naar het ontwerp van de behandelingseenheid. Met deze eenheid zijn schoonwatertesten, vuilwatertesten en duurproeven uitgevoerd.

Het ontwikkelen van een praktijkrijpe zuiveringsmethode is een vervolg op eerdere (literatuur)studies (als "Behandeling van het afloopwater van waterdumpers", Grontmij Nederland bv 2007 en "Concentraties bestrijdingsmiddelen in fruittransportwater bij nat sorteren van fruit", Alterra 2006).

2 Ontwerp van de proefinstallatie

2.1 Inleiding

In de installatie van FPZ werd het water behandeld door middel van een lamellenseparator. Het project richt zich op de aanvullende behandeling van het water na de lamellenseparator. Op 17 april 2009 is een bezoek gebracht aan de locatie om de mogelijkheden voor het plaatsen van de nieuwe installatie na te gaan. Daarbij werd geconstateerd, dat de lamellenseparator onvoldoende functioneerde, om als basis te kunnen dienen voor de verdere behandeling van het fruittransportwater. De afscheiding van zwevende stof was suboptimaal, waardoor in de proefinstallatie verstoppingen optraden en de installatie te zwaar met organische vervuiling belast werd. Daarnaast leek er ook in de waterdumper ruimte voor verbetering.

Hoewel (het verbeteren van) de werking van de lamellenseparator en de dumper niet onder de scope van het project viel, is een goede werking van in ieder geval de lamellenseparator noodzakelijk, om tot een goede vervolgbehandeling te komen. Daarom zijn er met name aan de lamellenseparator in de loop van het project toch de nodige aanpassingen uitgevoerd. Bijlage 1 geeft een overzicht van de werkzaamheden en aanpassingen die gedaan zijn aan de lamellenseparator om deze goed te laten functioneren.

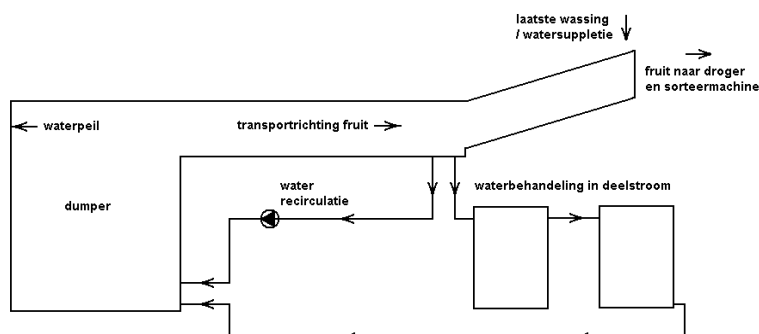
De uitgangspunten voor het ontwerp van de proefinstallatie zijn:

- zo weinig mogelijk behandelstappen;
- modulaire opzet;
- eenvoud in gebruik;
- bedrijfseconomisch inpasbaar.

Het eerste ontwerp is op basis van de gedurende het project opgedane ervaring meermaals aangepast. Daarbij is steeds vastgehouden aan de uitgangspunten.

2.2 Eerste ontwerp

Voor het eerste ontwerp werd voortgegaan op de inzichten zo die bestonden na uitvoering van de voorstudie ("Behandeling van het afloopwater van waterdumpers", Grontmij Nederland bv, 2007) en inzichten, verkregen door de uitvoering van testen met op de verwijdering van (afbraakproducten van) medicijnresten gerichte installaties (Mondelinge mededelingen vanuit Project Sleen I, Grontmij, 2007 - 2008). In Figuur 2-1 is de waterbehandeling schematisch weergegeven.



Figuur 2-1: Blokschema waterstromen (bron: Grontmij Nederland bv, 2007)

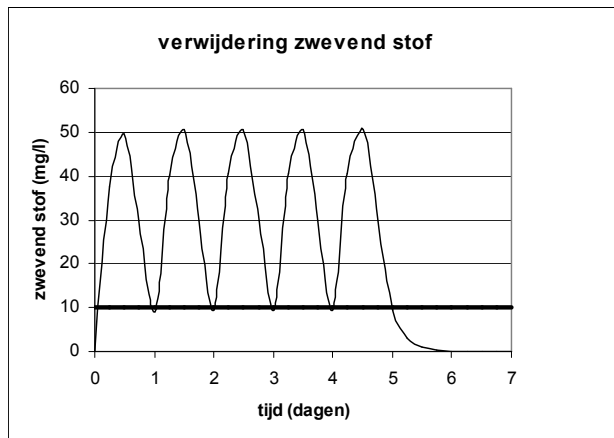
De onderdelen van de totale waterbehandeling zijn:

- eerste blok, bestaand:
 - lamellenseparator;
- tweede blok, nieuw:
 - koelfilter;
 - twee ozonreactoren in serie;
 - koelfilter.

De behandeling ná de lamellenseparator dient te worden belast met een laag gehalte aan zwevend stof (in verband met het voorkomen van verstopping, vervuiling, concurrerende consumptie van ozon). Als "laag" is gekozen voor een gehalte van circa 10 mg zwevend stof per liter (mede in relatie met mogelijke lozings-eisen). In een vroeg stadium van het project is modelmatig nagegaan, of met een lamellenseparator dergelijke gehalten haalbaar zijn. Voor deze simulatie waren de uitgangspunten:

- dumper 10 m³;
- 15 sorteeringen per werkdag;
- continue behandeling (24 uur per dag, 7 dagen per week) van het water in deelstroom (2 m³/h);
- een relatief laag afscheidingsrendement voor zwevend stof in de lamellenseparator (80%).

In Figuur 2-2 is het resultaat van een van de simulaties weergegeven.

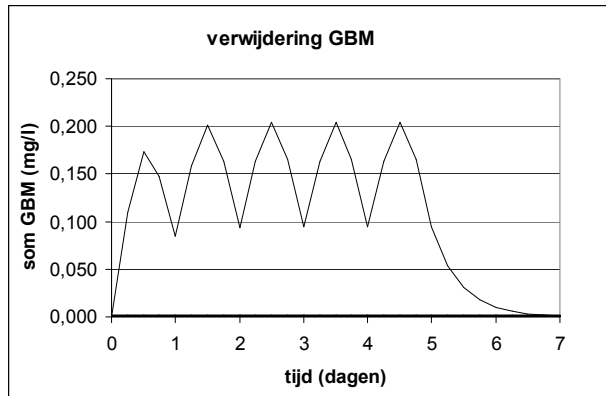


Figuur 2-2: Modelmatig berekende verwijdering van zwevend stof

Zoals blijkt uit de grafiek bouwt het gehalte aan zwevend stof gedurende de dag langzaam op, waarna het in de nacht weer daalt naar lage waarden. Dit beeld komt overeen met hetgeen in de praktijk wordt waargenomen: overdag wordt het water troebel (d.w.z. is er sprake van gehalten van duidelijk boven de 10 mg/l), de volgende ochtend is het water weer (vergaand) helder. Op basis van de praktijkervaring, de theoretische overwegingen met betrekking tot de oppervlaktebelasting en de simulatieresultaten is in de beginfase van het onderzoek gesteld, dat de bestaande lamellenseparator, mits goed bedreven, adequaat is voor de onderzoekslocatie.

Op basis van uit batchproeven verkregen gegevens over de afbraak van gewasbeschermingsmiddelen (GMB) is vervolgens modelmatig nagegaan, welke eisen aan de ozonreactoren gesteld moeten worden. Bij een verblijftijd van 1 uur is voor de concentratie in de bulk een verwijderingsrendement van gemiddeld 60% gevonden. Uitgaande van een aanvullend laag geschat rendement van een koelfilter van eveneens 60% kan het gemeenschappelijk rendement op minimaal 84% worden gesteld. In Figuur 2-3 is een voorbeeld opgenomen van een van de simulaties. Voor deze simulatie waren de uitgangspunten:

- volume dumper 10 m³;
- 15 sorteeringen per werkdag;
- continue behandeling (24 uur per dag, 7 dagen per week) in deelstroom van 1 m³/uur;
- een laag rendement van 84%.

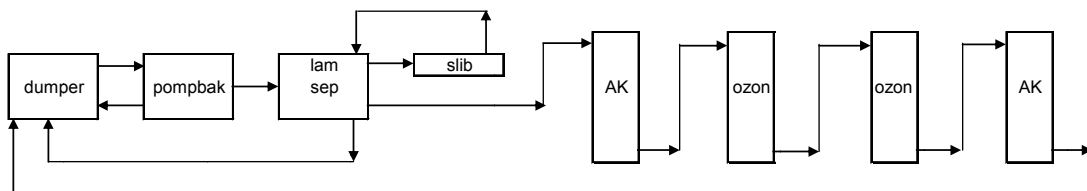


Figuur 2-3: Modelmatig berekende verwijdering van GMB

Op basis van deze gegevens is een ontwerp gemaakt voor een installatie, bestaand uit de volgende modulaire onderdelen:

- ingaande pomp en zeef, functie aanvoer en affiltreren van eventueel resterend grof zwevend stof;
- actiefkoolfilter met relatief grove kool, functie afvlakken van concentratiepieken (uit dit filter mogen in de loop van de tijd de in eerste instantie afgevangen pieken gewasbeschermingsmiddel langzaam weer vrijkomen) en biologische CZV (Chemisch Zuurstof Verbruik)-afbraak;
- ozonreactor 40 – 30 g ozon/uur (1,5 – 2 maal de capaciteit, zoals gebruikt in de batchtesten), in tegenstroom en uitgevoerd in twee modules voor verhoogde effectiviteit, functie afbraak gewasbeschermingsmiddelen;
- actiefkoolfilter met relatief fijne kool, functie guard en vernietigen restozon.

De behandeling vindt plaats op een deel van het water, dat is voorbehandeld in de lamellenseparator. Door deze aanpak kunnen de fruitsorteerinstallatie, de lamellenseparator en de aanvullende behandeling vergaand onafhankelijk van elkaar worden bedreven en geoptimaliseerd.



Figuur 2-4: Nadere uitwerking van het blokschema waterstromen van figuur 1 op basis van de batchproeven en de modelberekeningen



Figuur 2-5: Gerealiseerde installatie. Van links naar rechts slibbezinkbak en lamellenseparator (bestaand), in line filter 50-75 µm, eerste actiefkoolfilter, eerste ozonreactor, ozongenerator met daarachter de tweede ozonreactor, tweede actiefkoolfilter.

De installatie wordt onder vrij verval bedreven, tussen de verschillende processtappen zijn geen extra pompen opgenomen. Voor de testen met verontreinigd water is eerst een zogenaamde schoonwatertest uitgevoerd. Tijdens deze test bleek, dat de drukval over de reactoren er toe leidde, dat er water uittrad. De reactoren zijn voorzien van opgaand leidingwerk om hydrostatische tegendruk te leveren. Het nemen van proeven met de maximaal haalbare redoxpotentiaal in de ozonreactoren leidde tot ozonoverlast in de werkruimte. Om lekkage van ozon naar de werkplekatmosfeer te voorkomen zijn afgasleidingen door het dak aangebracht.

Na de schoonwatertest is de installatie kort in gebruik genomen met vuilwater. Het bleek, dat de actiefkoolfilters snel verstopten. Het plaatsen van een 50 - 75 μm *in line* filter (zichtbaar in figuur 3-5) bleek geen afdoende remedie. De ontwerpfunctie van het eerste koolfilter was tweeledig, afvangen van pieken gewasbeschermingsmiddel en biologische activiteit om het CZV en daarmee de ozonconsumptie te verlagen. In verband met het optreden van verstoppingen is het vereist, dat er een terugspoeloptie op het koolfilter wordt aangebracht. De technische vereisten zijn:

- meting drukval over het filter;
- mogelijk vergroten van het filter om voldoende "rijsvolume" (bedexpansie) te hebben;
- voorraadvat schoon water (effluent van de installatie);
- terugspoelpomp;
- tussenbuffer voor dumperwater, om bij terugspoelen het sorteren niet te verstoren;
- buffer voor gebruikt spoelwater met geleidelijke afvoer naar de lamellenseparator (direct terugspoelen naar dumper is ongewenst).

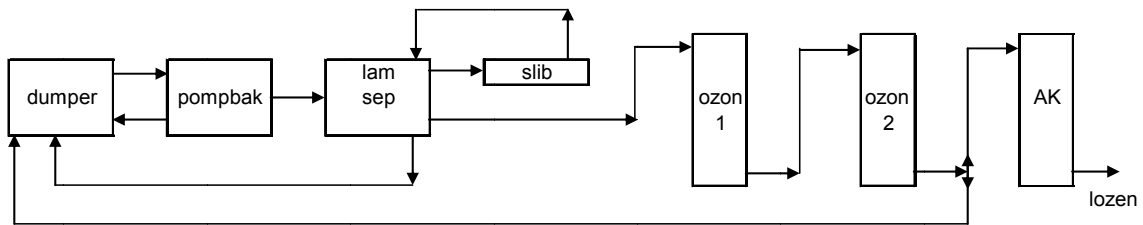
Deze uitbreiding voldoet niet aan de randvoorwaarden van zo weinig mogelijk processtappen en eenvoud van gebruik. Ook vanuit kostenooipunt is de optie niet aantrekkelijk (meerprijs circa € 15.000). Een alternatieve mogelijkheid is het in beweging houden van het koolstofbed. Hierdoor wordt afvangen van zwevend stof bemoeilijkt en bijgevolg het optreden van verstopping vertraagd. Mogelijkheden zijn:

- periodiek injecteren van lucht of water onder verhoogde druk;
- toepassen opstroomconfiguratie met aanpassen van de lineaire snelheid (lagere diameter filter).

Bij het periodiek injecteren van lucht is het effect op de voorziene biologische functie onzeker. Het "in beweging houden" van het bed bemoeilijkt de vorming van een stabiele biofilm. Het toepassen van een opstroomconfiguratie voorkomt alleen verstoppingen, als er sprake is van een "fluidised bed". Bij een fluïde bed blijven de koolstofdeeltjes bewegelijk doordat de opstroomsnelheid groter is dan de bezinksnelheid van de deeltjes in het bed, waardoor het filterbed gaat "zweven". Dit vereist stroomsnelheden, die leiden tot een te korte contacttijd voor adsorptie.

Omdat er geen (eenvoudige) oplossing is voor de problemen met het eerste koolfilter ligt het voor de hand, om dit filter niet meer te gebruiken. De verstoppingproblemen worden daardoor verplaatst naar het tweede koolfilter. Daarom dient ook dit filter buiten gebruik te worden gesteld.

Bij het laten vervallen van de koolfilters voor de permanente behandeling kan, als in de bestaande situatie gebruikelijk, één koolfilter worden nageschakeld bij het lozen van het water. Het voordeel is, dat de installatie eenvoudiger wordt, het nadeel, dat de verwijdering van de gewasbeschermingsmiddelen in het circulerende dumperwater bereikt moet worden door 2 van de 3 oorspronkelijk voorziene stappen. Voor het lozen van het water blijft de nazuivering door een koolfilter in stand. De eindversie van het blokschema van de waterstromen in weergegeven in Figuur 2-6.



Figuur 2-6: Eindversie blokschema waterstromen

De ozondosering wordt gestuurd middels redoxelektroden op de ozonreactoren. Tijdens de vuilwatertesten en de proeven is geconstateerd, dat de elektroden regelmatige reiniging behoeven. Daarom is op de elektroden een automatische periodieke luchtinjectie geïnstalleerd. Hiermee bleek het mogelijk, om de redoxelektroden voldoende schoon te houden.

Een vanuit de praktijk aangegeven knelpunt is de haalbare snelheid van lozen. Operationeel gaat de voorkeur uit naar het direct legen van dumper en pompbak, reinigen van de installatiedelen en vullen met nieuw water. Omdat de contacttijd met de kool voldoende lang moet zijn wordt de feitelijk mogelijke lozingsnelheid bepaald door de afmetingen van het koolfilter. Dit probleem kan worden ondervangen door het te lozen water op te slaan in een tussenbuffer en vanuit deze tussenbuffer te lozen. Dit vereist het installeren van een buffer en een aparte pomp, naast het aanpassen van het leidingwerk om de buffer vanuit de bestaande installatie te vullen. Binnen de randvoorwaarden van het project was geen ruimte voor deze aanpassing.

3 Batchproeven

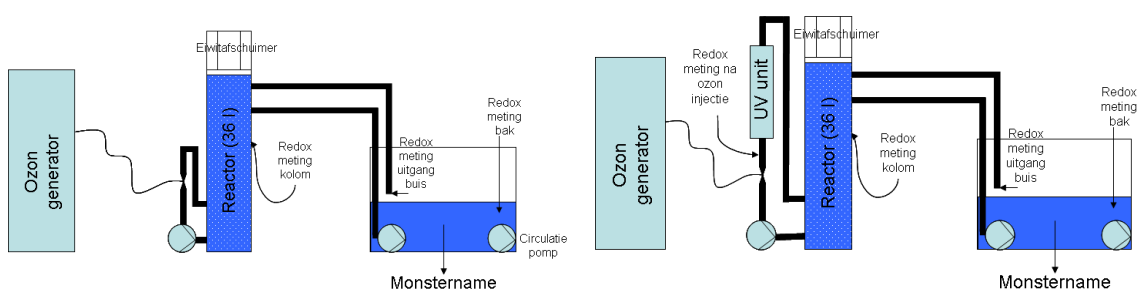
Ter voorbereiding op de duurproeven zijn diverse batchproeven uitgevoerd. Het merendeel hiervan vond plaats bij Van Antwerpen Milieutechniek en/of bij PPO. Ook is gebruik gemaakt van gegevens, die beschikbaar zijn gekomen uit door PPO separaat uitgevoerd onderzoek. Dit separate onderzoek liep parallel aan het onderhavige onderzoek. De in beide onderzoeken verkregen resultaten, ideeën en ontstane inzichten worden vrij uitgewisseld.

Onderzocht is:

- in schoon water hoe gewasbeschermingsmiddelen reageren op een behandeling met ozon en een behandeling met ozon-UV;
- in vuilwater hoe gewasbeschermingsmiddelen reageren op een behandeling met ozon en een behandeling met ozon-UV;
- de invloed van het gebruik van zeppen;
- de invloed van het gebruik van ultrasoon geluid.

3.1 Schoonwaterproeven

Aan schoon water werden hoge doseringen gewasbeschermingsmiddelen toegevoegd (circa 1 mg/l, een circa 10 – 50 maal hogere concentratie dan in sorteewater kan worden verwacht). De hoge dosering is gekozen, om gedurende langere tijd de afbraak te kunnen monitoren zonder tegen de rapportagegrens van de diverse gewasbeschermingsmiddelen aan te lopen. Het water werd rondgepompt (debiet 360 l/h) vanuit een buffer (150 l) en middels een venturi in contact gebracht met ozon (15-20 g/uur). In het experiment met ozon-UV werd het water aansluitend door een UV-unit geleid. De contacttijd tussen het water en de ozon, nadat de UV werd doorlopen, bedroeg 6 minuten. De blokschema's zijn weergegeven in Figuur 3-1.



Figuur 3-1: Opstelling schoonwaterproeven zonder en met UV unit

De bemonstering vond plaats in de buffer. De verkregen analyseresultaten geven een beeld van de afname van het gehalte van de gewasbeschermingsmiddelen in de bulk van het water onder invloed van de deelstroombehandeling.

In Tabel 3-1 zijn de modelstoffen en de procentuele restgehalten na 1 uur en na 2 uur behandeling opgenomen. Uit de tabel blijkt, dat na 1 uur behandeling met ozon het restgehalte in de bulk gemiddeld nog circa 40 % bedraagt. Tevens blijkt, dat er grote verschillen bestaan tussen de gewasbeschermingsmiddelen. Ook is de invloed van UV per gewasbeschermingsmiddel wisselend. Het resultaat voor boscalid is opmerkelijk, na 1 uur is er sprake van een toename van het gehalte. Mogelijk is er sprake van de vorming van dit middel uit een of meer van de andere middelen. Naarmate deze middelen meer zijn afgebroken en de nieuwvorming van boscalid

minder plaats vindt neemt ook het gehalte boscalid af. In een literatuurstudie naar afbraakroutes is voor deze veronderstelling echter geen directe aanwijzing gevonden.

Tabel 3-1: Afbraak van gewasbeschermingsmiddelen (GMB) door de behandeling met ozon en de behandeling met ozon-UV in schoon water, bulkconcentraties

GBM	ozon, restpercentage na 1 uur	ozon, restpercentage na 2 uur	ozon-UV restpercentage na 1 uur	ozon-UV, restpercentage na 2 uur
Boscalid	116	49	138	76
Bupirimate	4	0	4	0
Captan	14	0	9	0
Cyprodinil	7	1	3	1
Dithianon	33	36	13	7
Fenoxycarb	14	2	11	1
Fludioxnil	25	11	30	13
Indoxacarb	54	20	75	38
Methoxyfenozide	21	4	34	6
Pirimicarb	3	0	3	0
Pyraclostrobin	29	4	8	0
Trifloxystrobin	68	34	47	11

0: < rapportagegrens, deze varieert van 0,05 – 0,002 mg/l, afhankelijk van het GBM

Het bleek mogelijk, om het verloop van de redoxpotentiaal te gebruiken als indicatie voor de mate, waarin het ozoniseerproces was verlopen. Er werd geen eiwitafschuiming geconstateerd. Het verschil tussen de behandeling met alleen ozon en met ozon-UV is klein tot verwaarloosbaar.

Op basis van de analysegegevens is geconcludeerd, dat er (in ieder geval voor de meeste middelen) sprake is van een eerste orde afname in de bulk. Een belangrijke conclusie uit de test is, dat de behandeltijd, bij een gegeven ozondosering, een parameter is, waarmee rekening gehouden dient te worden voor het bereiken van voldoende afbraak.

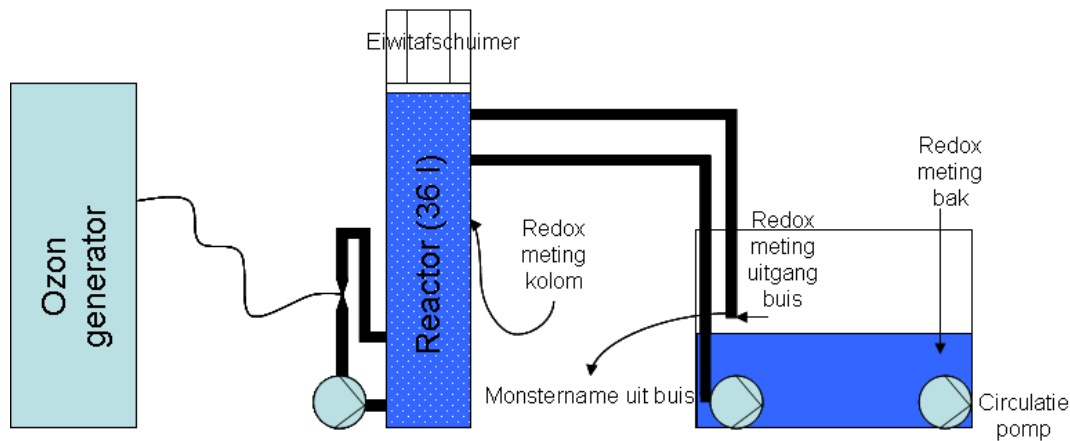
Tevens werd een eerste indicatie verkregen van de invloed van het contact met geozoniseerd water op het uitstalleven van appels. De eerste visuele indruk is, dat nabehandelen van gesorteerd fruit met ozon of ozon-UV een positieve invloed kan hebben op het restgehalte gewasbeschermingsmiddelen, zonder het uitstalleven negatief te beïnvloeden.

3.2 Vuilwaterproeven

In het kader van het sorteerinstallatie onderzoek is het schoonwaterexperiment herhaald in een variant, die aansluit op de praktijk van de fruitsorteerinstallaties. Hiervoor is het water (150 l) vervuild met ongeveer 75 gram gemalen vruchtvlees (van appels, als imitatie van zwevend stof) en suiker (als imitatie van aanwezige opgeloste fruitsuikers).

Door de aanwezigheid van verontreinigingen in het water is de doordringbaarheid van het water sterk gereduceerd. Er is dan ook geen gebruik gemaakt van ozon-UV. In plaats daarvan is een vlokmiddel gebruikt om het zwevend stof te laten vlokken (opgeloste verontreinigingen blijven dan uiteraard nog achter, zodat er nog steeds sprake is van een slechte UV-indringbaarheid). Om uit te sluiten, dat het filteren op zich een belangrijke invloed heeft, is tevens een proef uitgevoerd, waarbij niet gevlokt water wel is gefilterd (zeef 45 µm). Vervolgens is vergeleken de werking van ozon zonder en mét de afscheiding van de gevormde vlokken. De proefopzet was vergelijkbaar met de schoonwatertest. De monsters werden echter niet uit de bulk genomen, maar aan de uitlaat van de ozon-doorloop. In onderstaande tabel zijn de modelstoffen en de procentuele restgehalten na 1 uur opgenomen.

Het blokschema van de opstelling is in Figuur 3-2 weergegeven, de resultaten in Tabel 3-2.



Figuur 3-2: Opstelling vuilwaterproeven

Tabel 3-2: Afbraak van gewasbeschermingsmiddelen door de behandeling met ozon in vuil water, concentratie in uitloop ozonreactor

GBM	ozon, rest % na 1 uur	ozon, rest % na 1 uur (1)	Ozon, vlokken, rest % na 1 uur	ozon, vlokken, rest % na 1 uur (1)
Boscalid	82	82	8	8
Bupirimate	-	-	-	-
Captan	0	0	0	0
Cyprodinil	0	1	0	0
Dithianon	37	31	13	6
Fenoxycarb	0	5	0	0
Fludioxnil	17	15	0	0
Indoxacarb	72	38	34	14
Methoxyfenozide	12	22	0	0
Pirimicarb	0	0	0	0
Pyraclostrobin	5	7	0	0
Trifloxystrobin	51	36	13	11

1: waarde verkregen door interpolatie, na filtratie

0: < rapportagegrens, deze varieert van 0,05 – 0,002 mg/l, afhankelijk van het GBM

:- geen gegevens

De analyseresultaten van de schoonwaterproef en de vuilwaterproef zijn door de andere wijze van bemonsteren niet direct met elkaar te vergelijken. In de eerste proef ontstond een beeld van de ontwikkeling in de bulk bij rondpompen, in de tweede proef werd een indruk gekregen van de veranderingen, die over de reactor kunnen worden bereikt. In de vergelijking leidt dit onderscheid relatief tot een onderschatting van de effectiviteit in de schoonwatersituatie.

Het bleek niet goed mogelijk om het verloop van de redoxpotentiaal in de vuilwatersituatie te gebruiken als indicatie voor de mate, waarin het ozoniseerproces was verlopen. Tijdens de schoonwatertesten was dat wel mogelijk. De oorzaak is niet duidelijk. Wellicht heeft de aanwezige CZV een dempende invloed op de redoxpotentiaal, terwijl er toch sprake is van het verlopen van de afbraakreacties.

Op basis van de analysegegevens is het duidelijk, dat het uitvlokken en verwijderen van de in het water aanwezige verontreiniging een positieve invloed heeft op de restgehaltenes. Het wegnemen van de vlokken (d.w.z. het goed gebruiken van de lamellenseparator) heeft een grote invloed op de verwijdering van de gewasbeschermingsmiddelen. Na 1 uur is er gemiddeld genomen sprake van een restgehalte in de uitlaat, voor terugloop in de buffer, van circa 4%. De

combinatie flocculeren en ozoniseren leidt in batch bijgevolg tot een gemiddelde verwijdering van meer dan 90%.

Het filteren had alleen een effect op de middelen indoxacarb en trifloxystrobin, zodat dit voor een algemene aanpak geen nut heeft.

3.3 Batchproeven fruit met sproeien en dompelen

Om de invloed van ozon bij het wassen van fruit na te gaan zijn door PPO in een separaat project proeven uitgevoerd met het sproeien en het wassen van fruit met water, dat verzadigd was met ozon. De resultaten werden vergeleken met het sproeien en het wassen met gewoon water.

Het sproeien met geozoniseerd water bleek te resulteren in geen tot slechts een geringe verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen.

Dompelen (maximaal 5 minuten) in ozonwater bleek wel tot verwijdering te leiden, maar niet tot meer verwijdering, dan bij dompelen in gewoon water (afname 10 – 50%).

Het uitstalleven van fruit (appels), gedurende 30 minuten gedompeld in geozoniseerd water (redox potentiaal 900 mV, d.w.z. een sterk oxiderende milieu), bleek niet negatief te worden beïnvloed.

3.4 Batchproeven fruit met zeep

PPO heeft proeven genomen met de verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen van fruit door het gebruik van 2 verschillende zeepen.

Ten opzichte van een controle werden vergeleken de systemen “water en zeep”, “water, zeep en ozon als aparte stappen” en “water, zeep, ozon als gecombineerde dompeling”. De dosering van de zeep was 0,1 % Dreft (circa 35% wasactieve stof) en 0,01% (geadviseerde dosering) voor Agral Gold, in een volume van 150 l, bij een redoxpotentiaal van 900 mV.

Voor alle geteste gewasbeschermingsmiddelen werd de meest vergaande verwijdering gevonden in het systeem “water, Dreft en ozon als aparte stappen”. Bij Agral Gold werd geen werking gevonden. Gegeven de ten opzichte van de lage gehalten grote spreiding in de analysesresultaten diende deze conclusie evenwel voorzichtig te worden geformuleerd.

De proeven met zeep zijn herhaald. Fruit werd getest op gehalte aan gewasbeschermingsmiddelen en op uitstalleven (op appel en op peer, 2 typen detergenten, doseringen detergent 1: 0,1 en 0,3%, vergeleken met detergent 2 in een dosering van 0,3%). Om gewasbeschermingsmiddel van fruit te verwijderen is 5 – 10 minuten contact met water, zeep en ozon niet voldoende. Bij 1 en 2 uur werd wel effect gevonden.

De conclusie is, dat bij voldoende verblijftijd het gebruik van zeep positief bijdraagt aan de verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen (systemische zowel als niet systemische). Er lijkt daarbij sprake van een op zijn best te bereiken ondergrens. De in hoogste gehalten aanwezige middelen werden duidelijk beter verwijderd, dan middelen, die in “restconcentraties” aanwezig zijn.

Bij 2 uur contact is er negatieve invloed op uitstalleven, bij 1 uur lijkt dit al niet meer het geval te zijn. Zekerheidshalve kan een verblijftijd van 0,5 uur echter als maximum worden beschouwd. Voor de zeep kan een dosering van 0,1 % als veilige grens worden beschouwd. Bij 0,3% werd schade gevonden bij langere verblijftijden. Een concentratie van 0,2% is niet onderzocht.

Het in de huidige fruitsorteerinstallaties opnemen van een wastijd van 30 minuten is technisch lastig. In de dumper, waarmee de proeven worden uitgevoerd, kan de verblijftijd worden geschat op gemiddeld 3 minuten. Maar er is een grote spreiding, het eerste gedumpte fruit komt al na enkele minuten aan het eind van de watertransportbaan, het laatste pas na 10 - 15 minuten. Om tot een gelijkmatige verblijftijd in de geozoniseerde zeepoplossing te komen dient een aparte tank met gelijkmatige doorvoersnelheid in de sorteerinstallatie te worden opgenomen. De installatiedelen worden dan: dumper, uitsorteren rot fruit, kameelrug, was- en ozoniseerbad, nasproeien, verdere sortering en verpakking.

De onderzoeken zijn uitgevoerd met twee commercieel verkrijgbare detergenten. Dat betekent, dat er naast de feitelijke detergent ook diverse hulpstoffen aanwezig zijn (als geur, kleur,

schuimbeïnvloeder). Voor de toepassing bij het wassen van fruit zijn vermoedelijk alleen de detergent en een schuimremmer van belang. Met betrekking tot de detergents staan nog veel onderzoeksvragen open:

- samenstelling van de zeep (type detergent, schuimvorming, doseren antischuim uit de waterzuiveringstechnologie?);
- invloed op de vlokvorming en de vlokafscheiding;
- invloed op ozonbehoefte.

De toepassing van 0,1% zeep leidt bij ozoniseren tot een verbetering van de verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen.

Vanuit het oogpunt van doelmatigheid kan worden nagedacht over het gewenste verwijderingsniveau t.o.v. de MRL. Binnen het project blijft het doel echter onveranderd een zo ver mogelijke verwijdering.

3.5 Batchproeven fruit met ultrasone behandeling

Om de werking van de detergent te verbeteren is door PPO in een separaat project een proef gedaan met ultrasoon geluid.

Voor detergents alleen werd een verwijdering gevonden van circa 50 %, ultrasoon alleen gaf geen verwijdering, de combinatie gaf een met detergents alleen vergelijkbaar resultaat.

3.6 Conclusies batchproeven

Voor detergent resulteerde een dosering boven de 0,2% en/of een contacttijd van meer dan 15 minuten niet in een verdergaande verwijdering. Eerder was gevonden, dat een contacttijd van minder dan 15 minuten een duidelijk minder resultaat geeft.

Bij Van Antwerpen Milieutechniek is aanvullend onderzocht, wat de invloed is van zeep op het vlokmiddel. De gebruikte zepen leiden tot een stijging van de zuurgraad. Dit heeft een negatief effect op de werking van het vlokmiddel. Om dit te compenseren is pH bijsturing nodig. Maar dat leidt vermoedelijk weer tot een verlaging van de werking van de zeep.

De toepassing van zeep in de huidige dumper is niet goed mogelijk:

- er is onvoldoende controle over de contacttijd;
- er is geen mogelijkheid, om het zeepgehalte on line te meten, dus is dosering niet goed mogelijk.

Een meer gecontroleerde toepassing is mogelijk door de dumper te laten volgen door een wasbak, die constant wordt doorstroomd. Om kortstondige stilstand van de sorteerband op te vangen kan na de wasbak een tussenbuffer worden geplaatst. Dit is te vergelijken met opstellingen, zoals die worden gebruikt bij de verpakking van bijvoorbeeld levensmiddelen in flessen

Naar mededeling van het Klantcontactcentrum VWA (e-mail d.d. 8 september 2010) is het toegestaan, om een biologische zeep te gebruiken, om residuen van gewasbeschermingsmiddelen van het fruit te wassen (als het fruit daarna met schoon water worden afgespoeld om de eventuele zeepresten te verwijderen).

Hoewel de proeven nog uitgebreid kunnen worden (bespoten fruit uit praktijkpercelen i.p.v. gespiked fruit, verschillende rassen appels met meer of minder waslaag, uitgebreider onderzoek naar de wisselwerking tussen vlokmiddel en zeep, effect van "echt" vuil, met name bodemmateriaal van de voorraadbakken, effect van CZV gehalte in het dumperwater) is het mogelijk, om een aantal belangrijke conclusies te trekken:

- ultrasoon heeft geen toegevoegde waarde;
- zeep een toegevoegde waarde heeft bij voldoende contacttijd en dosering;
- aannemelijk is, dat de minimale contacttijd 15 minuten dient te bedragen;
- toepassen van zeep in de huidige dumperconfiguratie niet mogelijk is;
- het uitstalleven van fruit wordt niet beïnvloed door onderdompeling in geozoniseerd water;

Omdat het uitstalleven niet negatief beïnvloed wordt door onderdompeling in geozoniseerd water, zal in de duurproeven geen extra aandacht besteed worden aan het uitstalleven.

4 Eerste Duurproef

De eerste duurproef was relatief kort. Het doel was vooral het testen van het systeem en het verkrijgen van eerste indicatieve resultaten door monitoring van enkele macro-parameters en het over een weekend volgen van het rendement op gewasbeschermingsmiddelen. Er is in deze duurproef alleen gekeken naar de waterkwaliteit en de werking van de installatie.

4.1 Permanent gebruik

De installatie is in permanent gebruik genomen in december 2009.

De installatie werd gemonitord door het regelmatig controleren van de debieten, de instellingen en de redoxpotentialen. De debieten zijn hoger geweest, dan eigenlijk de bedoeling was (2,5 m³/u over de lamellenseparator i.p.v. 2 m³/u, 0,8 m³/u over de ozonreactoren i.p.v. 0,5 m³/u). Tot eind maart 2010 zijn 3 maal CZV, troebelheid en redoxpotentiaal bepaald, zoals weergegeven in Tabel 4-1.

Tabel 4-1: CZV, troebelheid en redoxpotentiaal

<i>datum, parameter</i>	<i>eenheid</i>	<i>dumper</i>	<i>lamsep</i>	<i>ozon 1</i>	<i>ozon 2</i>
5 feb 2010					
- debiet	m ³ /uur	-	-	-	-
- CZV	mg/l	601	531	235	178
- troebelheid	FAU	52	38	9	n.b.
- redoxpotentiaal (1)	mV	-	-	235	- 15
17 mrt 2010					
- debiet	m ³ /uur	-	2,5	0,8	0,8
- CZV	mg/l	400	374	200	140
- troebelheid (2)	FAU	40	29	11	7
- redoxpotentiaal	mV	-	-	234	300
31 mrt 2010					
- debiet	m ³ /uur	-	2,5	0,8	0,8
- CZV	mg/l	376	211	149	100
- troebelheid	FAU	35	22	15	n.b.
- redoxpotentiaal	mV	-	-	499	565

FAU: *formazin attenuation units, mate voor troebelheid*

1: *sensoren vervuild, werkelijke waarden vermoedelijk hoger*

2: *vlokmiddelpompje (deels) verstopt*

In termen van relatieve restgehalten kunnen de resultaten voor CZV en troebelheid worden weergegeven, zoals aangegeven in Tabel 4-2. In het eerste deel van de tabel is het restgehalte aangegeven t.o.v. de gehalten in de dumper, in de laatste twee kolommen t.o.v. het gehalte na de lamellenseparator (de voeding voor de proefinstallatie).

Tabel 4-2: Restgehaltenes CZV en troebelheid

datum, parameter	eenheid	dumper	lamsep	ozon 1	ozon 2	lamsep	ozon 1	ozon 2
5 feb 2010								
- CZV	%	100	88	39	29	100	44	33
- troebelheid	%	100	73	17	< 2	100	23	< 3
17 mrt 2010								
- CZV	%	100	94	50	35	100	53	37
- troebelheid	%	100	72	28	18	100	38	24
31 mrt 2010								
- CZV	%	100	56	40	26	100	71	47
- troebelheid	%	100	63	43	< 3	100	68	< 5

FAU: formazin attenuation units

Geconcludeerd kan worden, dat bij goed functioneren van de lamellenseparator:

- over het conventionele fysisch chemische deel:
 - de CZV verwijdering gering is (gemiddeld 20%);
 - de troebelheid verwijdering matig is (gemiddeld 40%);
- over de gecombineerde installatie:
 - de CZV verwijdering goed is (gemiddeld 70%);
 - de troebelheid verwijdering groot is (gemiddeld > 92%);
- over de ozonreactoren:
 - de CZV verwijdering goed is (gemiddeld 60%);
 - de troebelheid verwijdering groot is (gemiddeld > 89%).

De geringe CZV-verwijdering over de lamellenseparator is vermoedelijk het gevolg van de aard van het CZV. Wateroplosbare fruitsuikers (bijvoorbeeld uit aangetast fruit) geven een hoge CZV bijdrage en worden slecht verwijderd in een lamellenseparator.

In de installatie (dumper, pompbak, binnenzijde reactoren) vond enige afzetting plaats (zwarte rand op waterniveau). Deze verontreiniging is makkelijk mechanisch te verwijderen (doek, borstel, bezem).

De troebelheidresultaten over de lamellenseparator geven aan, dat hier nog geen verwijdering van al het zevende stof plaats vindt. Het resultaat over de hele installatie komt overeen met de visuele waarneming: aan het begin van de werkdag is het water helder. De visuele beoordeling was positief. Het water blijft voldoende helder. De standtijd van het water kan direct al gesteld worden op minimaal 4 weken (los van eventuele operationele overwegingen m.b.t. speciale partijen fruit).

4.2 Metingen over het weekend

Op basis van de modelberekeningen en de inleidende batchproeven was de verwachting, dat kort voor het weekend de gehalten aan verontreinigingen "hoog" zouden zijn en na een weekend doorgaand behandelen "laag". Nadat de sorteerinstallatie gedurende 1 week in bedrijf was met hetzelfde water, is de weekendtest gedaan. De sorteeractiviteiten lagen stil, de zuiveringsinstallatie draaide in het weekend door. Op vrijdag, einde werkdag en maandag, begin werkdag, zijn er monsters genomen. De resultaten van de analyses op CZV en zwevend stof zijn weer gegeven in Tabel 4-3.

Tabel 4-3: CZV, zwevend stof en redoxpotentiaal over een weekend

<i>datum, parameter</i>	<i>eenheid</i>	<i>dumper</i>	<i>lamsep</i>	<i>ozon 2</i>
19 feb 2010				
- debiet	m ³ /uur	2,5	2,5	0,8
- CZV	mg/l	770	760	760
- zwevend stof	mg/l	120	72	55
- redoxpotentiaal	mV	-	-	475
22 feb 2010				
- debiet	m ³ /uur	2,5	2,5	0,8
- CZV	mg/l	590	520	590
- zwevend stof	mg/l	62	66	60
- redoxpotentiaal	mV	-	-	555

Geconcludeerd kan worden, dat er over de installatie na een weekend draaien:

- een geringe afname van CZV is gevonden (restgehalte 76%);
- een matige afname van zwevend stof is gevonden (restgehalte 50%).

Deze resultaten zijn teleurstellend en strijdig met de in Tabel 4-1 en Tabel 4-2 gepresenteerde resultaten (restgehalte CZV 30%, restgehalte troebelheid < 8%).

De proef is uitgevoerd bij een redoxpotentiaal van circa 550 mV en een verblijftijd van circa 75 minuten. Er is sprake van een sterk oxiderend milieu (gewenst) en een op basis van de eerste proeven als "lang" te kenmerken verblijftijd (nagegaan zou kunnen worden, of een kortere verblijftijd ook afdoende is). Zekerheidshalve kan voor een nog sterker oxiderend milieu worden gekozen door het eerste setpoint (ondergrens) op de tweede ozonreactor op 500 – 550 mV te stellen. Dan zou een bovengrens van 650 – 700 mV bereikt moeten kunnen worden.

Tevens zijn watermonsters genomen voor analyse op gewasbeschermingsmiddelen. In Tabel 4-4 zijn de analysegegevens opgenomen, gesorteerd op ingangshehalte.

Tabel 4-4: Verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen over een weekend

<i>Parameter</i>	<i>vrijdagmiddag (µg/l)</i>	<i>maandagmorgen (µg/l)</i>	<i>restgehalte (%)</i>	<i>verwijdering (%)</i>
Boscalid	60	56	93	7
Azaconazole	13	9,2	71	29
Fludioxonil	6,3	0,39	6	94
Carbendazim	0,9	0,69	77	23
Cyprodinyl	0,88	0,25	28	72
Trifloxystrobin	0,79	0,36	46	54
Pyraclostrobin	0,58	0,42	72	28
Dithianon	0,5	0,44	88	12
Methoxyfenozide	0,28	0,26	93	7
Indoxacarb	0,16	0,12	75	25
Amazalil	0,1	0,019	19	81
DMST	0,1	< 0,005	0	> 50
Fenoxycarb	0,089	0,045	51	49
Antraquinone	0,05	0,05	100	0
Difenoconazole	0,035	0,022	63	37
Thiacloprid	0,021	0,025	119	-19
Triadimenol	0,021	0,04	190	-90
Dimethaat	0,011	0,011	100	0
Imidacloprid	0,008	0,01	125	-25
Kresomix-methyl	0,007	0,007	100	0
Totaal GBM	84	68	82	18
Zwavel	1,5	4,4	293	-193

De (gemiddelde) verwijdering is gering. Gewasbeschermingsmiddelen worden normaal aangetroffen in de range 0,2 – 2 µg/l, met soms uitschieters naar 150 - 200 µg/l. De nu aangetroffen gehalten passen in dit beeld.

Boscalid is het in hoogste gehalte aanwezige middel. Uit de inleidende batchproeven was al bekend, dat dit middel lastig afbreekbaar is. Exclusief boscalid (en de middelen in gehalten < 0,1 µg/l) is de verwijdering circa 50%. Voor fludioxonil wordt een hoge verwijdering gevonden. Van dit middel is echter bekend, dat de gehalten ook in onbehandeld water relatief snel afnemen.

Voor enkele middelen worden negatieve verwijderingrendementen gevonden. Dit hangt samen met de bijzonder lage gehalten en de daarmee samenhangende toenemende statistische onzekerheid in de bepaling.

Het gehalte aan zwavel neemt over het weekend toe. Dit wordt vermoedelijk veroorzaakt door het vrijkomen van zwavel uit afgebroken zwavelhoudende gewasbeschermingsmiddelen. De nu gevonden geringe gemiddelde verwijdering past slecht bij de resultaten van de eerdere batchproeven. Hierbij was er al na circa 30 minuten ozonisatie sprake van meer dan 60% verwijdering.

Uit het technisch overleg is een mogelijke verklaring naar voren gekomen voor de geringe afname over het weekend. In tegenstelling tot de eerdere aanname loopt de circulatie over de dumper in het weekend niet door. Bij in bedrijf blijven van de lamellenseparator wordt alleen water onttrokken aan de pompbak (minder dan 1/3 van de totale hoeveelheid water. Bij weer in bedrijf komen op maandag morgen komt vervolgens het niet behandelde 2/3 deel van het water weer in circulatie. Bij het maandag weer in bedrijf komen ontstaat er een piekbelasting, waarvoor de behandelcapaciteit niet toereikend is. De constateringen, dat over het weekend de afname van CZV en zwevend stof gering is (Tabel 4-3) én de afname het totaal van de gewasbeschermingsmiddelen gering is passen bij elkaar. Op basis van de eerdere proeven kan worden verondersteld, dat bij een goede zwevend stof verwijdering een goede verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen plaats vindt. Nu het eerste niet is gevonden is ook het tweede niet gevonden. Daarmee waren de gevonden resultaten verklaarbaar en kon toch worden doorgegaan met de volgende duurproef. Om voldoende homogenisatie van het in het totale systeem aanwezige water te bereiken, is besloten, om de circulatiepomp bij het niet in bedrijf zijn van de sorteerinstallatie 5 minuten per 30 minuten te laten draaien.

4.3 Conclusies uit de eerste duurproef

De verwijderingrendementen gedurende het weekend zijn laag vergeleken met de verwachting op basis van de modelstudie, maar ze zijn verklaarbaar, dus de proef kan in zijn geheel als geslaagd worden beschouwd. Daarnaast zijn de volgende conclusies te trekken:

- op basis van visuele beoordeling is de standtijd van het water minimaal op 4 weken te stellen;
- het gebruik van de ozonreactoren heeft een aanwijsbaar positieve invloed op de waterkwaliteit;
- de installatie is betrouwbaar gebleken.

5 Tweede duurproef

De tweede duurproef is uitgevoerd van 31 mei tot 30 juli 2010. Het gesorteerd fruit (circa 450 ton) betrof vooral peren, op het eind van het bewaarperiode. Er was bijgevolg sprake van een relatief hoge belasting van de installatie door toegenomen aantallen rot fruit tijdens de bewaring.

De tweede duurproef was opgezet als proef voor 6 weken. Uiteindelijk heeft de proef ruim 8 weken geduurd. Het doel was vooral het aantonen, dat het zuiveringssysteem in staat was, om het water langdurig op een voldoende hoog kwaliteitsniveau te houden. Dat wil zeggen dat het water voldoende helder en geurvrij moest blijven en dat er geen opbouw van gewasbeschermingsmiddelen mocht optreden.

Er is in deze duurproef zowel gekeken naar de gewasbeschermingsmiddelenconcentraties in het water alsook naar de concentraties op het fruit voor en na sorteren.

5.1 Opzet van de tweede duurproef

Voor de tweede duurproef is gekozen voor de volgende instellingen:

- reductie debiet lamellenseparator naar 2 m³/uur;
- reductie debiet door de reactoren naar 0,5 m³/uur;
- maximalisering van de redoxpotential door verhogen van laag setpoint naar 550 mV;
- veiligstellen circulatie in dumper en pompbak buiten de sorteertijden (5 minuten per 30 minuten);
- met een looptijd van minimaal 4 – 6 weken (is 8 weken geworden);
- en inclusief de eindlozing over actief kool (is om redenen van bedrijfsvoering van de sorteerinstallatie een gedeeltelijke eindlozing geworden).

Het voorgenomen verloop van de proef was als volgt:

- gedurende de proef wordt één soort fruit gesorteerd (is een begin met appel en daarna peren geworden);
- in de eerste week wordt van maandag begin werkdag t/m woensdag eind werkdag gesorteerd met alleen de lamellenseparator;
- op woensdag wordt de ozoninstallatie bijgezet;
- daarna draait de installatie volledig (lamellenseparator, ozonreactor), waarbij de duur van de proef afhankelijk is van de bedrijfsvoering van de sorteerinstallatie en de door FPZ visueel te beoordelen bruikbaarheid van het water.

Er werden regelmatig metingen en controles uitgevoerd. Ook werden de nodige fruit en watermonsters onderzocht, alsmede een monster over het actiefkoolfilter bij het uiteindelijk lozen van een deel van het water.

In het kader van de metingen en controles werden de volgende parameters gevolgd en genoteerd:

- eenmalig, bij de start:
 - het noteren van de tijd, nodig om de inhoud van een krat door de dumper te voeren;
- en iedere keer:
 - debiet door lamellenseparator;
 - instelling PE-pomp;

- debiet door ozonreactoren;
- instelling ozongenerator;
- redoxpotentiaal reactor 1;
- redoxpotentiaal reactor 2;
- troebelheid:
 - in de dumper;
 - na lamellenseparator;
 - na reactor 1;
 - na reactor 2.

De metingen werden uitgevoerd door VAM.

Bij een lange proefperiode wordt er fruit van verschillende percelen gesorteerd. Het is bekend, dat er grote variatie in restanten van gewasbeschermingsmiddelen kan zijn van perceel tot perceel (en zelfs van één perceel). Als fruit bemonsterd wordt (ongewassen / gewassen) is het aan te bevelen, om fruit uit één krat te nemen. De aanpak was een greep van 15 stuks fruit, steeds direct uit het krat, dus nog voordat het in de dumper wordt gebracht en een greep van 15 stuks, die werd genomen aan het eind van de dumper, na de nasproei-installatie. Deze monsters werden geanalyseerd op restanten van gewasbeschermingsmiddelen.

Voor het onderzoek van het water werden de volgende monsters genomen:

- in de dumper;
- aan de uitlaat van de lamellenseparator;
- na reactor 1;
- na reactor 2.

Alle monsters worden geanalyseerd op:

- CZV;
- zwevend stof.

De monsters, genomen op 2 juni, 4 juni, 7 juni, 21 juni en 2 juli, werden óók geanalyseerd op restanten van gewasbeschermingsmiddelen.

Bij de lozing wordt ook over het actiefkoolfilter gemonsterd:

- aan de ingang van het actiefkoolfilter;
- aan de uitloop van het actiefkoolfilter.

Deze monsters worden geanalyseerd op:

- CZV;
- N-Kj (Kjeldahlstikstof, ofwel organisch gebonden stikstof);
- zwevend stof;
- restanten gewasbeschermingsmiddelen.

5.2 Bevindingen

5.2.1 *Verblijftijd van het fruit in de installatie*

De verblijftijd van het fruit in de dumper ligt niet eenduidig vast, maar varieert sterk met de bedrijfsvoering (met name vulregime, kortstondige stilstand van de sorteerlijn). Op basis van visuele waarneming door Van Antwerpen Milieutechniek kan de range van verblijftijden worden gesteld op 5 – 20 minuten. Omdat de verblijftijd in de huidige installatie sterk fluctueert is het niet mogelijk, om in de sorteerinstallatie een aanvullende techniek (als wassen) toe te passen, zonder dat de installatie ingrijpend wordt aangepast.

5.2.2 *Water: visuele beoordeling*

De visuele beoordeling van het water is positief. Naar het oordeel van FPZ bleef het water vanaf de start steeds voldoende helder. Het streven voor de duurproef was een standtijd van mini-

maal 4 weken. Door de verlenging van de duurproef is duidelijk geworden, dat de standtijd van het water minimaal kan worden gesteld op 7 weken (de duur van de proef, ruim gecorrigeerd voor dagen van stilstand). Gedurende de proefperiode is circa 450 ton fruit gesorteerd. De geplande eindlozing heeft, om operationele redenen, slechts deels plaats gevonden. Op 30 juli 2010 (eind week 30) is 1,5 m³ van in totaal circa 8 m³ water afgelaten over een actiefkoolfilter. Twaalf weken na aanvang van de proef werd het water visueel onveranderd als bruikbaar beoordeeld. Ook was er geen sprake van het ontstaan van geur. Uiteindelijk is er met het water gewerkt tot en met week 35. Op 8 september 2010 is het water volledig geloosd. Omdat de lozing niet was aangekondigd konden er geen monsters worden genomen.

Verwacht kan worden, dat ook zonder tussentijdse gedeeltelijke verversing een standtijd van 3 maanden of meer mogelijk is. Hierbij kan van belang zijn, dat na week 33 is overgeschakeld op het sorteren van vers fruit. Van vers fruit is bekend, dat het bij het sorteren tot minder vervuiling van het water leidt.

Tijdens de bespreking met de begeleidingscommissie is naar voren gekomen, dat er door de lange bereikte standtijd een nieuw aspect kan gaan spelen, de microbiologische ontwikkeling in het water. Het is vooralsnog niet duidelijk, welke normeringen hiervoor relevant zijn. Het punt was niet voorzien in het huidige programma. Als toekomstige verfijning kan het echter de moeite van aanvullend onderzoek waard zijn. Het feit, dat er geen sprake is van het ontwikkelen van geur duidt er vooralsnog op, dat er geen sprake is van een sterke ontwikkeling van microbiologie.

5.2.3 *Water: redoxpotentiaal, CZV, troebeling en gehalte aan zwevend stof*

Uit het monitoringprogramma zijn de volgende gegevens naar voren gekomen:

- de redoxpotentiaal (een maat voor het oxiderend vermogen in het systeem) wisselt. Gegeven de constante instelling van de ozongenerator en de debieten kan dit worden gezien als een teken voor de wisselende vuillast in het systeem. De nu bereikte redoxpotentialen (tot circa +550 mV) kunnen als het maximaal haalbare worden beschouwd, waarbij nog geen ozon wordt waargenomen in de werkplekatmosfeer;
- over de dumper en de lamellenseparator is er sprake van een blijvend licht oxiderend milieu. In de werkplekatmosfeer is geen ozon waargenomen;
- Bij het continue gebruik van de zuivering worden in de tijd wisselende gehalten CZV gevonden. Over de hele proefperiode bezien lijkt er sprake van een geringe opbouw van CZV. Aangenomen wordt, dat de CZV vooral bestaat uit met de installatie moeilijk verwijderbare suikers;
- over de proefperiode bezien is er geen opbouw van troebelheid en zwevend stof in het systeem;
- de gedeeltelijke eindlozing over het actiefkoolfilter geeft een duidelijke verwijdering van CZV, alsmede verwijdering van zwevend stof en Kjeldahl-stikstof. De CZV verwijdering wijst erop, dat de eventuele suikers vooral meervoudig zijn. De zwevend stof verwijdering is minder gewenst, omdat het koolfilter hierdoor op den duur kan verstopen.

In principe bestaat er een relatie tussen troebelheid en zwevend stof gehalte, maar dat hoeft niet voor ieder type water te kloppen. In Figuur 5-1 zijn de gemeten troebelheid en het gehalte zwevend stof voor een 12-tal monsters tegen elkaar uitgezet. Troebelheid blijkt voor het onderhavige water inderdaad een indicatie voor het gehalte aan zwevend stof. Wel is er sprake van een tamelijk grote spreiding.



Figuur 5-1: Relatie tussen troebelheid en zwevend stof gehalte tijdens de proef

Tijdens de duurproef is gebleken, dat er enige opbouw van slib in de lamellenseparator optreedt. Het huidige inzicht is, dat het lamellenpakket na een periode van 5 – 6 weken gereinigd moet worden. Een deel van de troebelheid zou het gevolg kunnen zijn van het loskomen van opgebouwde verontreiniging van het lamellenpakket.

Bij visuele beoordeling blijkt het water aan de uitgang van ozonreactor 2 na enkele weken een lichte witte troebeling te bevatten. Deze troebeling is te verwijderen door filtratie over het actiefkoolfilter. Uit door Van Antwerpen Milieutechniek uitgevoerd onderzoek bleek, dat de zuurgraad van het water iets was gedaald, van neutraal naar pH 5 – 5,5. Bij verhoging van de pH naar 8,2 (batchproef) ontstaan in het water witte vlokken. Bij de gerealiseerde lange standtijd van het water wordt zichtbaar enig fijn verdeeld aluminiumhydroxide gevormd. Als bron van het aluminium kan het vlokmiddel worden aangewezen. Deels zal het aluminiumhydroxide worden weggenomen in de lamellenseparator, maar het wordt ook weer opnieuw gevormd. Het draagt hierdoor bij aan een permanente “achtergrondwaarde” van zwevend stof. Aluminiumhydroxide is verder niet schadelijk.

Na afloop van de proef is geconstateerd, dat bij het sorteren van verse partijen fruit de pH steeg van circa 5 naar 7,2. Tevens is waargenomen, dat de witte troebeling was verdwenen (en het gehalte aan CZV en troebelheid was verlaagd). Vervolgens werd weer verzuring van het water geconstateerd, de pH daalde naar 4,2 en er was weer sprake van de witte troebeling, in overigens helder water. Deze waarnemingen passen bij de theorie.

Theoretisch is het onopgeloste aluminiumgehalte in de range pH 6,4 – 7,4 het laagst. Voor het vaststellen van de optimale pH range is ook het koolzuurevenwicht van belang. In het water opgelost carbonaat is een rem op de werking van ozon. Om het gehalte aan carbonaat in het water laag te houden, moet de pH lager dan 7,6 – 7,7 zijn. Beneden deze zuurgraad is licht het koolzuurevenwicht naar bicarbonaat en CO₂. Bij een zuurgraad onder de 6,4 ligt het evenwicht naar CO₂.

Uit het oogpunt van het laag houden van het aluminiumgehalte en uit het oogpunt van de effectiviteit van de ozonisatie tezamen, is een pH range van 6,4 – 6,9 optimaal en moet een daling tot onder de 6,4 en een stijging tot boven de 7,6 worden vermeden.

Geconcludeerd kan worden, dat bij continue bedrijf:

- het CZV over de installatie een licht stijgende trend kent. Aangenomen kan worden, dat het CZV voornamelijk bestaat uit opgeloste suikers, die in een fysisch chemische installatie als de onderhavige moeilijk worden verwijderd. Omdat er echter ook geen sprake is van een sterke opbouw vindt er vermoedelijk wel enige verwijdering en/of afbraak plaats (in de lamellenseparator door adsorptie aan afscheidbaar zwevende stof en de eerste ozongenerator door chemische oxidatie);
- troebelheid in de tijd gezien in wisselende gehalten aanwezig is. Op basis van gemiddelden daalt de troebelheid over de lamellenseparator (hetgeen verwacht kan worden), maar ook

(in geringe mate) over de eerste ozongenerator. De afname over de ozongenerator kan vermoedelijk niet als significant worden gezien. Er is een niet gekwantificeerde invloed van het ontstaan en weer verdwijnen van colloïdale aluminiumvlokjes. Door opnemen van een pH regeling kan deze invloed worden geëlimineerd;

- zwevend stof in de tijd gezien in wisselende gehalten aanwezig is. Er is echter geen trend naar opbouw. Net als voor de troebelheid is er mogelijk een relatie met het gedrag van aluminium c.q. het vlokmiddel in de installatie.

5.2.4 Water: gewasbeschermingsmiddelen

Vanwege de grote hoeveelheid gemeten stoffen zijn de volledige analyses opgenomen in bijlage 2. De resultaten zijn samengevat in Tabel 5-1, deze bevat de procentuele verwijdering van de gemeten gewasbeschermingsmiddelen over de totale installatie (lamellen separator, ozon 1 en ozon 2).

Tabel 5-1: Procentuele verwijdering gewasbeschermingsmiddelen tijdens duurproef 2

	vrijdag 25 juni 2010	maandag 28 juni 2010	maandag 19 juli 2010	vrijdag 30 juli 2010	Gemiddeld
Component	verwijdering (%)	verwijdering (%)	verwijdering (%)	verwijdering (%)	verwijdering (%)
Fludioxonil	94	97	99	94	96
Antraquinone	67	84	-	40	64
Azaconazole	-5	17	-10	14	4
Boscalid	44	41	13	23	30
Carbendazim	74	-78	59	79	33
Cyprodinil	83	96	96	89	91
Difenoconazole	12	57	-29	0	10
Dithianon	29	61	-	2	31
Dmst	100	94	100	100	99
Fenhexamid	-	-100	100	-	0
Fenoxycarb	64	95	68	83	78
Flucycloxonil	-	100	-	-	100
Imazalil	-	77	100	100	92
Indoxacarb	30	29	-21	29	17
Kresoxim-methyl	-	100	-	63	81
Lufenuron	-	75	-	-	75
Methoxyfenozide	38	82	50	55	56
Pirimicarb	-	-	-	100	100
Propiconazole	-	-	19	7	13
Pyraclostrobin	82	87	69	74	78
Pyrazophos	-	100	-	-	100
Pyrimethanil	-	-	100	-	100
Spirodiclofen	26	39	17	-	27
Thiabendazole	57	-	-	-	57
Thiacloprid	-	-	-	18	18
Tolyfluanide	-	-	-	-67	-67
Triadimenol	-	100	-	-	100
Triazophos	17	0	4	36	14
Trifloxystrobin	94	97	99	94	96
Totaal GBM	51	57	49	47	54

Uit het monitoringprogramma zijn de volgende gegevens naar voren gekomen:

- Over de lamellenseparator alleen (dus zonder gebruik van de ozonreactoren) is op 2 juni 2010 géén afname van gewasbeschermingsmiddelen gevonden. Op 30 juli is ook (bijna) géén afname over alleen de lamellenseparator gevonden. Voor een aantal componenten wordt zelfs een toename gevonden. Dit gaat in tegen de verwachting. Mogelijk is er sprake

- van een effect door de hydraulische verblijftijd in combinatie met de wisselende watersamenstelling. Ook is nalevering door opbouw (adsorptie) in de lamellenseparator mogelijk.
- Bij gebruik van de volledige installatie (lamellenseparator en de ozonreactoren) worden de hoogste gehalten gevonden op vrijdag en de laagste op maandag (met doorgaande waterzuivering in het weekend).
 - Het effect van de zuivering is wisselend en lijkt af te nemen in de tijd. Betrokken op de som van de gewasbeschermingsmiddelen is het beeld:
 - vrijdag 25 juni: circa 20% afname over de lamellenseparator; circa 50% afname na ozonreactor 2;
 - maandag 28 juni: circa 30% afname over de lamellenseparator; circa 60% na ozonreactor 2;
 - maandag 19 juli: circa 4% afname over de lamellenseparator; circa 30% afname na ozonreactor 2;
 - vrijdag 30 juli: slechts 1% afname over de lamellenseparator; circa 30% na ozonreactor 2.
 - In de loop van de tijd worden wisselende gehalten gevonden. Soms is er sprake van pieken (bijvoorbeeld 130 µg/l boscalid in de dumper op 25 juni), maar deze pieken worden in de loop van de tijd weggenomen (boscalid gedaald naar 5,2 µg/l in de dumper op 19 juli). Er vindt geen opbouw van gewasbeschermingsmiddel plaats. Wel kan er uiteraard weer een nieuwe piek ontstaan (30 juli: boscalid in de dumper circa 130 µg/l).

Hoewel er een groot aantal gewasbeschermingsmiddelen worden gevonden, is er steeds slechts een beperkt aantal, dat in relatief hoge concentraties wordt aangetroffen. Over de onderzoeksperiode kwam boscalid meestal (maar niet altijd) het meest voor. De totale verwijdering, gemeten in µg/l, wordt in hoofdzaak bepaald door de verwijdering van de middelen, die in de hoogste concentratie voorkomen. Dit is de insteek, die bovenstaand is aangehouden. Bij deze maat voor de verwijdering is er sprake van een weging naar gehalte.

Een andere benadering is het beschouwen van de totale verwijdering, gemeten als het gemiddelde van de procentuele verwijdering van ieder van de individuele componenten. Aan die maat draagt de verwijdering van alle componenten evenveel bij. Voor 25 juni, 28 juni, 19 juli en 30 juli bedraagt het gemiddelde van de verwijderingpercentages over de hele installatie respectievelijk 51, 57, 49 en 47. Deze benadering doet meer recht aan de voor alle componenten bereikte verwijdering.

De tweede benadering resulteert in een gunstiger beeld van de werking van de installatie. Het totaal van de restgehalten (de som) is echter meer betekenisvol voor de waterkwaliteit dan het gemiddelde van de verwijderingpercentages. De beschouwing op basis van de gehalten van de individuele componenten geeft een zuiverder beeld van de werking van de installatie.

Hoewel wel gepland heeft er om operationele redenen (in de bedrijfsvoering een ongewenst moment van stilstand) geen volledige eindlozing plaats gevonden. Van het in het systeem aanwezige water (circa 8 m³) is ongeveer 1,5 m³ geloosd (debiet 0,5 m³/uur). De bemonstering heeft plaatsgevonden op het eind van de lozing. Uit de analyse resultaten blijkt, dat het in het onderhavige "beste geval" (volledig nieuw pakket actief kool, geringe belading, lange contacttijd) een lozing mogelijk is, waarbij er geen gewasbeschermingsmiddelen boven de rapportagegrenzen worden aangetroffen.

Geconcludeerd kan worden, dat:

- zowel over de lamellenseparator als over de ozonreactoren verwijdering van gewasbeschermingsmiddel plaats vindt;
- de reinigingsfrequentie van het lamellenpakket (iedere 5 – 6 weken) mogelijk te laag is;
- door het continubedrijf een aanzienlijke reductie van het gehalte wordt bereikt en opbouw van gewasbeschermingsmiddelen in het systeem wordt voorkomen;
- de stabiliteit van de verwijdering over een periode van minimaal 8 weken is aangetoond;
- in het beste geval over actief kool een eindlozing mogelijk is, waarbij geen gewasbeschermingsmiddelen worden aangetroffen boven de rapportagegrens.

5.3 Conclusies uit de tweede duurproef

De conclusies uit de tweede duurproef komen overeen met de conclusies van de eerste duurproef en zijn zo een bevestiging van hetgeen eerder vastgesteld is. Daarnaast blijkt dat de behandeling van het fruitsorteerwater met ozon een positieve invloed heeft op de gehalten gewasbeschermingsmiddelen die gevonden worden op het fruit.

6 Derde duurproef

De derde duurproef is uitgevoerd van 6 juni tot 1 juli 2011. Tot 15 november 2011 zijn nog extra analyses uitgevoerd. In de aanloop naar de derde duurproef heeft het onderzoek meerdere maanden stilgestaan. De installatieonderdelen zijn echter aanwezig gebleven. Naar mededeling van VAM werd het water om de 8 – 10 weken ververs. Criteria waren geur en visuele beoordeling en/of de verwerking van bijzondere partijen (bijvoorbeeld citrusvruchten). Het functioneren van de lamellenseparator blijkt de belangrijkste schakel. Indien te lang gewacht wordt met reinigen heeft dit een negatieve invloed op de standtijd van het water. Gedurende korte tijd is ook een verhoogde ozondosering toegepast (krachtigere generator). Dit bleek niet van invloed op de geur en visuele beoordeling van het water.

De derde en afsluitende duurproef was opgezet, om te onderzoeken, wat de invloed is van een grotere hydraulische belasting op de ozonreactoren (van 0,5 m³/u naar 0,9 m³/u). De eindlozing had ook extra aandacht, omdat deze in eerdere duurproeven nog niet volledig is uitgevoerd.

Naast de eindlozing is een bepaling van de standtijd van het actief kool uitgevoerd. Als laatste is bepaald wat de gehalten gewasbeschermende middelen in het door de lamellenseparator afgescheiden slib zijn. Omdat er in de lamellenseparator naast de daling van zwevende stof ook een daling van de gehalte gewasbeschermingsmiddelen is gemeten is het vrijwel zeker dat het resulterende slib gewasbeschermingsmiddelen bevat.

6.1 Opzet van de derde duurproef

Voor de derde duurproef is gekozen voor het aanpassen van de volgende instellingen:

- verhogen debiet door de reactoren 0,9 m³/h;
- looptijd van 6 weken;
- eindlozing over actief kool.

De overige instellingen zijn na de tweede duurproef ongewijzigd gebleven.

Het voorgenomen verloop van de proef was als volgt:

- gedurende de proef worden appels en peren gesorteerd;
- vanaf het begin van de proef wordt er gesorteerd met zowel de lamellenseparator als de ozon reactoren in bedrijf;
- de installatie blijft 6 weken in bedrijf waarna een eindlozing uitgevoerd wordt;
- tijdens de eindlozing worden monsters genomen waarmee de standtijd van het actiefkoolfilter bepaald kan worden.

Er werden regelmatig controles uitgevoerd. Het monstername programma is sober, maar voldoende om betrouwbare conclusies te kunnen trekken. Tijdens de proef werd de installatie wekelijks gecontroleerd op de volgende punten:

- pH waarde;
- uitvlokking;
- redoxwaarden;
- visuele inspectie van het water.

Ook werd wekelijks de troebelheid van het water gemeten. De controles en metingen werden uitgevoerd door VAM.

Gedurende de eerste testweek is er een storing geweest aan de pH regeling, waardoor maximaal loog gedoseerd is. Deze storing is opgelost en daarna lag de pH binnen 2 dagen weer binnen de gewenste range. Besloten is door te zetten met de duurproef omdat deze storing op de verwijdering van de gewasbeschermingsmiddelen waarschijnlijk geen meetbaar effect heeft.

Helaas is de proef een week voor de eindlozing tot een abrupt einde gekomen doordat een vracht citrusvruchten gesorteerd werd. Vanwege standaard procedures is daarna het water in de gehele installatie ververs, waardoor resultaten niet meer representatief zouden zijn. Als gevolg is de hele installatie 2 maal bemonsterd op gewasbeschermingsmiddelen en zijn watermonsters genomen (CZV, troebelheid). De monsters zijn genomen aan het begin van de proef (16 mei) en gedurende week 4 (6 juni).

Ook zijn er drie maal monsters genomen van de gesorteerde peren, zowel ongewassen als gewassen. De monsternamen waren 16 en 18 mei, en 6 juni.

In de week van 14 november is een monster genomen van het ingedikte slib uit de lamellenseparator. Er is een gewasbeschermingsmiddelenanalyse uitgevoerd op dit slib.

6.2 Simulatie eindlozing

Om toch een beeld te krijgen van de eindlozing is besloten de eindlozing te simuleren op basis van de gegevens die tijdens de derde duurproef gemeten zijn.

Op het moment van de simulatie van de eindlozing werd fruit gesorteerd dat niet voor lange bewaring bestemd was, en daarom niet behandeld was met middelen om fruitrot te voorkomen (Bellis, Switch, Philabuster en/of Merpan). Dit was tijdens de derde duurproef wel het geval. Het water in de sorteerinstallatie is dus niet representatief om een eindlozing mee te simuleren. Er is hierom besloten dit water te gebruiken als basis en het te "spiken" met deze middelen tot een gehalte wat gemeten is tijdens de derde duurproef. Er is 3 m³ water uit de sorteerinstallatie apart genomen en daaraan zijn oplossingen van de verschillende middelen toegevoegd zoals beschreven staat in

Tabel 6-1 en Tabel 6-2. Dit water is vervolgens door de proefinstallatie gevoerd en de gewasbeschermingsmiddelen zijn gemeten ingaand, na de ozon reactoren en uitgaand na het actief koolfilter.

6.3 Simulatie eindlozing: belaadbaarheid actieve kool

Naast de simulatie van de eindlozing is een belaadbaarheidstest uitgevoerd. Deze test moet inzicht geven in de standtijd van het actiefkool filter. Voor deze proef zijn twee extra monsters genomen na ozonisatie. Aan deze twee monsters zijn 0,25 en 0,5 gram actief kool toegevoegd.

Op basis van deze gegevens kan een inschatting gemaakt worden van de hoeveelheid gewasbeschermingsmiddelen die de actieve kool kan opnemen, en dus hoeveel water behandeld kan worden.

Tabel 6-1: Basisoplossingen spiking ten behoeve van simulatie eindlozing

Beschikbare middelen			Stock oplossing aanmaken		
<i>Bellis</i>	Granulaat		"Oplossing B"		
	25,2 % w/w	Boscalid	252 mg/l	gewicht	1 gram
	12,8 % w/w	Pyraclostrobin	128 mg/l	oplossen in	1 L
<i>Switch</i>	Granulaat		"Oplossing S"		
	37,5 % w/w	Cyprodinil	3,75 mg/l	gewicht	0,1 gram
	25 % w/w	Fludioxonil	2,5 mg/l	oplossen in	10 L
<i>Philabuster</i>	Suspensieconcentraat		"Oplossing P"		
	20 % w/w	Imazalil sulfate	2 mg/l	gewicht	0,1 gram
	18 % w/w	Pyrimethanil	1,8 mg/l	oplossen in	10 L
<i>Merpan</i>	Suspensieconcentraat		"Oplossing M1"		
	47 % w/w	Captan	47 mg/l	gewicht	1 gram
				oplossen in	10 L
<i>Merpan</i>	Granulaat		"Oplossing M2"		
	80 % w/w	Captan	80 mg/l	gewicht	1 gram
				oplossen in	10 L

Afhankelijk van de beschikbare middelen is een basisoplossing met captan gemaakt van merpan in suspensiegranulaat of granulaat.

Tabel 6-2: Toe te voegen hoeveelheden basisoplossingen voor simulatie eindlozing

Gewenste concentraties:		Toevoegen	Volume	Resultaat
Boscalid	21 ug/l	Opl. B	85 ml	21,4 ug/l
Pyraclostrobin	2 ug/l	Opl. B	85 ml	10,9 ug/l
Cyprodinil	0,18 ug/l	Opl. S	130 ml	0,488 ug/l
Fludioxonil	0,32 ug/l	Opl. S	130 ml	0,325 ug/l
Imazalil	0,057 ug/l	Opl. P	30 ml	0,060 ug/l
Pyrimethanil	0,021 ug/l	Opl. P	30 ml	0,054 ug/l
Captan (suspensieconc.)	1,7 ug/l	Opl. M1	40 ml	1,9 ug/l
Captan (granulaat)	1,7 ug/l	Opl. M2	25 ml	2,0 ug/l

Afhankelijk van de beschikbare middelen is een basisoplossing met captan gemaakt van merpan in suspensiegranulaat of granulaat.

6.4 Bevindingen

Omdat de duurproef vroegtijdig gestopt is, zijn voor duurproef 3 twee datasets beschikbaar. De eerste set betreft de duurproef, de tweede set betreft de simulatie van de eindlozing en de be-
laadbaarheidstest.

6.4.1 Water: visuele beoordeling

De installatie heeft visueel een duidelijk effect op de helderheid van het water. De troebelheid in de dumper daalt geleidelijk, en het behandelde water is helder. Een eventueel maximaal haalbare standtijd is niet vastgesteld wegens de vroegtijdige verversing van het water. Vanuit operationeel oogpunt is gebleken dat een standtijd van 4 weken optimaal is. Het is gebleken dat na langere tijd zich vuil ophoopt in de sorteerinstallatie, bijvoorbeeld achter lasnaden. Om de vier weken wordt de installatie geheel gereinigd, inclusief de lamellenseparator, om eventueel opgehoopt vuil te verwijderen.

Deze resultaten zijn een bevestiging van de resultaten van duurproef 1 en 2.

6.4.2 Water: CZV, zwevende stof

Vanwege het sobere monsternamprogramma zijn er weinig gegevens beschikbaar. De gemeten CZV waarden waren relatief hoog, maar liggen in de juiste orde grootte. De gehalten zwevende stof waren zeer laag, wat overeenkomt met de visuele beoordeling en de resultaten van

duurproef 2. Een mogelijke oorzaak voor de hoge gehalten CZV zijn fruitsuikers afkomstig van rot fruit, ook is eerder vastgesteld dat deze sterk kunnen fluctueren.

Het beeld dat naar voren gekomen is uit duurproef 1 en 2 wordt met deze gegevens bevestigd.

6.4.3 Water: gewasbeschermingsmiddelen

Ook de resultaten van de verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen bevestigen het beeld uit duurproef 2. Gemiddeld gezien heeft de lamellenseparator een verwijderingsrendement van ongeveer 25%. De ozonreactoren verwijderen vervolgens gemiddeld nog eens 40% zodat het totale verwijderingsrendement op 50% komt. De analysegegevens zijn samengevat in Tabel 6-3, de volledige analysegegevens zijn opgenomen in bijlage 3.

Tabel 6-3: Verwijdering gewasbeschermingsmiddelen tijdens duurproef 3 (monsternamen datum 6 juni 2011)

Component	Verwijdering lamellenseparator	Verwijdering ozonreactoren	Verwijdering totaal
Cyprodinil	18%	92%	94%
Fludioxonil	45%	94%	97%
Propiconazool	21%	-18%	7%
Pyrimethanil	19%	52%	62%
Azaconazole	8%	29%	34%
Boscalid	42%	-10%	36%
Captan	43%	73%	85%
Indoxacarb	54%	17%	62%
Tetrahydroftalimide	40%	93%	96%
Acetamiprid	7%	9%	15%
Carbendazim	13%	35%	43%
Difenoconazool	-33%	13%	-17%
Dithianon	80%	0%	80%
DMST	13%	76%	79%
Fenoxycarb	29%	37%	55%
Imazalil	30%	91%	94%
Methoxifenozyde	24%	27%	44%
Pencycuron	64%	0%	64%
Pyraclostrobin	13%	100%	100%
Thiabendazole	-34%	5%	-28%
Thiacloprid	-6%	0%	-6%
Totaal	23%	35%	50%

Het beeld van de verwijderingsrendementen verschilt sterk tussen de verschillende middelen. Vooral de middelen die in hogere concentraties aanwezig zijn bepalen sterk het beeld. Dit zijn:

- Azaconazole 90 mg/l
- Boscalid 36 mg/l
- Captan (en afbraakproduct tetrahydroftalimide) 38 mg/l (som beide middelen)
- Pyraclostrobin 2,3 mg/l

Boscalid komt in relatief hoge concentraties voor, daarnaast is het bekend als een lastig afbreekbaar middel. De verwijdering ervan door de proefinstallatie is 36%, waarvan het overgrote deel verwijderd wordt door de lamellenseparator. De ozonbehandeling heeft nagenoeg geen effect op de concentratie van deze stof.

Captan komt grotendeels voor als zijn afbraakproduct tetrahydroftalimide, wat in voorgaande duurproeven niet gemeten is. Zowel captan als tetrahydroftalimide worden verregaand afgebroken waarin vooral de ozonbehandeling een groot aandeel heeft. Captan hydrolyseert ook uit zichzelf al snel.

Dit komt ook overeen met duurproef 2.

Deze derde duurproef laat hetzelfde beeld zien als de tweede duurproef. Een aantal middelen bepaald voor een groot deel het totaal rendement van de installatie wat uitkomt op ongeveer 50%. Het verwijderingsrendement van de verschillende middelen varieert van vrijwel niet tot vrijwel volledig. De middelen die vrijwel niet verwijderd worden zijn ook die middelen, die in zeer lage concentraties voorkomen.

6.4.4 *Houtverduurzamers*

Het is opmerkelijk dat azaconazole in hoge concentraties gevonden is. De laatste toelating van dit middel is in 2003 verlopen. Voor de toepassing als houtverduurzamer is de toelating in 2001 al verlopen. Waarschijnlijk zijn de kisten waarin het fruit aangeleverd is behandeld met dit middel, waardoor het water besmet is. Het zou dan kunnen gaan om nieuwe, geïmporteerde kisten.

Pyraclostrobin, ook een werkzame stof uit een houtverduurzamer (Wolsit KD 10), wordt vrijwel volledig verwijderd, waarbij de ozonbehandeling de belangrijkste verwijderingsstap is. Pyraclostrobin is wel toegelaten. Ook dit middel is dus afkomstig van de kisten.

6.4.5 *Simulatie eindlozing: gewasbeschermingsmiddelen*

Als eerste is het van belang te controleren of de middelen die toegevoegd zijn ook in de gewenste concentraties teruggevonden worden (zie ook Tabel 6-2). Alleen captan wordt niet teruggevonden, maar wel het afbraakproduct tetrahydroftalamide. De concentraties van alle middelen komen goed overeen met de gewenste concentraties, zoals te zien is in Tabel 6-4. De spiking is dus goed uitgevoerd.

De simulatie van de eindlozing is ook een controle op de meetgegevens van de eerdere duurproeven. Ook hier is het gemiddelde verwijderingspercentage ongeveer 50% waarin boscalid, captan (als tetrahydroftalamide) en pyraclostrobin weer een hoofdrol spelen. Dit bevestigt wederom het beeld van duurproef 2 en 3.

In de eindlozing zijn vervolgens amper nog gewasbeschermingsmiddelen te meten (zie ook Tabel 6-4). Over de totale vracht gewasbeschermingsmiddelen is het verwijderingsrendement van de installatie met nageschakeld filter 98%. Alleen tetrahydroftalamide, azaconazole, boscalid en pyraclostrobin zijn nog meetbaar in het effluent, zij het in lage concentraties. Ook boscalid, wat lastig te verwijderen is met ozon, wordt voor 97% verwijderd. Azaconazole laat een laag verwijderingsrendement zien, zowel door behandeling met ozon als na actiefkoolfiltratie. De invloed van deze stof op het totale verwijderingsrendement is echter laag vanwege de zeer lage concentraties.

Tabel 6-4: Gemeten concentraties gewasbeschermingsmiddelen simulatie eindlozing

Component	Eenheid	Dumper, gespiked	Na ozon	Lozing
Chloorprofam	µg/l	0,07	-	-
Fludioxonil	µg/l	0,15	0,08	-
Antraquinone	µg/l	0,03	0,03	-
Tetrahydroftalimide	µg/l	7,7	0,25	0,03
Acetaprimid	µg/l	0,0093	0,008	-
Azaconazole	µg/l	0,089	0,070	0,033
Boscalid	µg/l	25	21	0,72
Carbendazim	µg/l	0,0085	-	-
Cyprodinil	µg/l	0,29	0,0077	-
Difenoconazole	µg/l	0,0060	-	-
DMST	µg/l	0,020	-	-
Fenoxycarb	µg/l	0,0069	-	-
Imazalil	µg/l	0,091	0,006	-
Indoxacarb	µg/l	0,013	0,017	-
Monocrotophos	µg/l	0,68	0,19	-
Propiconazole	µg/l	0,048	0,050	-

Component	Eenheid	Dumper, gespiked	Na ozon	Lozing
Pyraclostrobin	µg/l	2,6	0,73	0,14
Pyrimethanil	µg/l	0,038	-	-
Spirotetramat	µg/l	0,043	0,039	-
Spirotetramat cis-keto-hydroxy	µg/l	0,070	0,060	-
Tebuconazool	µg/l	0,12	0,12	-
Thiabendazool	µg/l	0,015	-	-
Thiacloprid	µg/l	0,013	0,014	-
Tolyfluanide	µg/l	0,0057	-	-
Trifloxystrobin	µg/l	0,033	0,034	-

Het beeld van de eerder uitgevoerde (gedeeltelijke) eindlozing, waarbij in het effluent geen enkel middel gemeten werd, wordt verfijnd. Een volledige verwijdering is onwaarschijnlijk, en dat laat deze proef ook zien. Met 98% verwijdering is echter wel duidelijk dat de stoffen verregaand verwijderd worden.

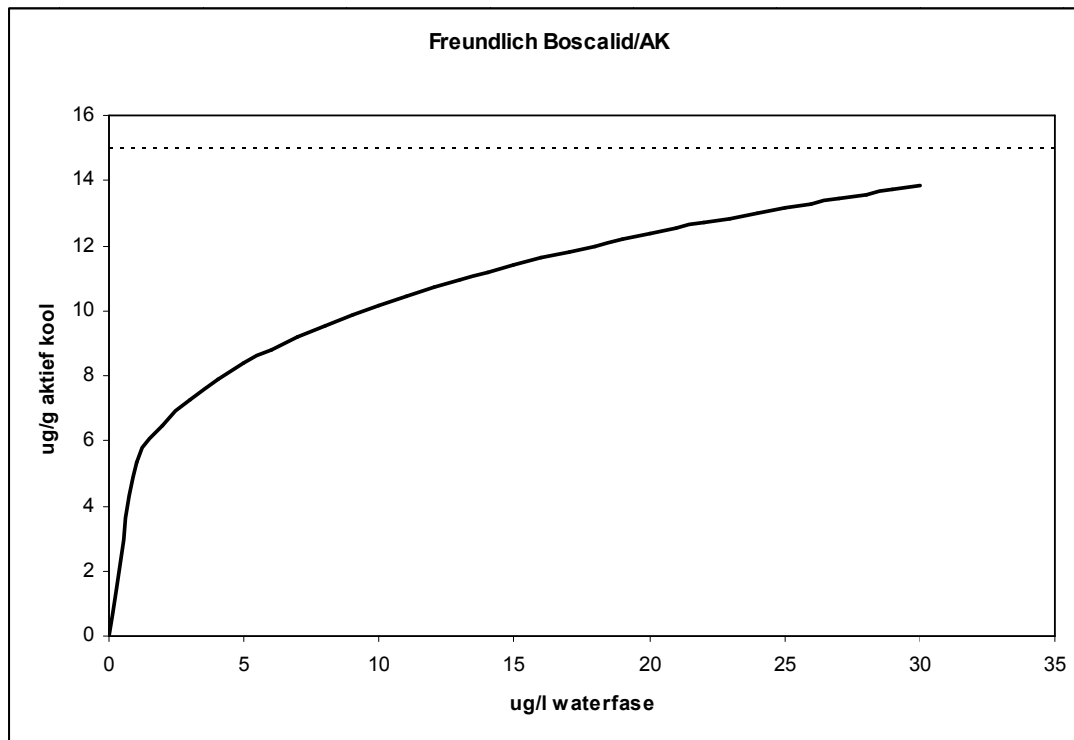
6.4.6 Simulatie eindlozing: belaadbaarheid actieve kool

De analyseresultaten van de belaadbaarheidproef zijn samengevat in Tabel 3-1. Bekend is dat vooral boscalid een lastige stof is om te verwijderen. Daarnaast is deze stof aanwezig in de meest hoge concentraties. Vanwege deze twee redenen is boscalid de bepalende factor voor de standtijd van het actiefkoolfilter. De berekeningen zijn daarom gebaseerd op deze getallen.

Tabel 6-5: Resultaten belaadbaarheid actieve kool

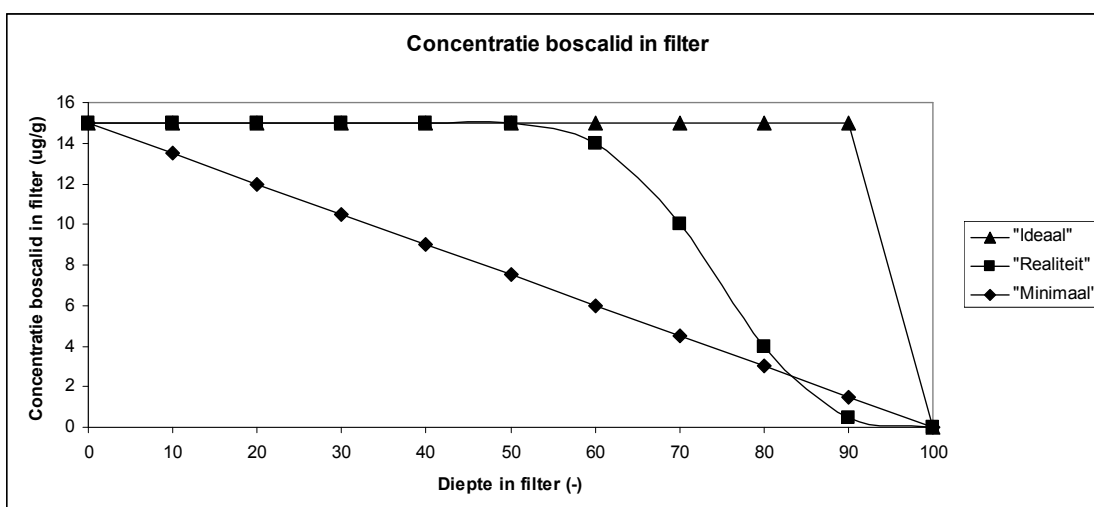
Component	Eenheid	Na ozon	+ 0,25g AK	+0,50g AK
Fenylfenol-2	µg/l	-	0,04	0,1
Fludioxonil	µg/l	0,08	0,07	0,04
Antraquinone	µg/l	0,03	0,01	0,01
Tetrahydroftalimide	µg/l	0,25	0,21	0,17
Acetaprimid	µg/l	0,008	0,0095	0,0085
Azaconazole	µg/l	0,070	0,071	0,066
Boscalid	µg/l	21	15	13
Cyprodinil	µg/l	0,0077	0,02	0,0073
Imazalil	µg/l	0,006	-	-
Indoxacarb	µg/l	0,017	0,012	0,0096
Monocrotophos	µg/l	0,19	-	0,36
Propiconazool	µg/l	0,050	0,044	0,046
Pyraclostrobin	µg/l	0,73	0,51	0,53
Spirotetramat	µg/l	0,039	0,035	0,032
Spirotetramat cis-keto-hydroxy	µg/l	0,060	0,049	0,055
Tebuconazool	µg/l	0,12	0,13	0,11
Thiacloprid	µg/l	0,014	0,012	0,011
Trifloxystrobin	µg/l	0,034	0,024	0,026

Op basis van de opname van boscalid door het actieve kool kan een adsorptieisotherm opgesteld worden. Er is gebruik gemaakt van het type "Freundlich isotherm". Het is bekend dat deze meestal de adsorptie aan actief kool het beste beschrijft. Op basis van deze isotherm, zie Figuur 6-1, kan de maximale hoeveelheid boscalid vastgesteld worden die door de kool wordt opgenomen (stippellijn). Bij de concentraties boscalid die gemeten zijn in de waterfase, is de maximale opname capaciteit 15 µg boscalid / g actieve kool.



Figuur 6-1: Freundlich isotherm adsorptie Boscalid – actieve kool (dikke lijn) en de geschatte maximale belading (stippellijn)

Op basis van de maximale opname capaciteit kan de standtijd van het filter bepaald worden. Deze standtijd is sterk afhankelijk van hoe boscalid afgevangen wordt in het filter. Dit is op basis van de metingen moeilijk te simuleren, daarom is gekozen voor een best case en een worst case benadering. De best case situatie gaat uit van een maximaal gebruik van de opname capaciteit in het filter. Het worstcase scenario gaat er vanuit dat door de dalende concentratie boscalid in het water de beschikbare opname capaciteit van de actieve kool niet volledig gebruikt wordt. Wat in realiteit gebeurt is een combinatie van de twee situaties, maar dit is op basis van twee meetpunten niet met zekerheid te modelleren. Omdat de ontwikkeling van het zogeheten front afhankelijk is van kinetische parameters is het niet te voorspellen of dit front bijzonder stijl (bij benadering best case) of zeer breed is (benadering worst case). Figuur 6-2 geeft deze benaderingen weer.



Figuur 6-2: Visualisatie opname boscalid door actief kool bij een best en worst case scenario en een weergave van de "realiteit"

De modelbenadering gaat verder uit van de volgende parameters:

- Concentratie boscalid voor AK filter 50 µg/l
- Dichtheid actief kool 470 kg/m³
- Inhoud filterbed 350 l

Hiermee worden de volgende resultaten berekend:

- Standtijd best case ~49.000 bedvolumes
- Standtijd worst case ~24.500 bedvolumes

Dit komt overeen met het lozen van totaal 8.575 tot 17.150 m³ sorteewater. Bij een dumperinhoud van 10 m³ en een standtijd van 4 weken komt dit bij een worstcase benadering neer op een standtijd van meer dan 65 jaar. Anders gezegd, 1 lozing komt overeen met ongeveer 30 bedvolumes, er kan dus ongeveer 815 keer geloosd worden.

6.4.7 Slib: gehalten gewasbeschermingsmiddelen

Omdat er een aanzienlijke verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen gemeten is, is besloten ook het afgescheiden slib afkomstig van deze separator te analyseren voor gewasbeschermingsmiddelen. Slib is een lastige matrix om middelen die in lage concentraties voorkomen te meten. Daarom is de detectielimiet vrij hoog gesteld (de limieten zijn met een factor 1000 verhoogd). Ondanks de verhoging van de detectielimiet zijn enkele middelen gemeten in concentraties die een factor 5 (boscalid) tot 2000 (fludioxonil) hoger liggen (zie Tabel 6-6) dan in het sorteewater.

Tabel 6-6: Gemeten gewasbeschermingsmiddelen in slib afkomstig van lamellenseparator

Component	Eenheid	Waarde
Fludioxonil	µg/l	170
Propiconazool	µg/l	12
Boscalid	µg/l	120
Cyprodinil	µg/l	6
Imazalil	µg/l	7
Indoxacarb	µg/l	6
Pyraclostrobin	µg/l	11

Op basis van de analyse gegevens kan geconcludeerd worden dat het slib ernstig vervuild is met gewasbeschermingsmiddelen. Om te voorkomen dat de middelen in het milieu terecht komen is de meest veilige afzetmethode verbranding of deponie. Eventuele vergisting, vergelijkbaar met slib van rioolwaterzuiveringen, heeft als risico dat middelen weer vrijkomen, en via de waterfase toch geloosd worden op oppervlakte water en is dus onwenselijk.

6.5 Conclusies derde duurproef

Ondanks de vroegtijdige eindlozing is de derde duurproef een bevestiging van de resultaten van de tweede duurproef. De standtijd van het water is dusdanig verlengd dat de waterkwaliteit niet meer de limiterende factor is. Op basis van loogverbruik, ophoping van vuil in de sorteerinstallatie en aanslag in de lamellenseparator is de optimale standtijd 4 weken.

De simulatie van de eindlozing is geslaagd, en de resultaten laten zien dat ook hier de standtijd van de kool niet de limiterende factor is. Er kan ook gekozen worden voor een kleiner koolfilter, echter er moet wel rekening gehouden worden met een voldoende contacttijd. Ook hier is vanuit praktisch oogpunt het wenselijk een groot filter te hebben (groter dan strikt noodzakelijk) zodat met een acceptabel debiet geloosd kan worden.

Het slib, afkomstig uit de lamellenseparator moet afgezet worden voor verbranding of deponie, gezien de hoge mate van verontreiniging met gewasbeschermingsmiddelen. Aangezien dit een zeer kleine stroom is, zullen de kosten hiervoor beperkt blijven.

7 Residu van GBM op fruit

7.1 Inleiding

Gedurende de duurproeven zijn ook fruitmonsters genomen om eventuele invloed van de zuivering op het fruit te bepalen. De resultaten van deze analyses en de conclusies die eruit getrokken kunnen worden, worden ten behoeve van de leesbaarheid van het rapport apart in dit hoofdstuk behandeld.

7.2 Resultaten

In totaal zijn 6 vruchtenmonsters geanalyseerd op residugehaltes (1 appelmonster en 5 perenmonsters). In zowel 2010 (duurproef 2, zie hoofdstuk 6) en 2011 (duurproef 3, zie hoofdstuk 7) zijn dat 3 vruchtmonsters geweest. Een monster bestond uit 2 submonsters. Het eerste submonster bestond uit vruchten uit de voorraadbak, het tweede submonster uit vruchten aan het eind van de sorteerlijn (na de nasproei-installatie). Het eerst geanalyseerde monster waren appels waarbij het effect van waterzuivering alleen door de lamellenseparator tot stand kwam. Bij de overige monsters (allen peren) werd het dumperwater door de lamellenseparator en ozonreactoren gezuiverd.

De eerste drie bemonsteringen bestonden uit 15 vruchten per submonster (duurproef 2). Bij de laatste bemonsteringen werden 30 vruchten per submonster genomen (duurproef 3). Dit is het maximale aantal vruchten dat door het laboratorium tegelijk verwerkt kan worden. Het grotere monster (steekproef) geeft een beter beeld van het gemiddelde residu in de partij. Het effect van het dumpersysteem met de waterzuivering, op verwijdering van residu van de vruchten kan daardoor beter bepaald worden.

In de eerste bemonsterde partij (tabel 8-1), met alleen een lamellenseparator als waterzuivering, werd geen noemenswaardige afname van het residugehalte waargenomen. De totale (aantoonbare) residugehaltes waren relatief laag.

Het is moeilijk om een conclusie te trekken over de verwijdering van residu op de vruchten, wanneer water alleen gezuiverd wordt met een lamellen separator. Er is maar 1 monster beschikbaar.

Tabel 7-1: Bemonstering 31 mei 2010, appel, waterzuivering: alleen lamellenseparator

Monster A	Residu (mg/kg)		MRL-EU		% MLR op vruchten	
	Uit voorraadbak	Na nasproei	(mg/kg)	Residu verwijdering (%)	Voor	Na
Fludioxonil	0,1	0,1	5	0	2	2
Cyprodinil	0,15	0,27	1	-80	15	27
Boscalid	0,22	0,24	2	-9	11	12
Pyraclostrobin	0,1	0,16	0,3	-60	33	53
Indoxacarb	0,03	0,04	0,3	-33	10	13
Dithianon	0,28	0,23	3	18	9	8
Spirodiclofen	0	0,01	0,8	-	0	1

Bij de monsters 2 tot en met 6 (Tabel 7-2 - Tabel 7-6) is het dumperwater door de lamellenseparator en ozonreactoren gezuiverd, en waren het allemaal perenmonsters.

Tabel 7-2: Bemonstering 30 juli 2010, peer, waterzuivering: lamellenseparator en ozon

Monster B	Residu (mg/kg)		MRL-EU		% MLR op vruchten	
	Uit voorraad-bak	Na nasproei	(mg/kg)	Residu verwijdering (%)	Voor	Na
Fludioxonil	0,13	0,04	5	69	3	1
Cyprodinil	0,2	0,06	1	70	20	6
Boscalid	0,37	0,14	2	62	19	7
Pyraclostrobin	0,22	0,07	0,3	68	73	23
Indoxacarb	0,02	0	0,3	100	7	0
Methoxy-fenoxide	0,03	0,02	0,02	33	2	1

Tabel 7-3: Bemonstering 12 augustus 2010, peer, waterzuivering: lamellenseparator en ozon

Monster C	Residu (mg/kg)		MRL-EU		% MLR op vruchten	
	Uit voorraad-bak	Na nasproei	(mg/kg)	Residu verwijdering (%)	Voor	Na
Fludioxonil	0,08	0,05	5	38	2	1
Cyprodinil	0,13	0,1	1	23	13	10

Tabel 7-4: Bemonstering 16 mei 2011, peer, waterzuivering: lamellenseparator en ozon

Monster D	Residu (mg/kg)		MRL-EU		% MLR op vruchten	
	Uit voorraad-bak	Na nasproei	(mg/kg)	Residu verwijdering (%)	Voor	Na
Fludioxonil	0,04	0,01	5	75	1	0
Cyprodinil	0,08	0,03	1	63	8	3
Captan	0,07	0,01	3	86	2	0

Tabel 7-5: Bemonstering 18 mei 2011, peer, waterzuivering: lamellenseparator en ozon

Monster E	Residu (mg/kg)		MRL-EU		% MLR op vruchten	
	Uit voorraad-bak	Na nasproei	(mg/kg)	Residu verwijdering (%)	Voor	Na
Fludioxonil	0,12	0,08	5	33	2	2
Cyprodinil	0,29	0,22	1	24	29	22
Boscalid	0,16	0,19	2	-19	8	10
Pyraclostrobin	0,11	0,12	0,3	-9	37	40

Tabel 7-6: Bemonstering 6 juni 2011, peer, waterzuivering: lamellenseparator en ozon

Monster F	Residu (mg/kg)		MRL-EU		% MLR op vruchten	
	Uit voorraad-bak	Na nasproei	(mg/kg)	Residu verwijdering (%)	Voor	Na
Captan	0,14	0,11	3	21	5	4
Boscalid	0,17	0,16	2	6	9	8
Pyraclostrobin	0,15	0,2	0,3	-33	50	67

Uit de tabellen blijkt dat de residuen van tenminste 1 middel (fungicide) tegen vruchtrot bij ieder monster werd aangetoond (Bellis: a.i. boscalid & pyraclostrobin; Switch: a.i. fludioxonil & cyprodinil); beide componenten uit deze middelen waren altijd tezamen aantoonbaar. Captan werd tweemaal in 2011 aangetoond. In 2010 werd deze stof niet geanalyseerd (niet in het analysepakket).

Pyraclostrobin werd het vaakst met de relatief hoogste MRL-waarde aangetoond: viermaal aangetoond en viermaal hoger dan 33% van de MRL-waarde. Pyraclostrobin heeft de laagste MRL-waarde (0,3 mg/kg), dat is mede oorzaak van deze relatief hoge MRL-waarden. Boscalid werd het vaakst met de hoogste absolute residuwaarde aangetoond, maar heeft een relatief hoge MRL (3 mg/kg). In Tabel 7-7 is te zien deze twee stoffen slechts voor een beperkt deel van de

vruchten tijdens het verblijf in het dumperwater afgewassen worden. Door het beperkte aantal monsters en het beperkte aantal middelen dat in de monsters aanwezig was, is het moeilijk een uitspraak te doen over de afwasbaarheid van de middelen van de vruchten in het totale systeem (lamellenseparator + ozonreactoren; monsters B-F).

Op basis van de beperkte analyses blijkt dat captan, fludioxonil en cyprodinil redelijk goed te verwijderen stoffen zijn. Boscalid en pyraclostrobin zijn moeilijker te verwijderen stoffen.

Tabel 7-7: Percentage verwijderd residu voor de verschillende stoffen

Monster	A	B	C	D	E	F	Gemiddelde (exclusief A)
Captan	-	-	-	86	-	21	54
Fludioxonil	0	69	38	75	33	-	54
Cyprodinil	-80	70	23	63	24	-	45
Boscalid	-9	62	-	-	-19	6	16
Pyraclostrobin	-60	68	-	-	-9	-33	9
Indoxacarb	-33	100	-	-	-	-	100
Dithianon	18	-	-	-	-	-	-
Spirodiclofen	-	-	-	-	-	-	-
Methoxifenoxide	-	33	-	-	-	-	33

Overigens moet nog steeds in ogenschouw worden genomen dat ook bij monstergroottes van 30 vruchten uit een partij de variatie in residugehaltes tussen deze monsters zeer groot kan zijn. Alleen bij zeer goede afwasbaarheid (dus veel verwijdering) kan het verwijderingseffect relatief goed aangetoond worden. In deze proef werd steeds 1 submonster voor en na het watersortersysteem genomen. Er moeten dan veel partijen getoetst worden om een betrouwbare uitspraak te kunnen doen.

7.2.1 Contaminatie van vruchten met residu uit het sorteewater

In een aantal gevallen werd na passeren van het waterdumpersysteem een hoger residugehalte op het fruit gemeten; bijvoorbeeld pyraclostrobin 0.15 mg/kg in voorraadbak en 0.20 mg/kg na de nasproeier (Tabel 7-4). Dat is een toename van 0,05 mg/kg, of 50 µg/kg. De concentratie van pyraclostrobin in het dumperwater was maximaal 2 µg/l. Om het residuniveau van 0,15 naar 0,20 mg/kg te laten stijgen, moet aan een kilogram peren de totale vracht pyraclostrobin uit 25 liter water achterblijven. Dit geldt ook voor de overige middelen in het sorteewater; hier gelden zelfde orde groottes. Daarnaast zijn de analyses op residuen in vruchten in mg/kg, en de analyses voor watermonsters in µg/l (detectielimiet).

Deze resultaten laten ook zien dat de kruisbesmetting van verschillende partijen fruit zeer onwaarschijnlijk is.

8 Kostenindicatie

De totale kosten voor het bedienen van een zuiveringsinstallatie voor het fruitsorteerwater zoals in deze studie is toegepast bestaan uit:

- kapitaalslasten;
- operationele kosten.

Voor het berekenen van deze kosten zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- prijs drinkwater € 2 per m³;
- prijs elektriciteit € 0,12 per kWh;
- Energieverbruik ozongeneratie 8 kWh/kg O₃;
- gebruik water van 8 m³ per week naar 8 m³ per 4 weken;
- de zuivering is 100% van de tijd in gebruik;
- rente op investering 3%;
- afschrijftermijn 10 jaar;
- de bedieningskosten nemen niet toe;
- lamellenseparator is goed, geen aanpassingen nodig;
- zuiveringsheffing € 55 / vervuiling equivalent¹.

Voor het goed functioneren van de zuiveringsinstallatie is een goed functionerende lamellenseparator een vereiste. Deze valt echter buiten de scope van dit onderzoek. Om toch de kosten van de zuiveringsinstallatie goed inzichtelijk te maken is gekozen om de installatie zowel inclusief als exclusief lamellen separator door te rekenen. Daarnaast is voor de vernietiging van eventuele restozon een UV lamp aan te raden, om te voorkomen dat eventuele restozon op de werkplek terecht komt. Deze wordt ook apart meegenomen.

8.1.1 Kapitaalslasten

De installatie bestaat uit de volgende onderdelen, met bijbehorende aanschafwaarde:

- | | |
|--------------------------------------------------|----------|
| • Aanvoerpomp met flowmeter en besturing | € 1.000 |
| • 2 maal ozon reactor | € 4.000 |
| • Ozongenerator met luchtdroging en waterkoeling | € 15.000 |
| • 2 maal redoxsensor | € 300 |
| • Redoxmeting (dual) | € 2.000 |
| • Actiefkoolfilter | € 2.500 |

De totale fabrieksprijs van de installatie is € 24.800,-.

Indien ook de lamellen separator en de UV lamp meegenomen worden:

- | | |
|-----------------------------------------|----------|
| • Installatie | € 24.800 |
| • Lamellenseparator inclusief besturing | € 25.000 |
| • UV-lamp t.b.v. vernietiging restozon | € 2.000 |

De totale fabrieksprijs van de installatie inclusief lamellenseparator en UV lamp is € 51.800.

¹ afgerond Nederlands gemiddelde, heffing Waterschap Scheldestromen is € 53 / i.e.

Daarnaast zal de installatie geïnstalleerd moeten worden op locatie. Dit zal variabel zijn per locatie (reistijd, beschikbare ruimte, etc.). Daarom wordt voor het plaatsen van de installatie een stelpost opgenomen van € 5.000 €.

De totale investeringskosten zijn:

- | | |
|------------------------------------------------------|----------|
| • Installatie exclusief lamellenseparator en UV lamp | € 29.800 |
| • Installatie inclusief lamellenseparator en UV lamp | € 56.800 |

Uitgaande van een vaste rente van 3 procent zijn de kapitaalslasten bij een annuïtaire afschrijving over 10 jaar:

- | | |
|------------------------------------------------------|---------------|
| • Installatie exclusief lamellenseparator en UV lamp | € 3.493 /jaar |
| • Installatie inclusief lamellenseparator en UV lamp | € 6.659 /jaar |

8.1.2 Operationele kosten

De operationele kosten bestaan uit:

- bediening;
- onderhoud;
- energie;
- water;
- slibontzorging;
- waterschapsheffing.

In het geval dat de lamellenseparator en UV lamp meegeteld worden komt daar nog bovenop:

- energieverbruik uv lamp en lamellenseparator;
- chemicaliënverbruik lamellenseparator.

Bediening

Aangenomen wordt dat er ongeveer 1 uur per week bediening noodzakelijk zal zijn door een medewerker van de sorteerder. Hiervoor worden geen extra kosten berekend.

Onderhoud

Vanwege de specialistische aard van de installatie is enige extra begeleiding in onderhoud noodzakelijk. Uitgegaan wordt van een onderhoudscontract. De tijdsbesteding wordt geschat op 1 volledige dag per 6 weken, inclusief rapportage en enige reistijd. Uitgaande van een uurtarief van € 50 /uur zijn de onderhoudskosten dan ongeveer € 3.500 per jaar.

Naast standaard onderhoud zal ook het actiefkoolfilter periodiek vervangen moeten worden om een goede werking te garanderen. De berekende theoretische standtijd van het filter is 60 jaar, echter dit is geen realistische gebruikstermijn. Een realistische standtijd is moeilijk te geven, en is afhankelijk van de belasting van het filter met CZV, organische stof, slib, etc.. De standtijd zal uit de praktijk moeten blijken, maar zal veel lager liggen dan 60 jaar. Een realistische aanname van de standtijd is ongeveer 2,5 jaar, op basis van eerdere ervaringen met koolfilters. De kosten van het vervangen van de kool in het filter zijn € 2.500 per filter. Dit is inclusief arbeid en het regenereren van het actief kool. De jaarlijkse kosten voor het filter zijn dan € 1.000 per jaar.

Energie

Het energieverbruik van de installatie is direct gekoppeld aan het ozonverbruik. Bij een verbruik van 30 tot 35 gram per uur wordt 285 kg ozon per jaar geproduceerd. Dit levert een energieverbruik op van afgerond 2.300 kWh. Dit levert € 276 per jaar aan energiekosten op. Indien wat extra energie voor de aanvoerpomp etc. meegeteld wordt is € 300 per jaar een goede indicatie.

Water

Het oude waterverbruik is wekelijks 8 m³, jaarlijks is dit 416 m³. In de nieuwe situatie wordt eens in de 4 weken water ververs, het waterverbruik daalt dan naar 104 m³ per jaar. Jaarlijks wordt er dan 312 m³ drinkwater bespaard, wat neerkomt op een kostenbesparing van € 624 per jaar.

Slibontzorging

Vanwege de zware vervuiling van het slib met gewasbeschermingsmiddelen wordt uitgegaan van deponie of verbranding van het slib. Mogelijk kunnen er met het waterschap afspraken gemaakt worden voor de afzet van het slib zoals dit ook met zuiveringsslib gebeurt.

Een kostenindicatie van het verwerken van 1 ton slib is € 65² tot € 70³. De slibproductie bij FPZ wordt geschat op enkele kubieke meters per jaar, echter dit is sterk variabel vanwege de wisselende kwaliteit van verschillende vrachten fruit.

Indien uitgegaan wordt van 5 ton slib (~ 5 m³) en afzetkosten van € 70 per ton zijn de kosten voor slibafzet € 350 per jaar. Worden daarin transportkosten en eventuele variatie in opgenomen zijn de kosten ongeveer € 500 per jaar.

Waterschapsheffing

Het waterschap berekent haar heffing op basis van vervuilingseenheden (v.e.'s). Één v.e. komt overeen met 150 gram CZV en wordt als volgt berekend:

$$v.e. = Q \times (CZV + 4,57 \times N_{Kj}) / 150$$

Doordat er minder water verbruikt wordt (Q) en er water geloosd wordt van een betere kwaliteit (CZV en NKj) zal de zuiveringsheffing dalen. Om de besparingen te kunnen schatten moet er een aanname gedaan worden voor het verschil in waterkwaliteit (CZV en N-Kj). Er is 1 maal CZV en Kjeldahl stikstof gemeten in de eindlozing. Op basis van deze getallen zal een schatting gemaakt moeten worden. Als gevolg hiervan moet dit gezien worden als een zeer grove schatting. De gemeten concentraties N-Kj zijn zeer laag, daarom wordt stikstof niet meegenomen in de berekening.

In de oude situatie wordt 416 m³ water geloosd per jaar met een gemiddeld CZV gehalte van ongeveer 1 g/l. Dit komt overeen met 7,6 v.e. (à 150 g CZV).

In de nieuwe situatie wordt 104 m³ water geloosd per jaar met een gemiddeld CZV gehalte van 0,1 g/l CZV. Dit komt overeen met 0,19 vervuiling equivalent (à 150 g CZV).

Er wordt 7,4 v.e. minder geloosd, daarmee dalen de kosten met ongeveer € 407,- per jaar.

Extra kosten installatie inclusief lamellenseparator en UV lamp

De lamellen separator en UV lamp hebben een geschat verbruik van 2,5 kW⁴. Daarbij komt met continu bedrijf het energieverbruik van de lamellen separator en UV lamp op 21.900 kWh. De extra energiekosten komen dan neer op € 2.628 per jaar.

Het chemicaliënverbruik van de lamellenseparator wordt geschat op 4 liter vlokmiddel per dag⁴, totaal ongeveer 1,5 m³ per jaar. Bij een standtijd van het water van 4 weken is vastgesteld dat het loogverbruik minimaal is⁵. Daarom wordt aangenomen dat hier geen kosten mee gemoeid zijn.

De kosten voor vlokmiddel bedragen € 2,31 per liter indien in bulk ingekocht wordt³. Daarmee komen de jaarlijkse kosten voor chemicaliën op € 3.465 per jaar.

Totaal geeft dit voor de lamellenseparator en UV lamp kosten van € 6.093 per jaar.

² Jaarverslag "Slibverwerking Noord Brabant"

³ Leidraad riolering, indicatie afzetkosten rioolslib

⁴ Mondelinge mededeling Van Antwerpen Milieutechniek

⁵ Mondelinge mededeling FPZ

8.1.3 Jaarlijkse lasten

De kapitaallasten bedragen:

- | | | |
|------------------------------------------------------|-------|--------|
| • Installatie exclusief lamellenseparator en UV lamp | 3.493 | €/jaar |
| • Installatie inclusief lamellenseparator en UV lamp | 6.659 | €/jaar |

De operationele kosten bedragen:

- | | | |
|------------------------------------------------------|---------------|---------------|
| • Bediening | 0 | €/jaar |
| • Onderhoud | 4.500 | €/jaar |
| • Energie | 300 | €/jaar |
| • Water | - 624 | €/jaar |
| • Slibontzorging | 500 | €/jaar |
| • Waterschapsheffing | - 407 | €/jaar |
| <i>Totaal exclusief UV lamp en lamellenseparator</i> | <i>4.269</i> | <i>€/jaar</i> |
| • Energieverbruik UV lamp en lamellenseparator | 2.628 | €/jaar |
| • Chemicaliënverbruik lamellenseparator | 3.465 | €/jaar |
| <i>Totaal inclusief UV lamp en lamellenseparator</i> | <i>10.362</i> | <i>€/jaar</i> |

De totale jaarlasten van de zuiveringsinstallatie zijn, inclusief de voordelen uit het lagere waterverbruik en de verminderde waterschapsheffing:

- | | | |
|------------------------------------------------------|--------|--------|
| • Installatie exclusief lamellenseparator en UV lamp | 7.762 | €/jaar |
| • Installatie inclusief lamellenseparator en UV lamp | 17.021 | €/jaar |

9 Conclusie en aanbevelingen

9.1 Conclusie

Gelet op de in de inleiding geformuleerde doelstellingen kan worden geconcludeerd, dat het onderzoek vergaand het gewenste resultaat heeft opgeleverd. Het is mogelijk gebleken, om:

- de standtijd van het water te verlengen tot minimaal 8 weken, ook bij de behandeling van fruit uit de lange bewaring;
- de opbouw van gewasbeschermingsmiddelen te voorkomen;
- kruisbesmetting van vruchten met gewasbeschermingsmiddelen te voorkomen;
- een eindlozing te verkrijgen, waarin de aangetroffen gewasbeschermingsmiddelen (ver) onder de MTR liggen;
- een installatie te realiseren, die geen negatieve invloed heeft op het uitstalleven van het fruit;
- een installatie te realiseren, die het gehalte gewasbeschermingsmiddelen op het fruit verlaagd;
- een installatie te realiseren, die eenvoudig te bedienen is.

Bij een aantal punten dienen kanttekeningen te worden geplaatst.

Standtijd

Uit praktische overwegingen is de optimale standtijd van het water vastgesteld op 4 weken. De waterkwaliteit blijft goed, echter de loogdosering neemt significant toe en enige vuiligheid in de sorteerinstallatie wordt zichtbaar. Daarnaast wordt na meer dan 4 weken wat aanslag gevonden in de lamellenseparator. Een mogelijke oorzaak van de aanslag in de lamellenseparator en de toename in loogdosering is enige aangroei van micro-organismen (biofilm vorming en verzuuring).

Een aandachtspunt bij de verlenging van de standtijd van het water is dat er vele partijen fruit gesorteerd worden met het zelfde water. Daarmee ontstaat een risico op kruisbesmetting. Tijdens de duurproeven is met metingen aangetoond dat dit niet aan de orde is.

Bediening

De installatie wordt door de locatie, waar het onderzoek is uitgevoerd beoordeeld als “eenvoudig te bedienen”. Maar hierbij moet worden bedacht, dat de bedieners in de loop van het project zijn meegegroeid en de installatie hebben leren kennen. Het is niet te verwachten, dat bij het plaatsen van de installatie op een willekeurige locatie er direct sprake zal zijn van een optimaal bedrijf. Er dient aandacht te zijn voor het goed bedrijven van de (veelal al aanwezige) lamellenseparator en de instellingen dienen te worden bewaakt. Het verdient aanbeveling, om in het bedrijf ten minste één en beter nog twee personen aan te wijzen, die verantwoordelijk zijn voor de bediening. Ook verdient het aanbeveling, om de leverancier gedurende enige tijd instructie te laten geven, al dan niet aangevuld met een servicecontract.

Kosten

Of het systeem daadwerkelijk bedrijfseconomisch verantwoord kan worden ingezet is niet alleen de kostenindicatie van belang, maar ook de bedrijfseconomische situatie van het individuele bedrijf. Een algemene uitspraak over de bedrijfseconomische haalbaarheid van het systeem is daarom niet mogelijk.

Verwijderbare gewasbeschermingsmiddelen

Over een periode van 2 jaar is onderzoek gedaan naar de verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen. Het onderzoek is uitgevoerd op een vaste locatie. Geconstateerd is, dat voor de middelen, die op het fruit zijn aangetroffen, aan de verwijderingdoelstelling is voldaan. Twee keer is een eindlozing uitgevoerd/gesimuleerd. De eerste keer zijn in het te lozen water geen gewasbeschermingsmiddelen meetbaar aangetroffen, de tweede keer waren er wel gewasbeschermingsmiddelen meetbaar boven de detectiegrens. De gemeten gewasbeschermingsmiddelen (Tabel 9-1) staan niet vermeld in de lozingseis (Tabel 9-2). De middelen waarvoor een eis afgegeven is worden tot onder de detectielimiet verwijderd. Captan wordt niet gemeten in het geloosde water, echter wel het afbraakproduct tetrahydroftalimide. Dit afbraakproduct wordt echter tot onder de lozingseis voor captan verwijderd.

Tabel 9-1: Gemeten gewasbeschermingsmiddelen bij simulatie eindlozing

Component	Eenheid	Eindlozing
Tetrahydroftalimide	µg/l	0,03
Azaconazole	µg/l	0,033
Boscalid	µg/l	0,72
Pyraclostrobin	µg/l	0,14

Tabel 9-2: MTR-waarden gewasbeschermingsmiddelen⁶

Parameter	eenheid	Waarde
Captan	µg/l	0,11
Carbendazim	µg/l	0,11
Pirimicarb	µg/l	0,09
Fenoxycarb	µg/l	0,0014
Tolyfluanide	µg/l	0,1
DMST	µg/l	0,75
Pyrimethanil	µg/l	2,9

Het is niet aangetoond, dat met het systeem ieder middel dat op de markt is of zal komen, kan worden verwijderd. Er kan slechts geconcludeerd worden, dat het aannemelijk is, dat het systeem zeer breed inzetbaar is.

Het doel van het project was het ontwikkelen van een praktijkrijpe oplossing om de lozing van ernstig verontreinigd transportwater weg te nemen. Dit doel is bereikt, de installatie is effectief in het verwijderen van gewasbeschermingsmiddelen zodat het geloosde water voldoet aan de gestelde kwaliteitseisen. De lozing is verregaand weggenomen, slechts enkele middelen, waarvoor geen lozingseisen bestaan, zijn in zeer lage concentraties nog meetbaar.

Ook zijn de neveneffecten allen bereikt. De installatie draagt positief bij aan de voedselveiligheid en door de toegenomen standtijden van het water wordt het waterverbruik verminderd.

9.2 Aanbevelingen

Het uitgevoerde onderzoek heeft geleid tot een praktijkrijp prototype van een installatie voor de behandeling van fruitwaswater. Het is een uitgebreid onderzoek geweest. Zoals bijna altijd zijn er in de loop van het onderzoek punten aan de orde gekomen die niet nader onderzocht konden worden omdat;

- zij niet direct in de doelstelling pasten;
- zij niet binnen het budget konden worden uitgevoerd;
- zij niet pasten in het tijdschema.

In deze paragraaf worden een aantal van deze punten genoemd.

⁶ Offerteaanvraag "Onderzoek Zuivering Fruittransportwater"

Met betrekking tot de verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen van het fruit zijn er een aantal verdere onderzoeksmogelijkheden:

- Inpassen van een tussenbak met gecontroleerde verblijftijd tussen de dumper en de nasproeiinstallatie voor de sorteerlijn. Bij een verblijftijd van minimaal circa 15 minuten kan het toepassen van biologisch afbreekbare zeep worden toegepast.
- Vergelijking van de verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen met en zonder ingeschaalde ozonreactoren. Hiermee kan worden nagegaan, of wassen in het "standaardsysteem", al dan niet voorzien van een aanvullende tussenbak (de "wasbak") ook resulteert in een significante verwijdering.

Met betrekking tot het effluent is in de loop van het project ter sprake gekomen, dat de behandeling met ozon bij onvolledige oxidatie zou kunnen leiden tot het ontstaan van schadelijke producten. De ervaring uit het project Sleen is, dat medicijnen in ieder geval dusdanig worden geoxydeerd, dat middels de ER-Calux test geen significante hormoonverstorende werking kan worden aangetoond (mondelinge mededeling Grontmij). Een andere wijze waarop de schadelijkheid van het totale effluent kan worden onderzocht is de "Totale Effluent Beoordeling", een ecologische toets (Grontmij Ecologie).

Als laatste is de microbiologische kwaliteit van het water ook een factor. Met langere standtijden wordt de kans groter, dat verschillende micro-organismen ingroeien in het systeem. Daartegenover heeft ozon een desinfecterende werking, en gaat zo eventuele ingroei tegen. Hoe deze factoren tot elkaar in verhouding staan is onbekend. Ook is onbekend of de microbiologische kwaliteit van het gesorteerde fruit beïnvloed wordt. Onderzoek naar de invloed van waterzuivering in deelstroom op de ontwikkeling van micro-organismen in het water en op het fruit is dan ook aan te bevelen. Dit is ook een punt van aandacht binnen het duo project PCS-Fruit.

Bijlage 1

Werking en aanpassing van de dumper en lamellen separator

Dompelbak en pompbak

FPZ heeft aangegeven, dat er op de bodem van de dompelbak ophoping van bezonken materiaal plaats vindt. De bodem is nu vlak en er blijft slib op de bodem achter. Als de circulatiepomp aanstaat heeft dit tot gevolg dat er zand/slib in de pomp kan komen, die dan weer schoongemaakt moet worden.

Er zijn aanpassingen van het ontwerp mogelijk. Er is voorgesteld om de bodem van de dompelbad onder gering afschot te leggen, neerwaarts met de stroomrichting van het water, zodat het vuil in het diepste punt wordt gedrukt. Om een gelijkmatige stroming te bereiken kan de waterstroom uit de pomp worden gebroken in een verdeelstuk met gekalibreerde gaten. Hierdoor wordt de dompelbak over de gehele bodem egaal aangestroomd (gatsnelheid 1-2 m/s, snelheid in de verdeelbuis 0,3 – 0,5 m/s). Met een omloopleiding wordt het goed bezinkbare vuil richting een spui klep gespoten. Deze wordt automatisch aangestuurd en gaat een aantal keren per dag open. Dit zware vuil gaat naar een slibbezinktank, die nieuw gerealiseerd moet worden. Dit vuil moet zeker niet naar de lamellenseparator gaan in verband met verstoppingen. Alleen het fijne zwevende stof wordt daar bewerkt. Het afvoerpunt naar de lamellenseparator dient derhalve naar boven verplaatst, 20-100 cm boven de bodem. De inlaat wordt afgeschermd met een gaasfilterplaat om instroom van blad, tak en andere grove delen te voorkomen. Om verstopping te voorkomen kan de plaat eventueel dusdanig worden geplaatst, dat er water langs stroomt t.b.v. reiniging. Het debiet moet goed afleesbaar zijn: voorkeur heeft het plaatsen van een elektronische meter.

Ook in de pompbak is er sprake van enige ophoping van bezinkbaar materiaal. Vroeg in het project is gekeken naar de mogelijkheden, om de beschikbare pompbak als bezinker te gebruiken. De hoge pompsnelheid in het systeem zorgt er in combinatie met de afmetingen voor, dat het rendement gedurende bedrijf zeer gering is. Gedurende perioden van stilstand zou wel wat slib kunnen worden afgevoerd. Hiervoor zijn nodig een slibpomp en aanvullende maatregelen, om het afgepompte slib te ontwateren, op te slaan en af te voeren.

De voorgestelde aanpassingen aan de dompelbak en de pompbak zijn niet uitgevoerd. De wijzigingen vielen ver buiten de scope van het huidige project en zijn ook niet realiseerbaar zonder aanmerkelijke verstoring van het normale bedrijf.

Watertransportgoot

In de goot kan eventueel een zandvang worden geplaatst. Dit kan echter conflicteren met drijf eigenschappen van het te transporteren fruit. Het gebruik van de dompelbak als zandvang, zoals in de vorige paragraaf besproken, is echter als effectiever in te schatten, zodat deze aanpassing minder prioriteit heeft. Ook deze voorgestelde aanpassing heeft niet plaatsgevonden vanwege de te lange periode van stilstand.

Pompbak

Bij stilstand verzameld zich slib op de bodem van de pompbak. In bedrijf is de stroomsnelheid en turbulentie dusdanig hoog, dat er geen bezinking optreedt. Door modificaties aan de pompbak (schotten, volume) is het mogelijk, om deze meer als slibafvang te laten fungeren. Verder kan de bestaande zeefband onder de fruitopvoer aan het eind van de dumper worden vervangen door een fijnere zeef. Deze overwogen modificatie had tot doel om niet alleen grof materiaal af te zeven (bladeren, steeltjes), maar ook vruchtvleesvlokken afkomstig van beschadigd fruit. Deze veranderingen zijn niet doorgevoerd, omdat wordt aangenomen, dat de invloed hiervan relatief klein is bij het goed bedrijven van de lamellenseparator en onvoldoende zijn bij het niet goed bedrijven van de lamellenseparator.

Instellingen dumper bij niet in gebruik zijnde sorteerlijn

Na het uitvoeren van de eerste duurproef bleek, dat de verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen over een weekend achterbleef bij de verwachting. Dit was terug te voeren op het feit, dat de circulatiepomp in de dumper tijdens het weekend (te lang) stilstond. De sturing van de circulatiepomp in de dumper is aangepast. Bij stilstand van de sorteerlijn draait de circulatiepomp van de dumper nu 5 minuten per 30 minuten. Hiermee blijkt een voldoende homogenisatie van het in de installatie aanwezige water te worden bereikt.

Plaats lamellenseparator

De bestaande lamellenseparator was opgesteld in de sorteerhal. Hij is verplaatst naar de naastliggende ruimte. De verplaatsing maakte geen onderdeel uit van het oorspronkelijke project. Rondom de opstelplaats is een afvoergoot aangebracht. Tevens zijn doorvoeren door de tussenwand gemaakt. Bij het verplaatsen zijn in het leidingwerk met kleppen afgesloten aftakkingen opgenomen, waardoor het naschakelen van de aanvullende behandeling kan plaatsvinden, zonder de bedrijfsvoering van de lamellenseparator en daarmee van de fruitsorteerinstallatie te verstoren.

Werking lamellenseparator

Visueel beoordeeld was het behandelingseffect van de lamellenseparator te klein. De productietijden variëren tussen 8 en 16 uur per dag. Het debiet was ingesteld op circa 2,5 m³/u. De inhoud van de lamellenseparator is 2 m³. Het honingraatpakket heeft een oppervlak van 9 – 10 m², zijnde 4,5 - 5 m² geprojecteerd (bij een opstelling onder 60°). De oppervlaktebelasting is derhalve < 0,5 m/h. Voor lamellenseparatoren is de gebruikelijke range 0,1 – 2,5 m/h (voor uiterst lastig – zeer makkelijk af te scheiden materiaal). Dit betekent, dat de lamellenseparator groot genoeg is voor een goed rendement. Voordat plaatsing van een ander type lamellen of zelfs een groter type lamellenseparator wordt overwogen dienen eerst andere variabelen te worden onderzocht.

De separator werd niet continue bedreven. Het verdient aanbeveling, om dat wel te doen.

In de loop van het project is op de lamellenseparator automatische periodieke luchtinjectie geïnstalleerd om de flowmeters schoon (afleesbaar) te houden.

Tijdens het project is gebleken, dat er behoefte was aan nadere instructie met betrekking tot het goede gebruik van de lamellenseparator. Deze begeleiding is verzorgd door VAM.

Dosering PolyAluminium chloride

Indicatief wordt een gebruik aangegeven van ongeveer een jerrycan in de maand. Uitgaande van 20 werkdagen en 8 – 16 draaiuren zou het gebruik dan 20 l in 160 – 320 uur zijn, d.w.z. 125 – 62 ml/h. Bij een Al-gehalte van 65 g/l komt dit overeen met 8 – 4 g Al/h. Indien het debiet 2 m³/h bedraagt, komt dit overeen met een dosering van 4 – 2 mg Al/l. Voor bijvoorbeeld Sachtoklar is de aanbevolen dosering 2-3 mg Al/l. Geconstateerd is, dat het daadwerkelijke debiet lager is dan 2 m³/h. Vermoedelijk is er dus sprake van overdosering. Behalve Sachtoklar kunnen ook andere aluminiumchloriden worden gebruikt. Het gebruik van polyelectrolyet wordt afgeraden. Gedurende het project is Nicasal getest. Dit gaf qua bezinking minder resultaat dan het uiteindelijk gekozen meer verdunde VAMfloc Combi. De keuze voor het meer verdunde middel hangt ook samen met de menging van het vlokmiddel. Door het lage debiet van de oorspronkelijke dosering is een goede (snelle) menging niet mogelijk. Dit kan worden verbeterd door de oplossing aluminiumchloride 5 - 10 maal te verdunnen en een 100 - 200 liter vat neer te zetten. In de praktijk leidde de verdunning (met leidingwater) ertoe, dat het middel al in het voorraadvat ging vlokken. Er is daarom overgegaan op een meer verdund aangeleverd lokmiddel, Vamfloc combi, met een dosering van 4 – 5 l vlokmiddel per 24 uur.

Een verdere verbetering van de menging kan worden bereikt door het gebruik van een venturi, met een stroomsnelheid van 2 m/s. Gekozen is uiteindelijk voor de technisch eenvoudigere oplossing van het gebruik van een statische mixer in de aanvoerleiding naar de lamellenseparator. Verder is een automatische periodieke luchtinjectie geïnstalleerd om verstopping van de statische menger te voorkomen.

De vlokmiddeldosering is gedurende het project getest en bleek juist te zijn. Een probleem hierbij is, dat de vervuiling en daarmee de gevraagde dosering over de dag kan variëren. Maar de precies gevraagde dosering is ook afhankelijk van het product wat wordt verwerkt. Bij het verwerken van peren komt meer "vuil" vrij dan bijvoorbeeld bij appels. En bij de verwerking van "oud" fruit komt meer vuil vrij dan bij de verwerking van vers fruit.

De hoeveelheid vlokmiddel zou afgestemd moeten worden op een momentane meetwaarde. Dit is in de praktijk praktisch lastig uitvoerbaar, omdat er geen goede gidsparameter is. Mogelijk zou troebelheid de gidsparameter kunnen zijn, mits er voldoende zekerheid is, dat de troebelheid echt het gevolg is van het dumpen. Dit lijkt een optimalisatie mogelijkheid voor de langere

termijn. Uiteraard leidt deze vorm van automatisering wel tot een toename van de investeringskosten.

In de bedrijfsvoering moet goed worden gelet op het opraken van het vlokmiddel. In de praktijk kwam het voor, dat de lamellenseparator korte tijd zonder vlokmiddel werd bedreven. De werking van de lamellenseparator wordt dan minimaal.

Regeling zuurgraad

In de oorspronkelijke installatie vond geen regeling van de zuurgraad plaats. Tijdens de tweede duurproef is gevonden, dat er soms een licht witte troebeling in het water ontstond. Deze bleek samen te gaan met variaties in de zuurgraad van het water. Vermoedelijk is er sprake van het ontstaan van een colloïdale aluminiumvlok. Door na de statische menger in de aanvoer naar de lamellenseparator een loogdosering op te nemen met een setpoint in de range van 6,4 – 7,6 blijkt het ontstaan van de witte troebeling voorkomen te kunnen worden.

Compartment in lamellenseparator

Het flocculatiecompartment is circa 350 liter groot, het leidingwerk daar naar toe circa 40 l. Bij een debiet van 2,5 m³/u resulteert dit in een als kort te beoordelen contacttijd van 9,4 minuten. Door het verlagen van het debiet naar 2 m³/u neemt de contacttijd toe naar 12 minuten, wat voldoende moet zijn. Een verlaging van het debiet heeft bovendien een positieve invloed op de werking van de lamellenseparator.

Bij visuele inspectie was de turbulentie in het flocculatiecompartment onvoldoende voor een goede flocculatie. Ook lijkt kortsluitstroming met de huidige vorm van de invoer onvermijdelijk. Het water stroomt/valt dood bij de instroom tegen het zijschot. Het voorstel is onder het wateroppervlak een injectiebuis met gekalibreerde gaten te plaatsen over de breedte van de ruimte. Hierdoor wordt de instroomsnelheid van het vlokmiddel duidelijk hoger (indicatief: 0,2-0,4 m/s). Indien de uitstroom onder een hoek met de horizontaal wordt gemaakt wordt daarbij het volledige volume van de flocculatiekamer in beweging gebracht. Uiteindelijk is gekozen voor het inbrengen via een injectiebuis bij het verlaagde debiet van 2 m³/u.

Een toekomstige aanpassing kan nog zijn het verder verlengen van de contacttijd tot maximaal 15 – 20 minuten.

Slibbelasting bezinkruimte

Bij een geschat zwevende stofgehalte (in goede condities van bedrijfsvoering) van 50 g/m³ wordt per uur 100 g zwevende stof aangevoerd. Het sliboppervlak onder de lamellen wordt geschat op 0,8 m². De slibbelasting is dan 0,1 kg/0,8 m².h = 0,13 kg/m².h. Dit is laag genoeg om het slib goed te laten bezinken en in te laten dikken.

Reiniging lamellenpakket

Door de aard van de verontreiniging bestaat het slib deels uit “zacht” materiaal, dat zich ondanks de steile hellingshoek van het lamellenpakket meer dan gemiddeld afzet op de lamellen. In de loop van het project zijn onder andere peren gesorteerd op het eind van het seizoen. Dit resulteert in een relatief hoge belasting met relatief veel zacht materiaal. De vermindering van de verwijdering van gewasbeschermingsmiddelen over de lamellenseparator lijkt er een aanwijzing voor, dat de aangehouden frequentie van reinigingen (eenmaal in de 5 - 6 weken) mogelijk te laag is. Het is vermoedelijk beter, om een frequentie van een maal in de 4 weken aan te houden.

Slibopvang

Het slib wordt handmatig gespuid en komt in een zakkenfilter. Het water dat door het filter stroomt wordt teruggevoerd naar de waterdumper. Het filterdoek (500 µm) is te grof ten opzichte van de fijne slibdeeltjes die door de coagulatie/vlokvorming worden gevormd (minimum ± 10µm). Door de turbulentie tijdens de spui worden de vlokjes en hun vervuiling weer in colloïdale toestand gebracht, waardoor deeltjes worden teruggevoerd naar de dumper.

Het zakkenfilter is in eerste instantie vervangen door een buffer. Hierin wordt het slib onder water ingebracht. De bedoeling was, dat deze tank zou werken als nabezinker. Het slib bleek echter niet in voldoende mate te bezinken. Bij het afpompen van het bovenstaande water werd ook steeds slib meegenomen. Er zijn diverse experimenten uitgevoerd met verschillende geometrie.

Binnen de beschikbare ruimte en met het oog op operationele eenvoud bleek het gebruik van een kleine zeefbandpers uiteindelijk de beste oplossing. In de uiteindelijke versie wordt een papiervlies gebruikt met een poriëngrootte van 60 µm, luchtdoorlatendheid 4,7 l/m²/s (bij 200 Pa). De keuze voor dit vlies is een compromis tussen de gewenste poriëngrootte (zo klein mogelijk) en de sterkte (verminderde gevoeligheid voor storingen).

Het overlopende surpluswater werd teruggevoerd naar de sorteerder. De terugvoer is verplaatst naar de ingang lamellenseparator.

In een vervolgotraject kan nog onderzoek worden gedaan naar het nut van polymeerdosering bij het slib uit de lamellenseparator. Op labschaal zorgde dit voor enige verbetering van de slibuitlokking. Het uiteindelijk verzamelde slib dient verder te worden ontwaterd en/of afgevoerd.

Actiefkoolfilters

In het oorspronkelijke ontwerp van de installatie waren voor en achter de ozonreactor actiefkoolfilters opgenomen. Omdat er verstoppingproblemen optraden (zie het volgende hoofdstuk) zijn de filters vervallen. In plaats daarvan is er een filter geplaatst, dat alleen wordt gebruikt bij de eindlozing. Voor de eindlozing is het uitgangsfILTER voorzien van de voor dumperwater gebruikelijke kool: 400 liter actief kool (steen-kool-granulair) met de volgende specificaties:

Parameter	Typische waarden
totaal BET oppervlak (m ² /g)	950 - 1020
dichtheid (schudgewicht) (kg/m ³)	470 ± 30
partikelgrootte (mm)	2,36 - 0,6

Verdere verbetering van de afscheiding van zwevend stof

In de loop van het project is gebleken, dat een goede werking van de lamellenseparator essentieel is voor de goede werking van de vervolgbehandeling. Daardoor is het streven ontstaan, om tot een verdergaande verwijdering van zwevend stof te komen, indicatief tot minder dan 10 mg/l. Met een lamellenseparator is dit echter, zeker gegeven de aard van de verontreinigingen, vermoedelijk niet mogelijk.

Er kan dan worden gedacht aan het plaatsen van een zandfilter na de lamellenseparator. Maar hierdoor wordt de installatie een stuk gecompliceerder in gebruik (filter, schoonwaterbufer, terugspoelmogelijkheid met slibafvang en afvoer) en duurder in aanschaf. Ook ontstaat de noodzaak van extra suppletie, wat tot meer watergebruik leidt. Verder is van belang, dat het optimaal bedrijven van alleen de lamellenseparator al zorgvuldig dagelijks toezicht vergt. De daarvoor benodigde kennis en ervaring is op dit moment in de branche niet algemeen aanwezig. Dit kan al een rem zijn op het (goede) gebruik van een relatief eenvoudige installatie. Te verwachten valt, dat het uitbreiden van de installatie met meer stappen een rem is op het goede gebruik. Het andere alternatief is het volledig vervangen van de lamellenseparator door een zandfilter. Daarvoor is de belasting van het water met zwevend stof echter te hoog, zodat met een nog uitgebreidere terugspoel, buffer, slibbehandeling en suppletie gerekend moet worden. Het doel van het daadwerkelijk verlengen van de standtijd komt hierdoor sterk onder druk te staan. Derhalve dient te worden gesteld, dat een lamellenseparator de meest aangewezen voorbehandeling van het water is, mits deze lamellenseparator goed wordt bedreven.

Bijlage 2

Analysegegevens tweede duurproef

Watermonsters, gewasbeschermingsmiddelen

		woensdag 2 juni 2010			
component	eenheid	MTR	dumper	lamsep	verw,%
difenylamine	µg/l				
fludioxonil	µg/l		55	72	-31
antraquinone	µg/l		0,41	0,20	51
captan	µg/l	0,34	0,22	0,79	-259
acetamiprid	µg/l		0,010	0,011	-10
azaconazole	µg/l		0,71	0,81	-14
boscalid	µg/l		60	94	-57
bupirimate	µg/l	30			
carbendazim	µg/l	0,6	0,052	0,058	-12
chlorthiophos	µg/l				
cyprodinil	µg/l		6,0	3,9	35
difenoconazool	µg/l	7,8	0,035	0,031	11
dimethoaat	µg/l		0,070	0,071	-1
dimethomorph	µg/l	10			
dithianon	µg/l		3,1	1,1	65
diuron	µg/l	1,8			
dmst	µg/l		0,14	0,17	-21
dodine	µg/l				
etofenprox	µg/l				
fenazaquin	µg/l				
fenhexamid	µg/l				
fenoxycarb	µg/l	0,026	0,19	0,22	-16
fenpropathrin	µg/l				
flucycloxyuron	µg/l				
flonicamid	µg/l	0,12	0,09	0,09	0
fosetyl-aluminium	µg/l	100			
imazalil	µg/l	0,87	0,041	0,028	32
indoxacarb	µg/l	0,0084	0,27	0,27	0
kresoxim-methyl	µg/l	0			
lufenuron	µg/l				
methoxyfenozyde	µg/l		3,9	2,9	26
myclobutanil	µg/l				
pencycuron	µg/l		0,004	0,002	50
pirimicarb	µg/l	0,09	0,007	0,006	14
propiconazool	µg/l	1,3			
pyraclostrobine	µg/l		1,3	1,1	15
pyrazophos	µg/l	0,04			
pyrimethanil	µg/l		0,02	0,02	0
spirodiclofen	µg/l		0,64	0,25	61
tebufenozide	µg/l				
thiabendazole	µg/l		0,013	0,010	23
thiacloprid	µg/l	0,025			
tolyfluanide	µg/l				
triadimenol	µg/l		0,009	0,007	22
triazophos	µg/l				
trifloxystrobin	µg/l		0,070	0,091	-30
som	µg/l		132	178	-35
zwavel	µg/l				

0: onder de rapportagegrens

component	eenheid	vrijdag 25 juni 2010				verwijdering			
		dumper	lamsep	ozon 1	ozon 2	d- ls, %	ls- o1, %	o1- o2, %	tl, %
difenylamine	µg/l	0	0	0,08	0				
fludioxonil	µg/l	21	12	2,0	1,3	43	83	35	94
antraquinone	µg/l	0,09	0,03	0,04	0,03	67	-33	25	67
captan	µg/l								
acetamiprid	µg/l								
azaconazole	µg/l	0,19	0,19	0,18	0,20	0	5	-11	-5
boscalid	µg/l	130	110	82	73	15	25	11	44
bupirimate	µg/l								
carbendazim	µg/l	0,035	0,032	0,025	0,009	9	22	64	74
chlorthiophos	µg/l								
cyprodinil	µg/l	0,81	1,0	0,26	0,14	-23	74	46	83
difenoconazool	µg/l	0,017	0,013	0,015	0,015	24	-15	0	12
dimethoaat	µg/l								
dimethomorph	µg/l	0	0	0,008	0,75				
dithianon	µg/l	0,58	0,44	0,58	0,41	24	-32	29	29
diuron	µg/l								
dmst	µg/l	0,042	0,036	0	0	14	100		100
dodine	µg/l								
etofenprox	µg/l								
fenazaquin	µg/l								
fenhexamid	µg/l								
fenoxycarb	µg/l	0,042	0,047	0,033	0,015	-12	30	55	64
fenpropathrin	µg/l								
flucycloxonurion	µg/l								
flonicamid	µg/l								
fosetyl-aluminium	µg/l								
imazalil	µg/l								
indoxacarb	µg/l	0,14	0,091	0,094	0,098	35	-3	-4	30
kresoxim-methyl	µg/l								
lufenuron	µg/l								
methoxyfenozide	µg/l	0,026	0,022	0,018	0,016	15	18	11	38
myclobutanil	µg/l	0	0	0	0,044				
pencycuron	µg/l								
pirimicarb	µg/l								
propiconazool	µg/l								
pyraclostrobine	µg/l	1,9	1,5	1,2	0,34	21	20	72	82
pyrazophos	µg/l								
pyrimethanil	µg/l								
spirodiclofen	µg/l	0,038	0,029	0,017	0,028	24	41	-65	26
tebufenozide	µg/l								
thiabendazole	µg/l	0,021	0,026	0,012	0,009	-24	54	25	57
thiacloprid	µg/l								
tolyfluanide	µg/l								
triadimenol	µg/l								
triazophos	µg/l								
trifloxystrobin	µg/l	0,12	0,15	0,087	0,10	-25	42	-15	17
som	µg/l	155	126	87	77	19	31	12	51
zwavel	µg/l	0,91							
0: onder de rapportagegrens									
gemiddelde van percentage									
						13	27	19	51

component	eenheid	maandag 28 juni 2010				verwijdering			
		dumper	lamsep	ozon 1	ozon 2	d- ls,%	ls- o1,%	o1- o2,%	tl, %
difenylamine	µg/l								
fludioxonil	µg/l	19	6	1,5	0,6	69	74	59	97
antraquinone	µg/l	0,38	0,06	0,08	0,06	84	-33	25	84
captan	µg/l								
acetamiprid	µg/l								
azaconazole	µg/l	0,18	0,16	0,17	0,15	11	-6	12	17
boscalid	µg/l	56	48	38	33	14	21	13	41
bupirimate	µg/l	0,007							
carbendazim	µg/l	0,037	0,028	0,023	0,066	24	18	-187	-78
chlorthiophos	µg/l	0,008							
cyprodinil	µg/l	1,5	0,83	0,14	0,060	45	83	57	96
difenoconazool	µg/l	0,021	0,009	0,010	0,009	57	-11	10	57
dimethoaat	µg/l								
dimethomorph	µg/l								
dithianon	µg/l	0,56	0,22	0,34	0,22	61	-55	35	61
diuron	µg/l								
dmst	µg/l	0,043	0,035	0,014	0,0025	19	60	82	94
dodine	µg/l								
etofenprox	µg/l	0,008	0	0	0				
fenazaquin	µg/l	0,006	0	0	0				
fenhexamid	µg/l	0,02	0,005	0,005	0,04	75	0	-700	-100
fenoxycarb	µg/l	0,051	0,023	0,012	0,0025	55	48	79	95
fenpropathrin	µg/l								
flucycloxiuron	µg/l	0,009	0	0	0	100			100
flonicamid	µg/l								
fosetyl-aluminium	µg/l								
imazalil	µg/l	0,011	0,0025	0,0025	0,0025	77	0	0	77
indoxacarb	µg/l	0,14	0,079	0,092	0,10	44	-16	-9	29
kresoxim-methyl	µg/l	0,007	0	0	0	100			100
lufenuron	µg/l	0,020	0	0	0,005	100			75
methoxyfenozide	µg/l	0,014	0,013	0,009	0,0025	7	31	72	82
myclobutanil	µg/l								
pencycuron	µg/l	0,004							
pirimicarb	µg/l								
propiconazool	µg/l								
pyraclostrobine	µg/l	1,5	0,79	0,19	0,2	47	76	-5	87
pyrazophos	µg/l	0,004	0	0	0	100			100
pyrimethanil	µg/l								
spirodiclofen	µg/l	0,028	0,009	0,010	0,017	68	-11	-70	39
tebufenozide	µg/l								
thiabendazole	µg/l								
thiacloprid	µg/l								
tolyfluanide	µg/l								
triadimenol	µg/l								
triazophos	µg/l	0,006	0	0	0	100			100
trifloxystrobin	µg/l	0,031	0,038	0,031	0,031	-23	18	0	0
som	µg/l	80	56	41	35	30	28	15	57
zwavel	µg/l	0,91							
0: onder de rapportagegrens									
gemiddelde van percentage						56	17	-31	57

component	eenheid	maandag 19 juli 2010				verwijdering			
		dumper	lamsep	ozon 1	ozon 2	d- ls,%	ls- o1,%	o1- o2,%	tl, %
difenylamine	µg/l								
fludioxonil	µg/l	8,7	3	0,8	0,1	62	77	84	99
antraquinone	µg/l								
captan	µg/l								
acetamiprid	µg/l								
azaconazole	µg/l	0,1	0,1	0,1	0,11	0	0	-10	-10
boscalid	µg/l	5,2	6,1	4,8	4,5	-17	21	6	13
bupirimate	µg/l								
carbendazim	µg/l	0,022	0,015	0,013	0,009	32	13	31	59
chlorthiophos	µg/l								
cyprodinil	µg/l	0,93	0,26	0,21	0,036	72	19	83	96
difenoconazool	µg/l	0,007	0,008	0,009	0,009	-14	-13	0	-29
dimethoaat	µg/l								
dimethomorph	µg/l								
dithianon	µg/l								
Diuron	µg/l								
Dmst	µg/l	0,037	0,023	0,018	0	38	22	100	100
Dodine	µg/l								
etofenprox	µg/l								
fenazaquin	µg/l								
fenhexamid	µg/l	0,02	0,01	0,049	0	50	-390	100	100
fenoxycarb	µg/l	0,038	0,024	0,023	0,012	37	4	48	68
fenpropathrin	µg/l								
flucycloxonurion	µg/l								
flonicamid	µg/l								
fosetyl-aluminium	µg/l								
Imazalil	µg/l	0,048	0,038	0	0	21	100		100
indoxacarb	µg/l	0,034	0,034	0,036	0,041	0	-6	-14	-21
kresoxim-methyl	µg/l								
lufenuron	µg/l								
methoxyfenozide	µg/l	0,032	0,026	0,027	0,016	19	-4	41	50
myclobutanil	µg/l								
pencycuron	µg/l								
pirimicarb	µg/l								
propiconazool	µg/l	37	40	35	30	-8	13	14	19
pyraclostrobine	µg/l	0,13	0,13	0,12	0,04	0	8	67	69
pyrazophos	µg/l								
pyrimethanil	µg/l	0,04	0,03	0,03	0	25	0	100	100
spirodiclofen	µg/l	0,012	0,009	0,009	0,01	25	0	-11	17
tebufenozide	µg/l								
thiabendazole	µg/l								
thiacloprid	µg/l								
tolyfluanide	µg/l								
triadimenol	µg/l								
triazophos	µg/l								
trifloxystrobin	µg/l	0,26	0,26	0,26	0,25	0	0	4	4
som	µg/l	53	50	41	35	4	18	15	33
Zwavel	µg/l				2,2				
0: onder de rapportagegrens									
gemiddelde van percentage						20	-8	40	49

component	eenheid	vrijdag 30 juli 2010				verwijdering			
		dumper	lamsep	ozon 1	ozon 2	d- ls,%	ls- o1,%	o1- o2,%	tl, %
difenylamine	µg/l								
fludioxonil	µg/l	8,5	9,8	0,62	0,48	-15	94	23	94
antraquinone	µg/l	0,05	0,06	0,03	0,03	-20	50	0	40
Captan	µg/l								
acetamiprid	µg/l								
azaconazole	µg/l	0,28	0,29	0,28	0,24	-4	3	14	14
boscalid	µg/l	130	130	110	100	0	15	9	23
bupirimate	µg/l								
carbendazim	µg/l	0,038	0,035	0,025	0,008	8	29	68	79
chlorthiophos	µg/l								
cyprodinil	µg/l	1,5	1,6	0,34	0,17	-7	79	50	89
difenoconazool	µg/l	0,009	0,012	0,008	0,009	-33	33	-13	0
dimethoaat	µg/l								
dimethomorph	µg/l								
dithianon	µg/l	0,56	0,63	0,59	0,55	-13	6	7	2
Diuron	µg/l	0,019	0,021	0,017	0,012	-11	19	29	37
Dmst	µg/l	0,075	0,084	0,027	0	-12	68	100	100
Dodine	µg/l								
etofenprox	µg/l								
fenazaquin	µg/l								
fenhexamid	µg/l								
fenoxycarb	µg/l	0,12	0,12	0,051	0,020	0	58	61	83
fenpropathrin	µg/l								
flucycloxonuron	µg/l								
flonicamid	µg/l								
fosetyl-aluminium	µg/l	8,6	6,7	9,5	8,4	22	-42	12	2
imazalil	µg/l	0,024	0,034	0	0	-42	100		100
indoxacarb	µg/l	0,89	0,64	0,64	0,63	28	0	2	29
kresoxim-methyl	µg/l	0,078	0,079	0,059	0,029	-1	25	51	63
lufenuron	µg/l								
methoxyfenozide	µg/l	8,2	7,8	5,9	3,7	5	24	37	55
myclobutanil	µg/l								
pencycuron	µg/l								
pirimicarb	µg/l	0,008	0	0	0	100			100
propiconazool	µg/l	1,5	1,7	1,7	1,4	-13	0	18	7
pyraclostrobine	µg/l	0,95	0,91	0,59	0,25	4	35	58	74
pyrazophos	µg/l								
pyrimethanil	µg/l								
spirodiclofen	µg/l								
tebufenozide	µg/l	0,013	0,015	0,011	0,008	-15	27	27	38
thiabendazole	µg/l								
thiacloprid	µg/l	0,011	0,011	0,012	0,009	0	-9	25	18
tolyfluanide	µg/l	0,006	0	0,008	0,010	100		-25	-67
triadimenol	µg/l	0	0	0,007	0,007				
triazophos	µg/l								
trifloxystrobin	µg/l	0,033	0,053	0,025	0,021	-61	53	16	36
som	µg/l	161	161	130	116	1	19	11	28
Zwavel	µg/l	1,6	1,3	1,9	2,2				
0: onder de rapportagegrens									
gemiddelde van percentage						1	32	27	44

Component	eenheid	vrijdag 30 juli 2010			verwijdering IN - UIT,%
		AK in	AK uit	AK	
Difenylamine	µg/l				
Fludioxonil	µg/l				
Antraquinone	µg/l				
Captan	µg/l				
Acetamiprid	µg/l				
Azaconazole	µg/l	0,24	0		100
Boscalid	µg/l	110	0		100
Bupirimate	µg/l				
Carbendazim	µg/l				
chlorthiophos	µg/l				
Cyprodinil	µg/l	0,08	0		100
difenoconazool	µg/l				
Dimethoat	µg/l				
dimethomorph	µg/l				
Dithianon	µg/l				
Diuron	µg/l				
Dmst	µg/l				
Dodine	µg/l	0,04	0		100
Etofenprox	µg/l				
Fenazaquin	µg/l				
Fenhexamid	µg/l				
Fenoxycarb	µg/l				
Fenpropathrin	µg/l	0,26	0		100
Flucycloxuron	µg/l				
Fonicamid	µg/l				
Fosetyl-aluminium	µg/l				
Imazalil	µg/l				
Indoxacarb	µg/l				
kresoxim-methyl	µg/l				
Lufenuron	µg/l				
methoxyfenozide	µg/l				
Myclobutanil	µg/l				
Pencycuron	µg/l				
Pirimicarb	µg/l				
propiconazool	µg/l	1,9	0	OK	100
pyraclostrobine	µg/l	0,27	0		100
Pyrazophos	µg/l				
Pyrimethanil	µg/l				
Spirodiclofen	µg/l				
Tebufenozide	µg/l				
thiabendazole	µg/l				
Thiacloprid	µg/l				
Tolyfluanide	µg/l				
Triadimenol	µg/l				
Triazophos	µg/l				
Trifloxystrobin	µg/l	0,04	0		100
som	µg/l	113	0		100

Watermonsters, overig

Metingen VAM

Datum		Redox mV		
		Ozon 1 / 2	Dumper	Lamsep uit
2-6-2010		230/195		
4-6-2010		475/585		
7-6-2010		485/590	140	140
9-6-2010		415/560	45	15
11-6-2010		588/615		
21-6-2010		370/450		
23-6-2010		385/460	80	35
25-6-2010	vr	460/540	110	85
28-6-2010	ma	455/635	255	169
30-6-2010		502/665	215	195
1-7-2010		410/426	175	179
2-7-2010		374/430	163	157
5-7-2010	ma	354/411	146	134
7-7-2010		389/521	130	72
9-7-2010	vr	402/568	153	146
12-7-2010	ma	362/431	148	136
14-7-2010		406/559	157	149
16-7-2010	vr	370/458	152	144
19-7-2010	ma	381/476	64	105
21-7-2010		329/491	116	103
23-7-2010	vr	321/425	102	54
26-7-2010	ma	381/523	179	136
28-7-2010		410/520		
30-7-2010	vr	370/530		

Metingen VAM

Datum		CZV mg/l				troebelheid FAU			
		Dumper	Lamsep uit	Ozon 1	Ozon 2	Dumper	Lamsep uit	Ozon 1	Ozon 2
31-5-2010		42				13	5		
2-6-2010		178	139			21	10		
4-6-2010									
7-6-2010		165	165	120	153	38	8	7	9
25-6-2010	vr	410	415	430	425	34	16	16	15
28-6-2010	ma	385	360	360	355	51	39	36	36
30-6-2010						48	29	27	28
1-7-2010						70	60	54	54
7-7-2010						59	65	52	50
12-7-2010	ma	265	288	240	242	55	59	55	54
19-7-2010	ma					20	15	13	12
21-7-2010		387	366	376	379	15	14	10	11
28-7-2010		550	480	490	460	44	22	21	19

Metingen "Zeeuws Vlaanderen", AK: Omegam

Datum		CZV mg/l					
		Dumper	Lamsep uit	Ozon 1	Ozon 2	AK in	AK uit
31-5-2010		28	29				
2-6-2010		140	140				
25-6-2010	vr	270	250	250	250		
28-6-2010	ma	260	240	220	370		
5-7-2010	ma	600	590	600	580		
26-7-2010	ma	370	350	360	350		
30-7-2010	vr	530	510	450	440		
30-7-2010	vr					455	103

Metingen "Zeeuws Vlaanderen", AK: Omegam

Datum		zwevend stof mg/l						Kjeldahl-N mg/l	
		Dumper	Lamsep uit	Ozon 1	Ozon 2	AK in	AK uit	AK in	AK uit
31-5-2010		28	0						
2-6-2010		35	0						
25-6-2010	vr	41	46	46	37				
28-6-2010	ma	51	51	50	69				
5-7-2010	ma	170	150	170	170				
26-7-2010	ma	24	27	29	23				
30-7-2010	vr	56	46	52	48				
30-7-2010	vr					67	<1	2	<1

Fruitmonsters

type zuivering				lamellen separator	
		MRL, EU	MRL, EU	31 mei 2010, appel	
Component	eenheid	appel	peer	ongewassen	gewassen
Cyprodinil	mg/kg	1	1	0,15	0,27
Fludioxonil	mg/kg	5	5	0,10	0,10
Boscalid	mg/kg	2	2	0,22	0,24
Dithianon	mg/kg	3	3	0,28	0,23
Indoxacarb	mg/kg	0,5	0,3	0,03	0,04
methoxyfenozide	mg/kg	2	2		
Pyraclostrobine	mg/kg	0,3	0,3	0,10	0,16
Spirodiclofen	mg/kg	0,8	0,8	0	0,01
gemiddelde	mg/kg			0,13	0,15
som	mg/kg			0,88	1,05
verwijdering, som	%				-19

type zuivering		lam sep, ozonreactoren		lam sep, ozonreactoren	
		30 juli 2010, peer		12 aug 2010, peer	
Component	eenheid	ongewassen	gewassen	ongewassen	gewassen
Cyprodinil	mg/kg	0,20	0,06	0,13	0,10
fludioxonil	mg/kg	0,13	0,04	0,08	0,05
boscalid	mg/kg	0,37	0,14		
indoxacarb	mg/kg	0,02	0		
methoxyfenozide	mg/kg	0,03	0,02		
pyraclostrobine	mg/kg	0,22	0,07		
gemiddelde	mg/kg	0,16	0,06	0,11	0,08
som	mg/kg	0,97	0,33	0,21	0,15
verwijdering, som	%		66		29

Bijlage 3

Analysegegevens derde duurproef

Watermonsters

Middel	eenheid	Monsterlocatie		Na Ozon1	Na Ozon2	Opmerking
		Dumper	Lam Sep			
Cyprodinil	ug/l	0,22	0,18	0,046	0,014	
Fludioxonil	ug/l	0,58	0,32	0,03	0,02	
Propiconazool	ug/l	0,01	0,0079	0,0091	0,0093	
Pyrimethanil	ug/l	0,026	0,021	0,01	0,01	(0,01 =< detectiegrens)
Azaconazole	ug/l	90	83	82	59	
Boscalid	ug/l	36	21	25	23	
Captan	ug/l	3	1,7	0,46	0,46	
Indoxacarb	ug/l	0,39	0,18	0,15	0,15	
Tetrahydroftalimide	ug/l	35	21	3	1,4	(afbraak product Captan)
Acetamiprid	ug/l	0,0075	0,007	0,0058	0,0064	
Carbendazim	ug/l	0,016	0,014	0,0092	0,0091	
Difenoconazool	ug/l	0,012	0,016	0,01	0,014	
Dithianon	ug/l	0,1	0,02	0,02	0,02	(0,02 =< detectiegrens)
DMST	ug/l	0,024	0,021	0,005	0,005	(0,005 =< detectiegrens)
Fenoxycarb	ug/l	0,021	0,015	0,01	0,0094	
Imazalil	ug/l	0,082	0,057	0,005	0,005	(0,005 =< detectiegrens)
Methoxifenozyde	ug/l	0,059	0,045	0,035	0,033	
Pencycuron	ug/l	0,0028	0,001	0,001	0,001	(0,001 =< detectiegrens)
Pyraclostrobin	ug/l	2,3	2	1,1	0,005	(0,005 =< detectiegrens)
Thiabendazole	ug/l	0,0065	0,0087	0,005	0,0083	(0,005 =< detectiegrens)
Thiacloprid	ug/l	0,017	0,018	0,014	0,018	

Middel	verw lamsep	verw ozon	verw totaal
Cyprodinil	18%	92%	94%
Fludioxonil	45%	94%	97%
Propiconazool	21%	-18%	7%
Pyrimethanil	19%	52%	62%
Azaconazole	8%	29%	34%
Boscalid	42%	-10%	36%
Captan	43%	73%	85%
Indoxacarb	54%	17%	62%
Tetrahydroftalimide	40%	93%	96%
Acetamiprid	7%	9%	15%
Carbendazim	13%	35%	43%
Difenoconazool	-33%	13%	-17%
Dithianon	80%	0%	80%
DMST	13%	76%	79%
Fenoxycarb	29%	37%	55%
Imazalil	30%	91%	94%
Methoxifenozyde	24%	27%	44%
Pencycuron	64%	0%	64%
Pyraclostrobin	13%	100%	100%
Thiabendazole	-34%	5%	-28%
Thiacloprid	-6%	0%	-6%
Gemiddelde	23%	39%	52%
Gemiddelde over vrachten	23%	35%	50%

Fruitmonsters

Monstername datum	Matrix	Middel	Ongewassen (mg/kg)	Gewassen (mg/kg)	MLR-EU (mg/kg)	Afname (mg/kg)	%-afname
16-5-2011	Peer	Captan	0,07	0,01	3	0,06	86%
		Cyprodinil	0,08	0,03	1	0,05	63%
		Fludioxonil	0,04	0,01	5	0,03	75%
18-5-2011	Peer	Cyprodinil	0,29	0,22	1	0,07	24%
		Fludioxonil	0,12	0,08	5	0,04	33%
		Boscalid	0,16	0,19	2	-0,03	-19%
		Pyraclostrobine	0,11	0,12	0,3	-0,01	-9%
6-6-2011	Peer	Boscalid	0,17	0,16	2	0,01	6%
		Captan	0,14	0,11	3	0,03	21%
		Pyraclostrobine	0,15	0,2	0,3	-0,05	-33%
		Indoxacarb	0,01	0	0,3	0,01	100%

Watermonsters, gewasbeschermingsmiddelen, simulatie eindlozing

Component	Eenheid	Dumper, gespi- ked	Na ozon	+ 0,25 AK	+ 0,5 AK	Lozing
Chloorprofam	µg/l	0,07				
Fenylfenol-2				0,04	0,1	
Fludioxonil	µg/l	0,15	0,08	0,07	0,04	
Antraquinone	µg/l	0,03	0,03	0,01	0,01	
Tetrahydroftalimide	µg/l	7,7	0,25	0,21	0,17	0,03
Acetaprimid	µg/l	0,0093	0,008	0,0095	0,0085	
Azaconazole	µg/l	0,089	0,07	0,071	0,066	0,033
Boscalid	µg/l	25	21	15	13	0,72
Carbendazim	µg/l	0,0085				
Cyprodinil	µg/l	0,29	0,0077	0,02	0,0073	
Difenoconazool	µg/l	0,006				
DMST	µg/l	0,02				
Fenoxycarb	µg/l	0,0069				
Imazalil	µg/l	0,091	0,006			
Indoxacarb	µg/l	0,013	0,017	0,012	0,0096	
Monocrotophos	µg/l	0,68	0,19		0,36	
Propiconazool	µg/l	0,048	0,05	0,044	0,046	
Pyraclostrobin	µg/l	2,6	0,73	0,51	0,53	0,14
Pyrimethanil	µg/l	0,038				
Spirotetramat	µg/l	0,043	0,039	0,035	0,032	
Spirotetramat cis-keto-hydroxy	µg/l	0,07	0,06	0,049	0,055	
Tebuconazool	µg/l	0,12	0,12	0,13	0,11	
Thiabendazool	µg/l	0,015				
Thiacloprid	µg/l	0,013	0,014	0,012	0,011	
Tolyfluanide	µg/l	0,0057		0,0053		
Trifloxystrobin	µg/l	0,033	0,034	0,024	0,026	

Bijlage 4

Publicaties en kennisdeling

Deze bijlage bevat referenties naar de verschillende publicaties en informatie bijeenkomsten naar aanleiding van dit project. Naast deze lijst zijn er meerdere korte berichten geweest in verschillende nieuwsbrieven van NFO en het waterschap.

Publicaties:

1. Van Vliet, Wenneker, Koning, **“Project zuivering fruittransportwater van start”**, Fruitteelt 20, jaargang 99, 15-05-2009
2. Van Vliet, Wenneker, Van Bruchem, **“Kwaliteit lozingswater verrassend hoog”**, Fruitteelt 42, jaargang 100, 22-10-2010

Lezingen en informatie bijeenkomsten:

1. Kennisdag 2009, De Jong, Wenneker, Van Vliet, Van Antwerpen, Koning, **“Zuivering van Fruittransportwater”**
2. Lezingen bij de Interregbijeenkomst d.d. 15 februari 2012
3. Informatiebijeenkomst **“Zuivering van fruittransportwater”**, 6 maart 2012.