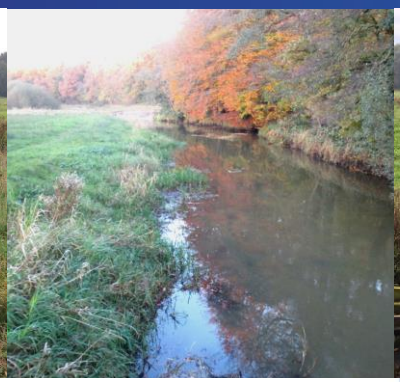
7 mei 2020

# Akkerranden en GBM export

Invloed van de breedte van akkerranden op de afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen in de Drentsche Aa

Eindrapport



ACACIA WATER

# Samenvatting

De aanleg van akkerranden wordt gezien als een maatregel om de kwaliteit van het oppervlaktewater te verbeteren door beperking van de uit- en afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen uit de akkers. Met het SWAT model zijn voor het stroomgebied van de Drentsche Aa simulaties uitgevoerd om reducties in de export van zes gewasbeschermingsmiddelen uit percelen te berekenen voor akkerranden met verschillende breedten. Een groot deel van de berekende reducties trad al op bij akkerranden van 2 m breedte (24-34%) en het verbreden van de randen naar 4 en 6 m resulteerde in een verdere toename van de reducties met enkele procenten.

# Colofon


| | | |
|---|---|---|
| Documenttitel | . | Akkerranden en GBM export |
| Opdrachtgever | . | Waterschap Hunze en Aa's |
| Verantwoordelijke bij opdrachtgever | . | Marian van Dongen |
| Status | . | Eindrapport |
| Datum | . | 7 mei 2020 |
| Projectnummer | . | 201027 |
| Projectteam/Auteur | . | Maarten J. Waterloo en Anouk Gevaert |
| Kenmerk | | AW_087_MW_201027 |
| Collegiale toetsing door | | Frouke Hoogland |
| Vrijgegeven door | | Jouke Velstra |



## Disclaimer

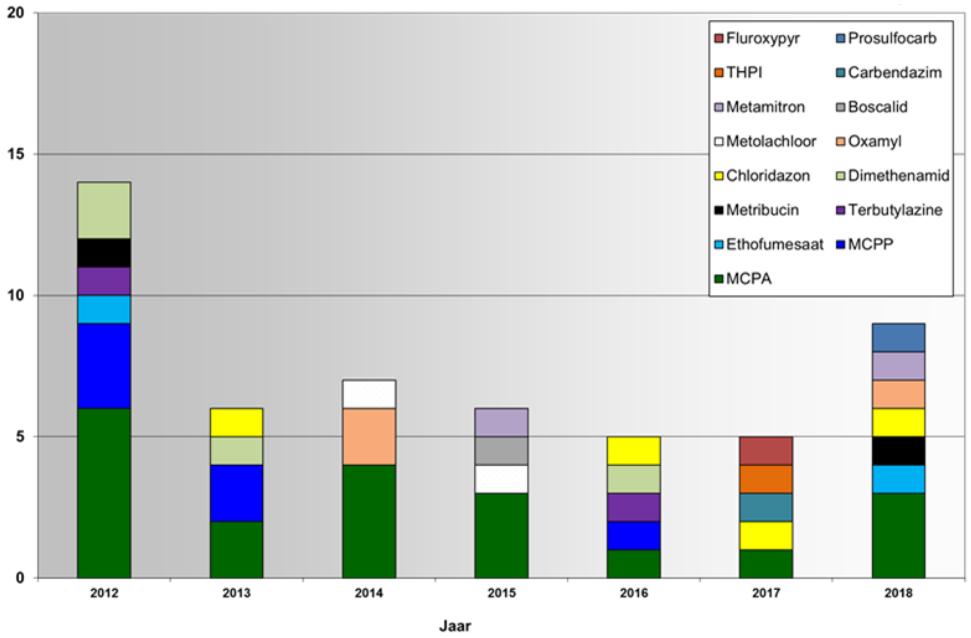
De ideeën in dit voorstel zijn, voor zover deze niet al vooraf door de opdrachtgever zijn geformuleerd, eigendom van Acacia Water. Zonder schriftelijke toestemming van Acacia Water is het niet toegestaan om (delen ervan) voor te leggen aan derden.

# Inhoudsopgave

1 Inleiding ..... 1
2 Methoden ..... 4
2.1 Implementatie van akkerranden (filter strips) in SWAT ..... 4
3 Resultaten ..... 7
3.1 Gemiddeld effect van akkerranden op GBM afspoeling ..... 7
3.2 Ruimtelijke variatie in GBM export ..... 9
3.3 Effect op vrachten van MCPA in de Drentsche Aa bij De Punt ..... 11
4 Conclusies en aanbevelingen ..... 15
5 Referenties ..... 17

# 1 Inleiding

Het stroomgebied van de Drentsche Aa heeft een oppervlakte van ongeveer 255 $km^2$ en wordt beheerd door het Waterschap Hunze en Aa's. Het landgebruik bestaat uit landbouw, natuur en stedelijk gebied. Het gebied kent een variatie aan bodemtypen, waaronder zandbodems, keileem en veenafzettingen in de beekdalen. De rivier de Drentsche Aa vormt tevens een bron van water voor de drinkwaterproductie voor de stad Groningen. Onttrekking van water voor drinkwaterproductie vindt plaats bij 'De Punt' door het Waterbedrijf Groningen. Een van de beheerstaken van het Waterschap is zorgdragen voor goede ecologische condities van het watersysteem, waarbij eisen gesteld zijn ten aanzien van de waterkwaliteit. In de KRW- en drinkwaterrichtlijnen zijn normen gesteld ten aanzien van de maximale concentraties van gewasbeschermingsmiddelen (GBM) die in het oppervlaktewater voor mogen komen. Deze limieten zijn gesteld op 0,1 $\mu g\ l^{-1}$ voor individuele stoffen en 0,5 $\mu g\ l^{-1}$ voor de som van de concentraties van GBM (Smit and Kalf, 2014). In de Drentsche Aa vinden nog regelmatig overschrijdingen plaats van de drinkwater- en milieukwaliteitsnormen voor gewasbeschermingsmiddelen. In Figuur 1 worden de overschrijdingen bij het innamepunt 'De Punt' van Waterbedrijf Groningen tussen 2012 en 2018 weergegeven. De stoffen die de afgelopen jaren de meeste overschrijdingen hebben veroorzaakt zijn de herbiciden MCPA, mecoprop (MCPP), terbuthylazine, metolachloor, dimethenamid-P en chloridazon.




Figuur 1. Jaarlijks aantal normoverschrijdingen voor verschillende gewasbeschermingsmiddelen en biociden zoals gemeten bij het drinkwaterinnamepunt De Punt in de Drentsche Aa (bron: Waterbedrijf Groningen).

In 2018 vonden overschrijdingen van de normen met name plaats tijdens en vlak na intensieve neerslag, waarbij water via snelle routes van de percelen afgevoerd werd, *i.e.* via oppervlakkige afvoer en via drains. In dit geval worden de op het land opgebrachte stoffen voornamelijk in opgeloste vorm meegevoerd. In andere jaren zijn overschrijdingen vooral waargenomen in de maanden mei en juni, de maanden waarin de meeste gewasbeschermingsmiddelen worden toegepast en er een verhoogd risico is op af- en uitspoeling. Om zulke overschrijdingen in de toekomst tegen te gaan dienen maatregelen geïdentificeerd te worden, die zowel efficiënt zijn, als draagvlak genieten onder de telers die deze maatregelen in hun landbouwpraktijk dienen te implementeren.

In voorgaande studies uitgevoerd in het kader van het Europese Topsoil Interreg project is een hydrologisch en waterkwaliteitsmodel (SWAT) opgesteld voor de Drentsche Aa (Waterloo et al., 2019) en zijn scenarioberekeningen uitgevoerd om effecten van klimaatverandering en beheersmaatregelen op perceelexport van GBM te berekenen (Gevaert and Waterloo, 2019). In de gebied sessies die gehouden werden in het Topsoil project, bleek dat de aanleg van akkerranden ter vermindering van afspoeling naar het oppervlaktewater op steun kon rekenen bij de telers. De resultaten van een akkerrandenscenario, waarbij een breedte van 4 m werd aangehouden, toonden aan dat een vermindering van de afspoeling van GBM naar het oppervlaktewater tot een maximum van 50% op sommige percelen gerealiseerd kon worden, met een gemiddelde reductie van 20 tot 30% (Gevaert and Waterloo, 2019).

Akkerranden reduceren het transport van GBM naar het oppervlaktewater omdat de oppervlakkige afvoer naar de waterloop gereduceerd wordt door infiltratie in de akkerrand en sorptie van GBM aan organisch materiaal tijdens de passage door de bodem. Tevens vertragen akkerranden de stroming waardoor sediment met eraan geadsorbeerde GBM in de akkerranden gedeponeerd wordt (Helmers et al., 2008; Sabbagh et al., 2009).

Er is relatief weinig veldonderzoek gedaan naar de invloed van de breedte van de akkerrand op de export van GBM naar de waterloop. Akkerranden van 0,5 m breed bleken reeds effectief voor het verminderen van afstroming van metolachloor en metribuzin naar oppervlaktewater en verbreding van de akkerrand leidde niet tot hogere reducties in export naar de waterloop (Tingle et al., 1998). In een overzicht voor toepassing van akkerranden bleek dat de effectiviteit van de akkerrand afhing van de helling, bodem, en begroeiing. De hoogste reducties werden gevonden voor GBM die sterk bonden aan organisch materiaal (United States Department of Agriculture, 2000). Voor goed oplosbare stoffen met een lage sorptiecoëfficient, of bij lage organische stof gehalten in de bodem, kan een bredere akkerrand nodig zijn om een bepaalde reductie te bereiken. In een Deense studie in 14 1$^{e}$ en 2$^{e}$ orde stroomgebieden bleek dat 1 m brede akkerranden al leidden tot behoorlijke reducties in toxische eenheden voor het aquatische leven in het oppervlaktewater en dat de reductie steeg bij toename van de akkerrandbreedte van 1 tot 5 m. Voor akkerranden breder dan 5 m werd een beperkte extra reductie waargenomen (Rasmussen et al., 2011). De minimum akkerrandbreedte bleek in deze studie ook significant te correleren met de waargenomen som van toxische eenheden in het oppervlaktewater. Inzicht in het verschil in effectiviteit van akkerranden met verschillende breedten is belangrijke voor het ontwerp van deze maatregel. Zo is in een eerdere studie geconcludeerd dat hoewel de reductie in af- en uitspoeling van fosfor naar het oppervlaktewater toeneemt met akkerrandbreedte, de kosten per kg gereduceerde af- en uitspoeling ook toenemen (Tredanari 2011).

Dit suggereert dat de kosteneffectiviteit van smallere akkerranden mogelijk groter is dan die van bredere akkerranden.

Op 11 februari 2020 heeft het Waterschap Hunze en Aa's een verzoek geformuleerd om aanvullende scenario's te onderzoeken, waarbij de breedte van de akkerranden aangepast zou worden naar 2 en 6 meter ten opzichte van de eerder gebruikte breedte van 4 m. De effecten van de veranderingen in deze breedten op de afspoeling van GBM uit de hydrologische eenheden naar het oppervlaktewater worden in deze rapportage gepresenteerd.

# 2 Methoden

## 2.1 Implementatie van akkerranden (filter strips) in SWAT

De implementatie van akkerranden in SWAT (Neitsch et al., 2011) en de daarbij gebruikte parameters zijn beschreven in Kader 1. Simulaties zijn uitgevoerd met het basismodel van de Drentsche Aa (Waterloo et al., 2019). Dit basismodel bestaat uit 64 substroomgebieden en 2742 hydrological response units (HRU's). Een HRU is een landschapseenheid die gekenmerkt wordt door een unieke combinatie van bodemtype, bouwplan, hellingshoek en neerslagstation. Indien een perceel met een bepaald bouwplan een uniforme bodem heeft kunnen de perceelgrenzen overeenkomen met de grenzen van een HRU, anders treedt splitsing van het perceel op in meerdere HRU's naar gelang de bodemovergangen in het perceel. Het kan ook voorkomen dat meerdere aan elkaar grenzende percelen met dezelfde bodems en bouwplannen in een enkele HRU gecombineerd worden. De grenzen van HRU's hoeven derhalve niet overeen te komen met perceelgrenzen. De simulatieperiode bedroeg 10 jaar in de periode 2007 – 2016. Klimaatinvoer was afkomstig van 11 weerstations van het KNMI. Bodemtypen, bouwplannen en andere invoergegevens zijn in detail beschreven in (Waterloo et al., 2019). Een overzicht van de GBM en de toegepaste dosering voor verschillende gewassen op basis van de aanbevelingen van de fabrikant is gegeven in Tabel 1.

Tabel 1. Dosering van GBM [kg $ha^{-1}$ $j^{-1}$] voor de verschillende dominante gewasgroepen op basis van de door de fabrikant aangeven maximale hoeveelheden

| GBM | Aardappel | Maïs | Gras | Bieten | Graan | Bloembollen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Chloridazon** | | | | 0,49 | | 0,98 |
| **Metolachloor** | | 1,54 | | 0,29 | | 1,44 |
| **MCPA** | 0,5 | | 1,5 | | 1,0 | |
| **Mecroprop (MCPP)** | | | | | 1,2 | |
| **Terbutylazine** | | 0,75 | | | | |
| **Dimethanamide** | | 0,84 | | 0,19 | | 0,74 |

De eigenschappen van de gewasbeschermingsmiddelen, zoals sorptie aan de bodem, oplosbaarheid in water en afbraaksnelheden in de bodem zijn gegeven in Tabel 2.
Uit eerdere studies bleek dat de mate van uit- en afspoeling niet te relateren was aan variatie in enkele dominante factoren, zoals bouwplan, bodem type of stofeigenschappen (Gevaert and Waterloo, 2019; Waterloo et al., 2019). De variatie in vrachten leek af te hangen van een groot aantal factoren, die elk een kleine bijdrage leverden, waaronder ook het tijdstip van toepassing van GBM in relatie tot hoge neerslag in een bepaald gebied. Door te rekenen over een periode van 10 jaar worden de effecten van hoge neerslag op de GBM vrachten enigszins gematigd.

Tabel 2. Eigenschappen van de GBM die invloed hebben op uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater. Koc is de sorptiecoëfficient van de stof aan de bodem, WOF is de afspoelingsfracvtie vanaf het blad, t0,5-blad is de halfwaardetijd van de stof op het blad en t0,5-bodem die in de bodemen de $W_{sol}$ is de oplosbaarheid van de stof in water.

| GBM | $K_{oc}$ | WOF | $t_{0,5}$-blad | $t_{0,5}$-bodem | $W_{opl}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| **Eenheid** | [l kg$^{-1}$] | [-] | [Dag] | [Dag] | [mg l$^{-1}$] |
| **Chloridazon** | 120 | 0.60 | 5 | 35 | 422 |
| **Metolachloor** | 120 | 0.60 | 6 | 21 | 530 |
| **MCPA** | 20 | 0.95 | 5 | 25 | 29390 |
| **Mecroprop (MCPP)** | 47 | 0.95 | 3 | 8 | 250000 |
| **Terbutylazine** | 220 | 0,55 | 4 | 22 | 6,6 |
| **Dimethanamide** | 210 | 0,60 | 3 | 7 | 1499 |

In deze studie is een vergelijking gemaakt tussen de resultaten van de eerder uitgevoerde analyse voor een akkerrandbreedte van ca. 4 m (Gevaert and Waterloo, 2019), met nieuwe analyses voor akkerrandbreedten van ca. 2 en 6 m. Aangenomen werd dat de filterstrips (bufferstroken of akkerranden) permanent aangelegd werden op 1 januari 2007, in het eerste jaar van de simulaties.

In SWAT wordt geen vaste breedte opgegeven voor een akkerrand (Kader 1), maar wordt de verhouding gebruikt tussen de totale oppervlakte van het perceel en de oppervlakte van de akkerrand. Uitgaande van een vierkant perceel van 1 hectare met aan één zijde een watergang (hetzelfde uitgangspunt dat in het akkerrandscenario van TopSoil fase 2 gebruikt is), is de SWAT-parameter (FILTER_RATIO) die de grootte van de akkerrand aangeeft bij een breedte van 2 meter 50 en bij een strip van 4 m 25. Voor een breedte van 6 m daalt deze waarde naar 16,7. De overige parameters werden overgenomen uit het akkerrandenscenario van fase 2 van het TopSoil project waarbij de fractie van de HRU die naar de waterloop draineert (FILTER_CON) op 0,5 gezet was en de de fractie van de oppervlakkige afspoeling door kanaaltjes/scheuren/macro-poriën op 10% (FILTER_CH) was gezet (Gevaert and Waterloo, 2019).

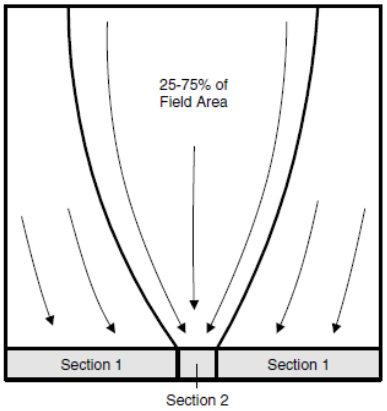
De modelscenario's geven inzicht in de af- en uitspoeling van de zes gesimuleerde gewasbeschermingsmiddelen na de aanleg van akkerranden. De resultaten van de akkerrandenscenario's worden vervolgens vergeleken met de resultaten van het bestaande SWAT-model van TopSoil fase 1 om inzicht te krijgen in het effect van de akkerranden op de totale af- en uitspoeling.

Kader 1. Implementatie van akkerranden in het SWAT model.

### Filterstrips / akkerranden in het SWAT-model

In het SWAT-model zijn filter strips gedefinieerd als 'scheduled management options'. Deze filter strips zijn randen van begroeiing die de stroomsnelheid reduceren, infiltratie bevorderen en fungeren als depositiegebieden van sediment en als filter voor vervuilende stoffen (Neitsch et al., 2011). Akkerranden (filter strips) worden in SWAT aan de hand van drie parameters gedefinieerd (Neitsch et al., 2011).

De eerste parameter (FILTER_RATIO) heeft te maken met de breedte van de akkerranden. De breedte wordt niet direct opgegeven in SWAT, maar als de verhouding tussen de oppervlakte van het perceel en die van de akkerrand. Dit betekent dat bij een akkerrand van 4 m, de waarde van de parameter varieert in relatie tot de oppervlakte en vorm van het perceel. In het model is uitgegaan van een vierkant perceel met een oppervlakte van 1 hectare, wat overeenkomt met een verhouding oppervlakte perceel naar oppervlakte akkerrand van 25. Dit is aan de lage kant van het algemene bereik (30-60) in SWAT. De standaardwaarde in SWAT is 40. In het scenario met 6 m is de waarde van deze parameter lager (16,7) en voor de 2 m scenario is het hoger (50).




Figuur 2. Schematisatie van akkerranden in SWAT: Section 2 is het deel van de akkerrand waar het grootste deel van de oppervlakkige afspoeling door stroomt (bron: Neitsch et al., 2011).

De tweede parameter (FILTER_CON) geeft aan hoeveel van de oppervlakkige afspoeling door de meest actieve 10% van de akkerrand afstroomt (zie Figuur 2). Oppervlakkige afspoeling vindt via kanaaltjes plaats en wordt in het algemeen niet gelijk verdeeld over de rand van het perceel. Hoe meer afstroming er door een relatief klein deel van de akkerrand stroomt, hoe kleiner de filterende capaciteit van de akkerrand. In het model is de standaardwaarde van 50% gebruikt, wat betekent dat de helft van het perceel door 10% van de akkerrand afgevoerd wordt.

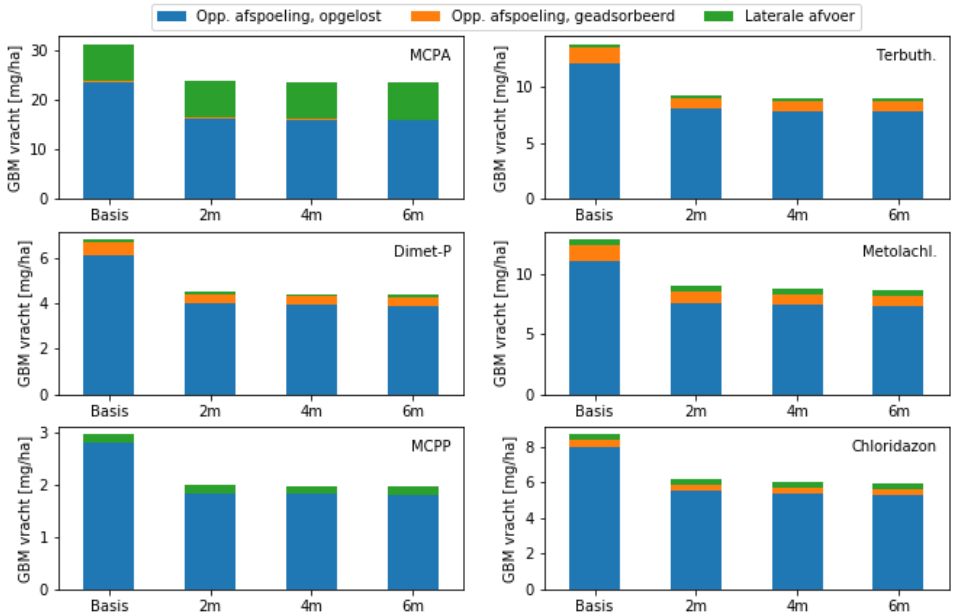
De derde parameter (FILTER_CH) geeft aan hoeveel van de oppervlakkige afspoeling door kanaaltjes/scheuren/macro-poriën stroomt. Als een groot deel van de afvoer gekanaliseerd is, dan zal een akkerrand relatief weinig effect hebben. In het model is een waarde van 10% aangenomen vanwege de relatief lage hellingen in het stroomgebied en het feit dat er nauwelijks geconcentreerde stroming in grotere kanalen voorkomt.

# 3 Resultaten

## 3.1 Gemiddeld effect van akkerranden op GBM afspoeling

Akkerranden bleken effectief in het reduceren van de vrachten van GBM naar het oppervlaktewater. Ten opzichte van het basismodel zonder akkerranden werden reducties in de totale vrachten gemodelleerd. De effecten van toepassing van akkerranden met verschillende breedten op de gemiddelde af- en uitspoeling van GBM uit de landschapseenheden worden getoond in Figuur 3. Een overzicht van de gemiddelde vrachten van GBM uit de landschapseenheden naar de waterlopen toe berekend met het basismodel zonder akkerranden en de gemiddelde reducties berekend voor verschillende akkerrandbreedten zijn gegeven in Tabel 3.

Uit de modelberekeningen blijkt dat het grootste deel van de vrachten van gewasbeschermingsmiddelen via oppervlakkige afspoeling in het oppervlaktewater terecht komt (Figuur 3). Enkele procenten daarvan zijn geadsorbeerd aan sediment, het meeste is in opgeloste vorm. Tussen 5 en 36% van de totale af- en uitspoeling van GBM wordt uitgespoeld via de bodem of via drains getransporteerd naar het oppervlaktewater (laterale afvoer). Dit laatste proces levert een aanzienlijk deel van de vrachten van MCPA uit de landschapseenheden aan het oppervlaktewater wat mogelijk deels te wijten kan zijn aan de specifieke stofeigenschappen (zie Tabel 2; lage sorptie coëfficiënt, hoge halfwaardetijd in de bodem en oplosbaarheid).




Figuur 3. Absolute reductie in vrachten in opgeloste en geadsorbeerde vorm in oppervlakkige afspoeling en in laterale afvoer bij toepassing van akkerranden van 2, 4 en 6 m breedte ten opzichte van het basismodel zonder akkerranden.

In het algemeen lag de gemiddelde reductie voor alle akkerrandbreedten ten opzichte van het basismodel zonder akkerranden tussen de 23% en 36% (Tabel 3). De hoogste reducties werden waargenomen voor terbuthylazine en dimethenamide (33-36%). MCPA de hoogste absolute gemiddelde vracht uit de landschapseenheden in het stroomgebied van de zes gemodelleerde stoffen (Figuur 3; Tabel 3), en de laagste reductie bij aanleg van akkerranden (24-25%; Tabel 3). Hogere reducties werden gemodelleerd voor het aan sediment gebonden GBM dan die in opgeloste vorm (Figuur 3), wat aangeeft dat de akkerranden een goed filter vormen voor sedimenttransport naar de waterlopen toe. Een toename in de akkerrandbreedte van 2 m naar 6 m breedte resulteerde zoals verwacht in hogere reducties van de vrachten, echter deze extra reducties waren laag, variërend tussen 1,3% voor MCPA en 2,4% voor Chloridazon (Figuur 3 en Tabel 3).

Zoals aangetoond in Gevaert en Waterloo (2019) kunnen verschillen in export en reducties slechts deels verklaard worden door bodemtype, bouwplan en eigenschappen van de GBM, zoals oplosbaarheid, sorptie en afbraaksnelheid. Een belangrijke factor die de vrachten mede bepaald is het tijdstip van toepassing van GBM in relatie tot grote lokale regenbuien die pieken in de vrachten van GBM veroorzaken. Door de complexe interactie tussen deze factoren is het niet mogelijk om te achterhalen welke factoren op een bepaalde locatie of tijsdstip bepalend zijn voor de effectiviteit van de akkerranden.

Uit de analyse van de modelresultaten blijkt dat het filteren van oppervlakkige afstroming en het verminderen van sedimentafvoer naar de waterloop door een akkerrand al effectief is bij een breedte van de akkerrand van 2 m. Dit is te wijten aan de vertraging van oppervlakkige afvoer door de filterzone en de hogere infiltratie in de akkerrand waarbij opgeloste GBM in de bodem geadsorbeerd worden (United States Department of Agriculture, 2000). De hier gevonden reductie bij een relatief smalle akkerrand van 2 m komt overeen met waarnemingen uit de literatuur dat smalle akkerranden reeds effectief werken en kunnen leiden tot aanzienlijke reducties (Tingle et al., 1998; United States Department of Agriculture, 2000).

Tabel 3. Gemiddelde jaarlijkse GBM vracht uit de landschapseenheden in het hele stroomgebied (inclusief natuur en bebouwd gebied) naar de waterlopen toe, zoals berekend met het basismodel zonder akkerranden en de gemiddelde procentuele reducties in de vrachten bij verschillende breedten van de akkerranden.

| GBM | Basismodel [mg $ha^{-1}$ $j^{-1}$] | Akkerrand 2 m [%] | Akkerrand 4 m [%] | Akkerrand 6 m [%] |
|---|---|---|---|---|
| **Chloridazon** | 8.7 | 29.1 | 30.8 | 31.6 |
| **Metolachloor** | 12.9 | 30.4 | 31.9 | 32.7 |
| **MCPA** | 31.4 | 23.6 | 24.5 | 24.9 |
| **Mecroprop (MCPP)** | 3.0 | 32.9 | 33.3 | 33.5 |
| **Terbutylazine** | 13.8 | 33.3 | 34.7 | 35.2 |
| **Dimethenamide** | 6.8 | 33.8 | 35.1 | 35.6 |

Een verkennende analyse voor toepassing van een akkerrand met een breedte van 1 m voor MCPA toonde aan dat dit de vrachten vanuit de landschapseenheden naar de waterlopen in het stroomgebied reeds met 22% reduceerde. Dit komt overeen met de waarnemingen van de United States Department of Agriculture (2000) dat een buffer zone van 0,5 m al effectief kan zijn voor het reduceren van GBM vrachten naar de waterloop en dat het verbreden van de zone niet altijd leidt tot een hogere efficiëntie (Sabbagh et al., 2009).

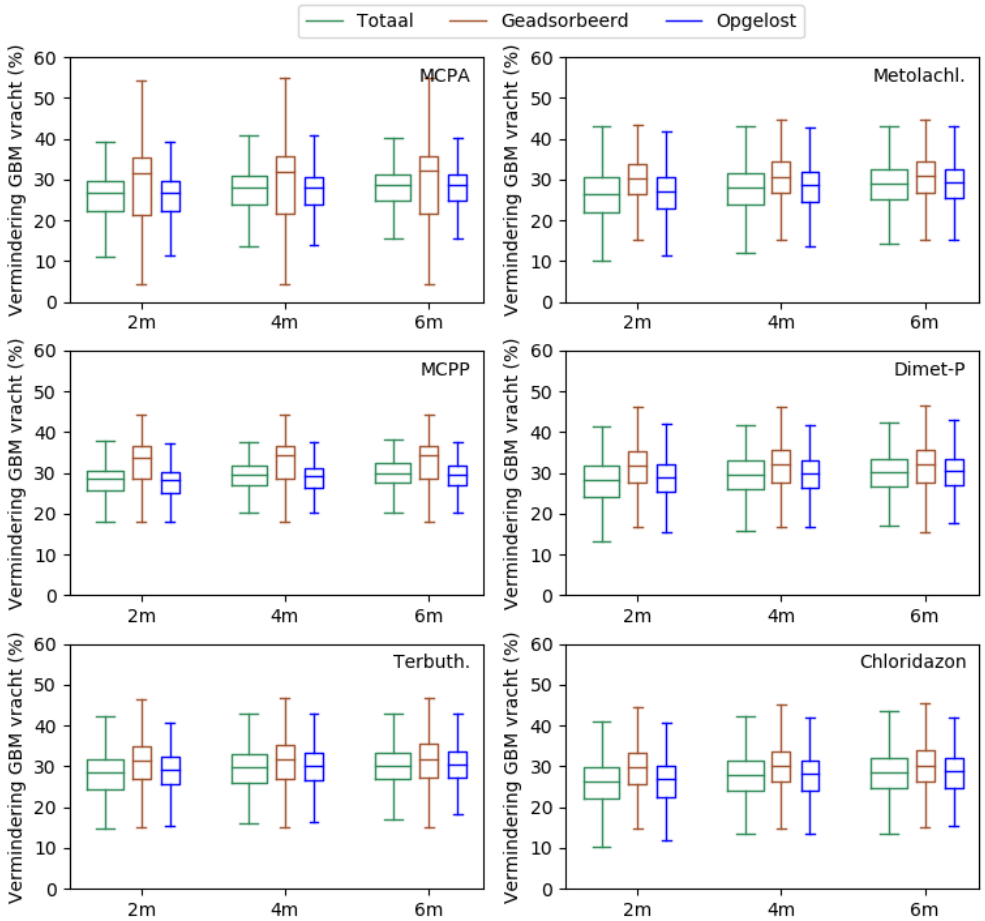
## 3.2 Ruimtelijke variatie in GBM export

Het SWAT model berekent naast de vrachten [in mg $ha^{-1}$] uit de landschapseenheden in het hele stroomgebied, zoals gepresenteerd in Figuur 3 en Tabel 3, ook de export van GBM [in mg] uit de individuele landschapseenheden (HRU's). In de volgende analyse van de export zijn natuur en bebouwde landschapseenheden niet meegenomen en is de export niet gecorrigeerd naar het oppervlakte van de landschapseenheid, wat in de vorige sectie wel het geval was.

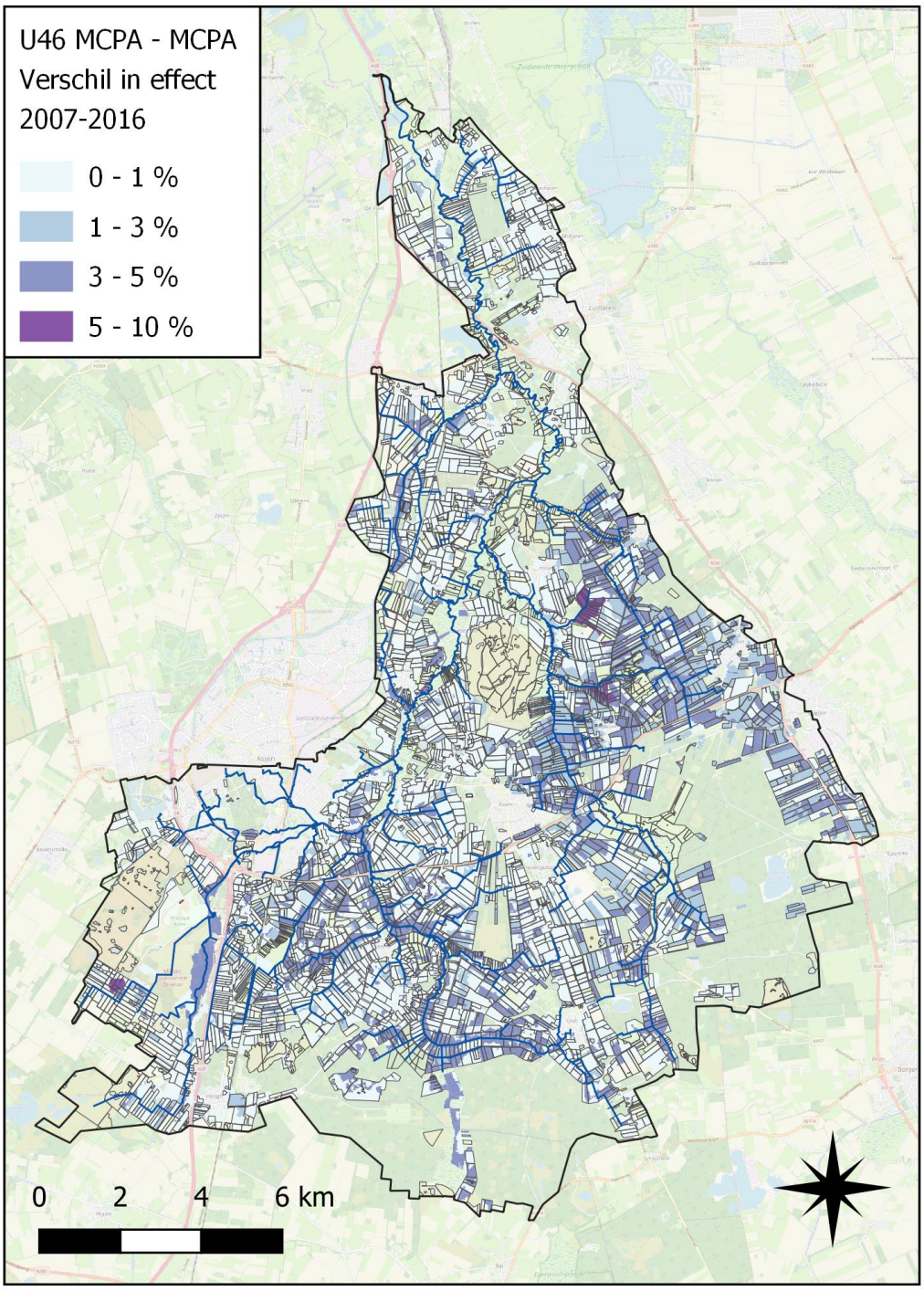
De variatie in reductie van uit- en afspoeling van GBM tussen landschapseenheden van verschillende grootten, exclusief natuur- en bebouwde eenheden, binnen het stroomgebied bleek groot. Dit wordt geïllustreerd door de in Figuur 4 getoonde spreiding van de reducties in de boxplots voor iedere GBM. De box geeft hier de spreiding van waarnemingen tussen het eerste ($Q_{25}$) en derde kwartiel ($Q_{75}$) weer, waarbinnen de mediaan ($Q_{50}$) als horizontale lijn in de box is weergegeven. Het algemene bereik van de gegevens wordt weergegeven door de verticale lijnen met liggende streepjes aan de uiteinden, waarbij de extremen niet zijn weergeven. In Figuur 4 is te zien dat de reducties ten opzichte van de export in het basismode in het algemeen tussen 25-35% liggen, maar dat in sommige eenheden de reductie lager ligt tot ongeveer 10%, terwijl ook reducties voorkomen van boven de 40%. Uit Figuur 4 blijkt ook dat het effect van aanleg van akkerranden op geadsorbeerde GBM groter is dan op GBM in opgeloste vorm. Het effect van akkerranden op geadsorbeerde GBM in het stroomgebied van de Drentsche Aa is relatief laag vergeleken met gerapporteerde waardes (Liu et al. 2008), mogelijk komt dit door de relatief vlakke topografie in de Drentsche Aa waardoor sedimenttransport naar de waterloop toe al laag is.

Ruimtelijke verschillen in de effecten van toepassing van akkerranden met verschillende breedtes worden in Figuur 9 - Figuur 11 getoond (zie Bijlage). In de omgeving van De Punt was het berekende effect van akkerranden voor MCPA relatief laag. Akkerranden waren over het algemeen effectiever in de omgeving van Rolde, Eext en Anloo.
In deze regio is de uitspoeling van MCPA relatief hoog, wat mede het gevolg is van extreme neerslag gemeten bij station Eext in juli 2015 na de toepassing van MCPA (Gevaert and Waterloo, 2019). Door de hoge af- en uitspoeling in het basismodel namen de jaargemiddelde MCPA-vrachten af met waarden tot 5 g $ha^{-1}$ in dit gebied.

De ruimtelijke variatie in het verschil in reductie van afspoeling van MCPA bij het gebruik van een filterstrook met een breedte van 6 m ten opzichte van die van 2 m wordt getoond in Figuur 5. Hieruit blijkt dat het verschil in reductie van afspoeling van MCPA maximaal 10% is tussen de twee akkerrandenscenario's. Grotere verschillen tussen de twee scenario's komen vooral voor in de omgeving van Rolde, Eext en Anloo, waar het gesimuleerde effect van akkerranden relatief groot is (zie Bijlage). In de meeste gevallen is is het verschil in de reductie van afspoeling bij aanleg van akkerranden met 2 of 6 m breedte echter kleiner dan 5% (Figuur 5). Voor de andere GBM werden vergelijkbare resultaten gevonden.




Figuur 4. Percentuele reductie in de af- en uitspoeling van GBM uit landschapseenheden met toepassing van GBM (exclusief natuur en bebouwd terrein) voor akkerranden met breedten van 2, 4 en 6 m ten opzichte van het basismodel zonder akkerranden.




Figuur 5. Ruimtelijk overzicht van de berekende toename in reductie van uit- en afspoeling van MCPA uit landscapseenheden tussen het 2 m akkerrand scenario en dat van 6 m. Het verbreden van de akkerand van 2 m naar 6 m leidt niet overal in dezelfde mate tot een toename in de reductie en de maximale extra reductie is minder dan 10% voor MCPA.

## 3.3 Effect op vrachten van MCPA in de Drentsche Aa bij De Punt

De GBM die vanuit de landschapseenheden in de waterlopen terecht komen worden naar de uitgang van het stroomgebied van de Drentsche Aa getransporteerd. In de waterlopen ondergaan de GBM processen van afbraak, vervluchtiging, absorptie en desorptie aan sediment en beddingmateriaal, depositie en afbraak in de bedding en begraving in het gedeponeerde sediment.

GBM die in de haarvaten van het oppervlaktewatersysteem spoelen, ver van de uitgang van het stroomgebied, zullen derhalve meer bloot staan aan afbraak door de langere reistijd dan die in de buurt van de uitgang uitspoelen. Aangezien MCPA de grootste vrachten vertoonde werden voor deze stof de effecten van aanleg van akkerranden op de vracht bij de uitgang van het stroomgebied (i.e. De Punt) bepaald.

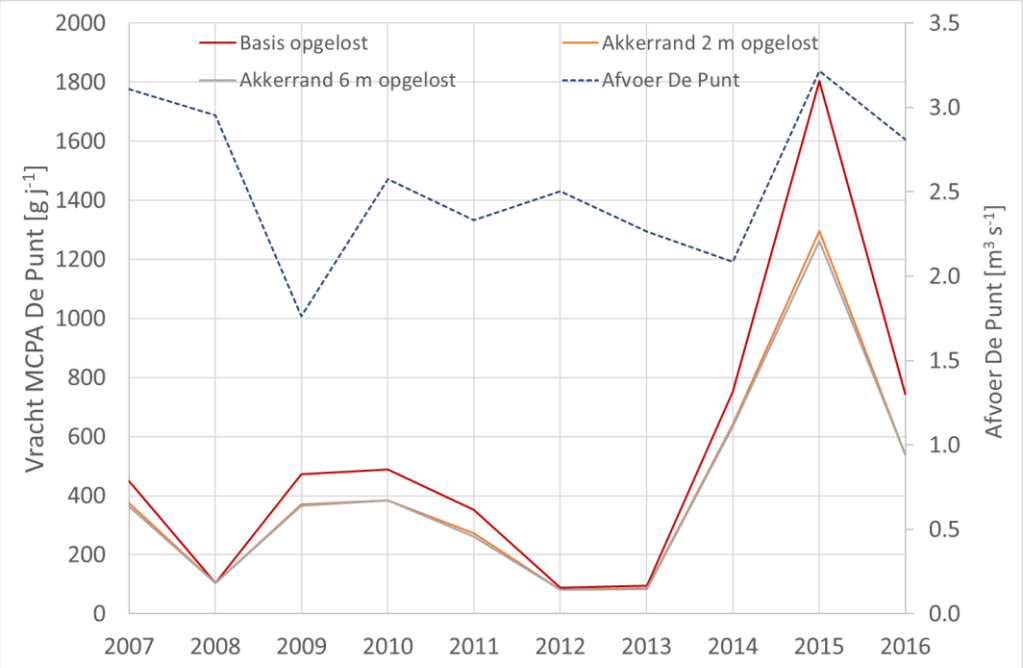
De vracht bij De Punt wordt gedomineerd door MCPA in opgeloste vorm (99%). Aanleg van akkerranden op alle percelen in het stroomgebied leidt tot een vermindering van de vracht van rond de 23%, zoals weergegeven in Tabel 4. Door verbreding van de akkerrand van 2 m naar 6 m kan een extra reductie van ongeveer 1,5% in de vracht bij De Punt worden gerealiseerd. De akkerranden leiden tot een sterk verminderde sedimentlast in de Drentsche Aa, wat leidt tot een sterkere reductie van de vracht van sedimentgebonden MCPA dan die voor opgelost MCPA. De reducties in de vrachten in de Drentsche Aa (Tabel 4) bij De Punt zijn ongeveer 1% lager dan die berekend voor af- en uitspoeling uit de landschapseenheden in de waterlopen zoals getoond in Tabel 3.

Tabel 4. Gemiddelde jaarlijkse berekende sediment en GBM vrachten in de Drentsche Aa bij De Punt (2007-2016) voor het basis scenario zonder akkerranden, en de procentuele reductie voor de drie scenario's met akkerranden.

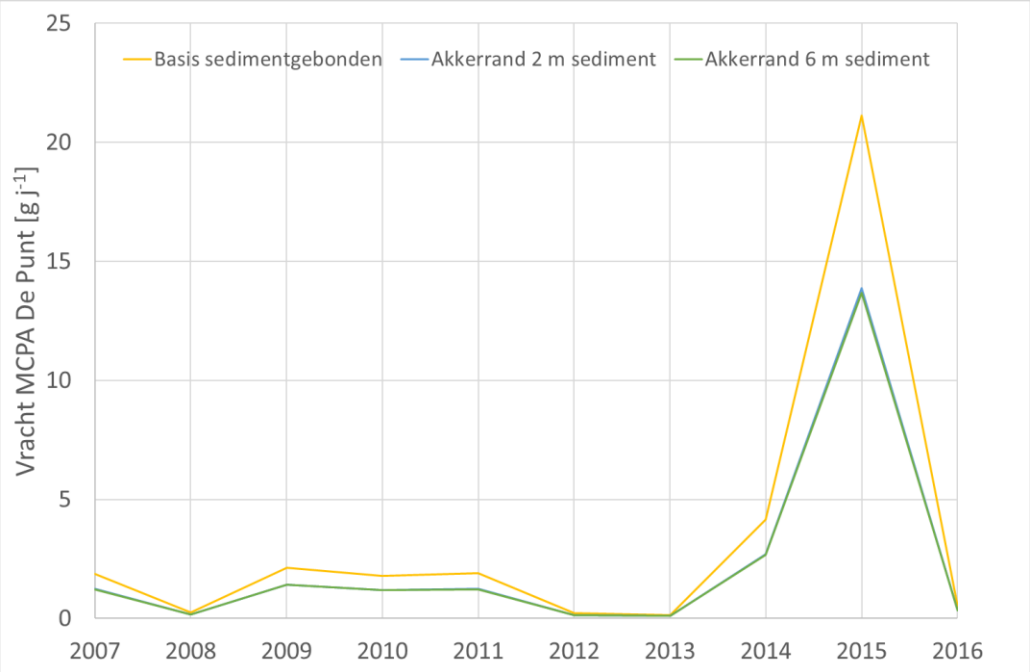
| Scenario | Sedimentlast [ton $j^{-1}$] | Opgelost MCPA [g $j^{-1}$] | Sedimentgebonden MCPA [g $j^{-1}$] | Totaal [g $j^{-1}$] |
|---|---|---|---|---|
| **Basis** | 361 | 535 | 3,41 | 539 |
| *Reductie van sedimentlast en vrachten van MCPA bij De Punt t.o.v. het basis scenario in %* | | | | |
| **Akkerranden 2 m** | 47.5 | 22,5 | 34,3 | 22,5 |
| **Akkerranden 4 m** | 48.1 | 23,4 | 34,8 | 23,5 |
| **Akkerranden 6 m** | 48.4 | 23,8 | 35,1 | 23,9 |

De jaarlijkse vrachten van MCPA in de Drentsche Aa bij De Punt voor scenario's zonder en met akkerranden zijn gegeven in Figuur 6 (opgelost) en Figuur 7 (sediment gebonden). De jaarlijkse vrachten van MCPA bij de Punt in zowel opgeloste als geadsorbeerde vorm variëren aanzienlijk tussen de jaren. De totale MCPA vracht bedroeg 88 g in 2012 en 1826 g in 2015. Dit valt te wijten valt aan pieken in de export tijdens extreme neerslag na toepassing van MCPA in bepaalde jaren (e.g. omgeving Eext in juli 2015) en is inherent aan het functioneren van akkerranden om de oppervlakkige afvoer naar de waterloop, die met name optreedt tijdens extreme neerslag, te verminderen door het bevorederen van infiltratie in de bodem. De correlatie van de jaarlijkse MCPA vracht met de gemiddelde jaarlijkse afvoer is minder duidelijk (Figuur 6). De mate van reductie vertoont een jaarlijkse variatie, waarbij de reductie toeneemt bij hogere vrachten (Figuur 8). De efficiëntie van akkerranden neemt derhalve toe bij hogere MCPA vrachten.

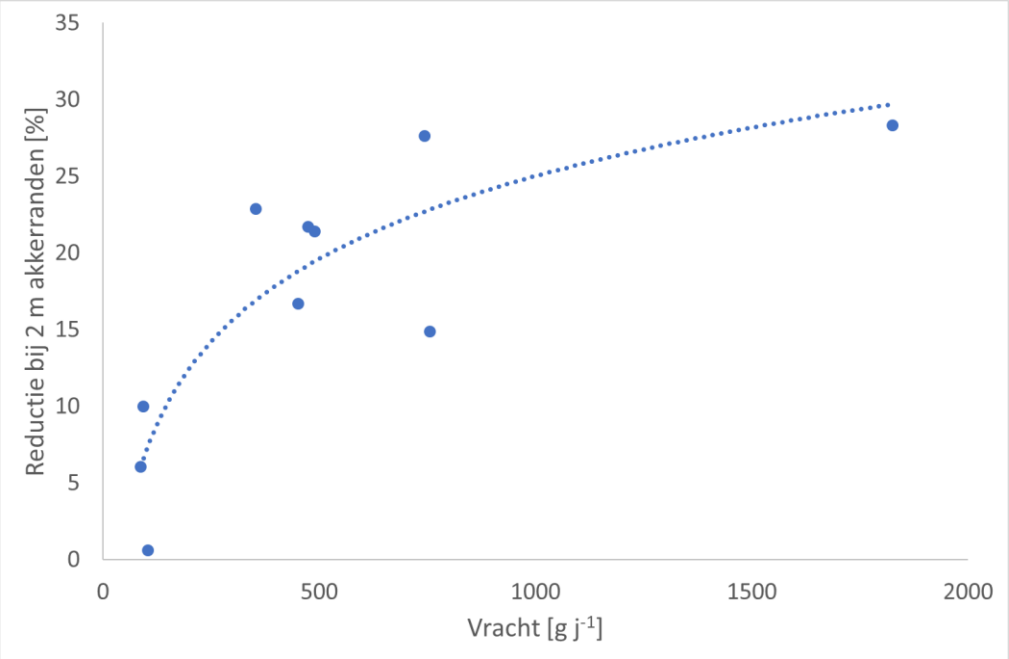
Uit een verkennende analyse, waarbij de vrachten van MCPA voor een akkerrandbreedte van 1 m werden gemodelleeerd, bleek dat een gemiddelde reductie van 21% werd gevonden in de Drentsche Aa bij De Punt. Dit wijst erop dat een smalle akkerrand reeds effectief kan zijn in het vermijden van oppervlakkige afspoeling naar de waterloop en derhalve al tot een aanzienlijke reductie kan leiden in de vrachten bij De Punt. Deze reductie stijgt met toenemende breedte van de akkerrand.




Figuur 6. Jaarlijkse vrachten van opgelost MCPA in de Drentsche Aa bij De Punt voor het basis scenario zonder akkerranden en voor de 2 m en 6 m akkerrandenscenario's. De gemiddelde jaarlijkse afvoer bij De Punt is getoond ter vergelijking.




Figuur 7. Jaarlijkse vrachten van aan sediment gebonden MCPA in de Drentsche Aa bij De Punt voor het basis scenario zonder akkerranden en voor de 2 m en 6 m akkerrandenscenario's.




Figuur 8. Reductie in de vrachten bij het 2 m akkerranden scenario in relatie tot de jaarlijkse totale MCPA vracht.

# 4 Conclusies en aanbevelingen

In dit onderzoek is het effect van akkerranden met verschillende breedtes op af- en uitspoeling van GBM naar het oppervlaktewater in het stroomgebied van de Drentsche Aa gesimuleerd met het SWAT model. Uit de resultaten blijkt dat de aanleg van akkerranden met breedten van 2, 4 en 6 m effectieve maatregelen zijn voor het tegengaan van uit- en afspoeling van gewasbeschermingsmiddelen uit gebieden met akkerbouw. Het SWAT-model laat al een relatief grote reductie van 24-34% zien voor af- en uitspoeling vanuit de landschapseenheden bij een akkerrand van 2 m breedte. De aanleg van akkerranden blijkt effectief in het verlagen van de vrachten van GBM uit landschapseenheden naar de waterlopen, en van die in de Drentsche Aa bij De Punt.

Voor MCPA, met de hoogste vrachten (31 mg $ha^{-1}$ $j^{-1}$), is het effect van akkerranden op de export uit landschapseenheden met een berekende reductie van 24-25% iets minder groot dan voor de andere stoffen (3-14 mg $ha^{-1}$ $j^{-1}$). De met akkerranden gerealiseerde reductie in de vrachten van MCPA is echter hoger dan de totale vrachten van mecoprop of dimethenamide uit de landschapseenheden. Voor terbuthylazine en dimethenamide is het effect van akkerranden het grootst (34-36%). Het verbreden van de akkerrand van 2 m naar 6 m levert een toename in de reductie op van gemiddeld slechts enkele procenten. Uit de literatuur, en uit een verkennende analyse met SWAT, bleek dat ook met smallere akkerranden reeds een aanzienlijke reductie kon worden bereikt indien geforceerde passage van afspoelend water door de bodem bereikt werd en oppervlakkige afstroming naar de waterloop voorkomen kon worden.

De variatie binnen het stroomgebied in GBM vrachten uit landschapseenheden en in de met akkerranden bereikte reducties is groot. Lokaal werden reducties in de orde van 40% gesimuleerd, maar soms ook van minder dan 10%. Ook het verschil in effectiviteit tussen akkerranden met verschillende breedtes varieert sterk. Voor MCPA leidt het verbreden van akkerranden van 2 naar 6 m bijvoorbeeld lokaal tot een toename in reductie van 10%, hoewel de gemiddelde in het algemeen in de orde van enkele procenten ligt. De variatie in effectiviteit van akkerranden met verschillende breedten is afhankelijk van verschilende factoren, waaronder verschillen in GBM eigenschappen, bodem typen, grondgebruik, tijdstip van toepassing en het lokaal voorkomen van extreme neerslag in het groeiseizoen. Door de interactie tussen deze factoren is het niet mogelijk om een enkele factor te isoleren die bepalend zou zijn voor de gesimuleerde verschillen.

De reducties van de export van MCPA uit de landschapseenheden, zoals gerealiseerd door toepassing van akkerranden, leiden in ongeveer dezelfde mate tot een reductie van de vrachten van MCPA in de Drentsche Aa bij de Punt.

Het uitvoeren van akkerranden als maatregel is effectief omdat het  leidt tot vermindering van de export van GBM uit landschapseenheden naar het oppervlaktewater, met name tijdens extreme neerslag wanneer oppervlakkige afvoer kan

leiden tot pieken in de vrachten van GBM. Bij eenzelfde oppervlakte aan akkerranden is het totale effect van akkerranden met een breedte van 2 m, aangelegd langs een groter aantal strekkende meters langs de waterlopen, mogelijk hoger dan het effect van bredere akkerranden aangelegd langs een kleiner aantal strekkende meters waterloop.

In deze studie zijn de akkerranden uniform aangelegd in het hele stroomgebied van de Drentsche Aa. Het SWAT model geeft de mogelijkheid om selectief akkerranden aan te leggen in bepaalde substroomgebieden, bijvoorbeeld in het gebied net stroomopwaarts van De Punt, en hiervan de effecten op de vracht bij De Punt te berekenen.

In deze studie is met name gekeken naar de lange termijn reductie, over een periode van 10 jaar (2007-2016). Het is mogelijk dat reducties tijdens extreme neerslag op dagbasis hoger kunnen zijn dan de hier gepresenteerde lange termijn getallen. Meer inzicht in de effecten van akkerranden op GBM vrachten kunnen derhalve verkregen worden door de effecten ook op dagbasis, of in bepaalde delen van het stroomgebied, met extreme neerslag te onderzoeken. Hiervoor zou de extreme neerslag van mei 2018 in de analyse meegenomen kunnen worden.

# 5 Referenties


Gevaert, A.I., Waterloo, M.J., 2019. Effecten van klimaat- en beheerscenario's op de export van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen in de stroomgebieden van de Drentsche Aa en de Hunze (TopSoil Duurzame Waterkwaliteit Drenthe No. 603390A00-R19-710). RPS Advies en Ingenieursbureau en Acacia Water, Leerdam, The Netherlands.

Helmers, M.J., Isenhart, T., Dosskey, M., Dabney, S., Strock, J., 2008. Buffers and Vegetative Filter Strips, in: Upper Mississippi River Sub-Basin Hypoxia Nutrient Committee. Final Report: Gulf Hypoxia and Local Water Quality Concerns Workshop. American Society of Agricultural and Biological Engineers, Michigan, USA, pp. 43–58.

Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Kiniry, J.R., Williams, J.R., 2011. Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation Version 2009 (Texas Water Resources Institute Technical Report). College of Agriculture and Life Sciences, Texas A&M University, College Station, Texas, USA.

Rasmussen, J.J., Baattrup-Pedersen, A., Wiberg-Larsen, P., McKnight, U.S., Kronvang, B., 2011. Buffer strip width and agricultural pesticide contamination in Danish lowland streams: Implications for stream and riparian management. Ecological Engineering 37, 1990–1997. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2011.08.016

Sabbagh, G.J., Fox, G.A., Kamanzi, A., Roepke, B., Tang, J.-Z., 2009. Effectiveness of Vegetative Filter Strips in Reducing Pesticide Loading: Quantifying Pesticide Trapping Efficiency. J. Environ. Qual. 38, 762–771. https://doi.org/10.2134/jeq2008.0266

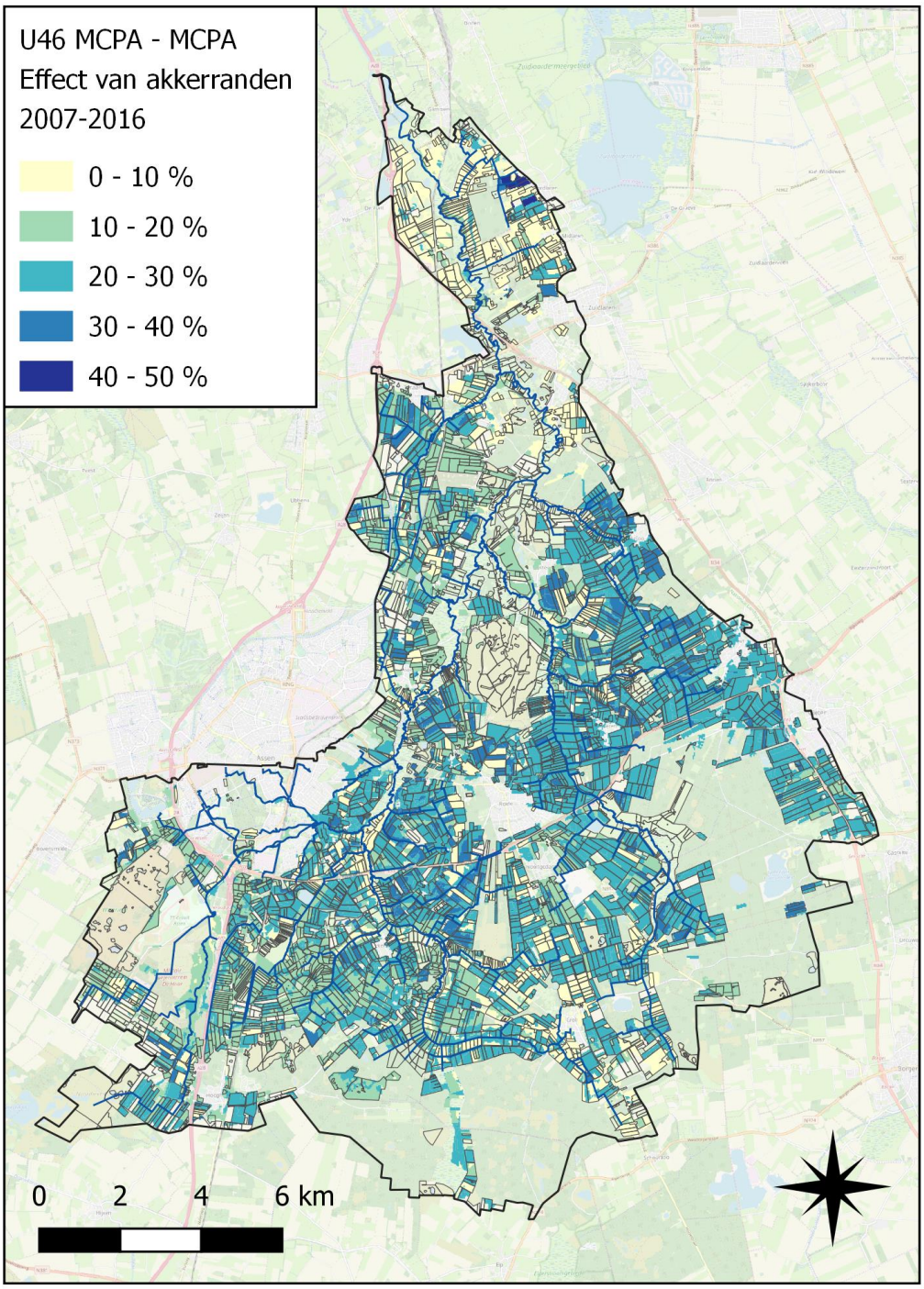
Smit, C.E., Kalf, D., 2014. Bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater. Vergelijking tussen Nederland en andere Europese landen (RIVM briefrapport No. 601714026/2014).

Tingle, C.H., Shaw, D.R., Boyette, M., Murphy, G.P., 1998. Metolachlor and metribuzin losses in runoff as affected by width of vegetative filter strips. Weed Science 46, 475–479.

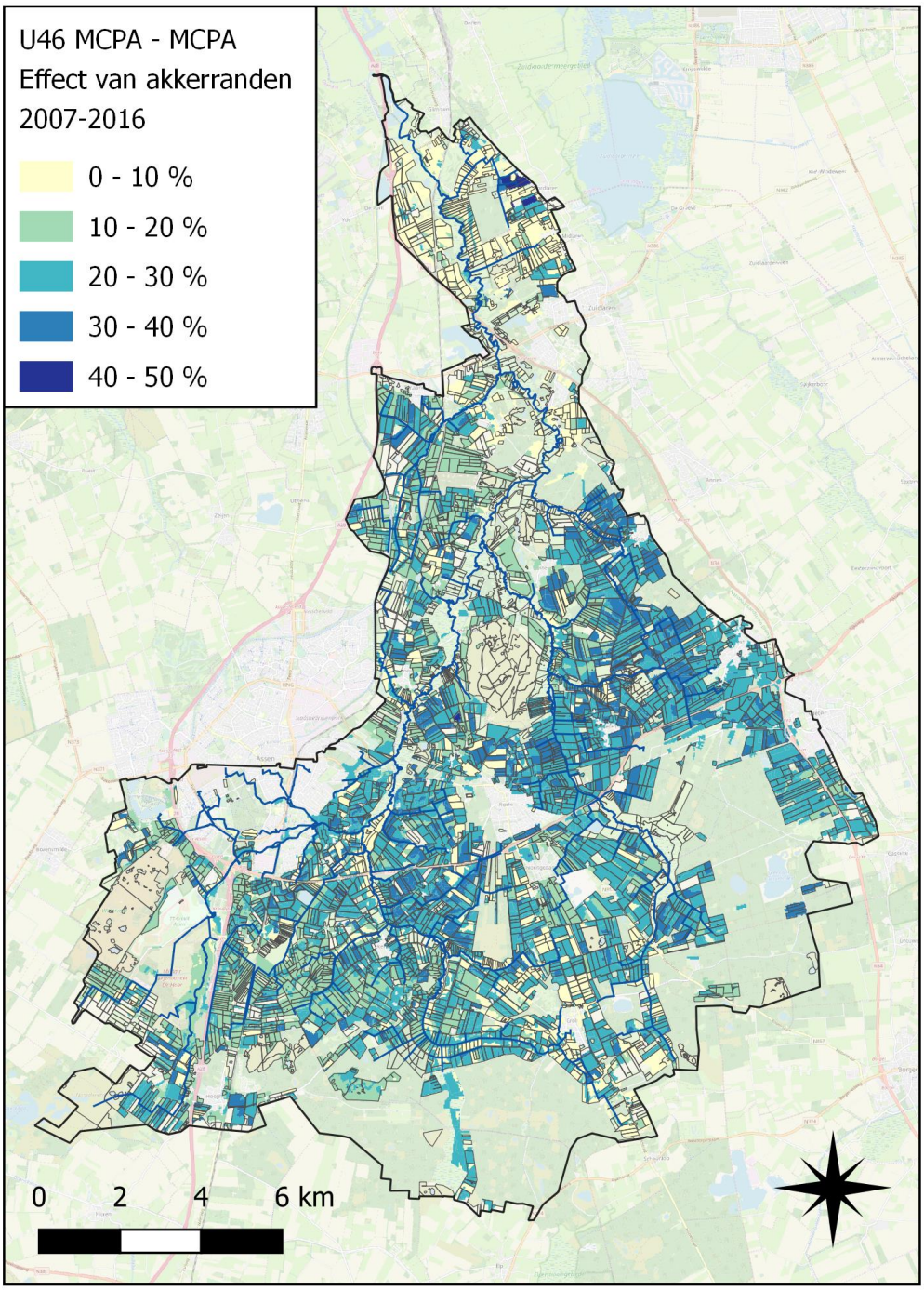
United States Department of Agriculture, 2000. Conservation Buffers to Reduce Pesticide Losses. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service, Washington D.C., USA.

Waterloo, M.J., Gevaert, A.I., Hoogland, F., 2019. Modelleren van af- en uitspoeling van water, nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen op perceelschaal in de stroomgebieden van de Drentsche Aa en de Hunze (TopSoil Duurzame Waterkwaliteit Drenthe No. 1603390A00). RPS Advies en Ingenieursbureau en Acacia Water, Leerdam, The Netherlands.

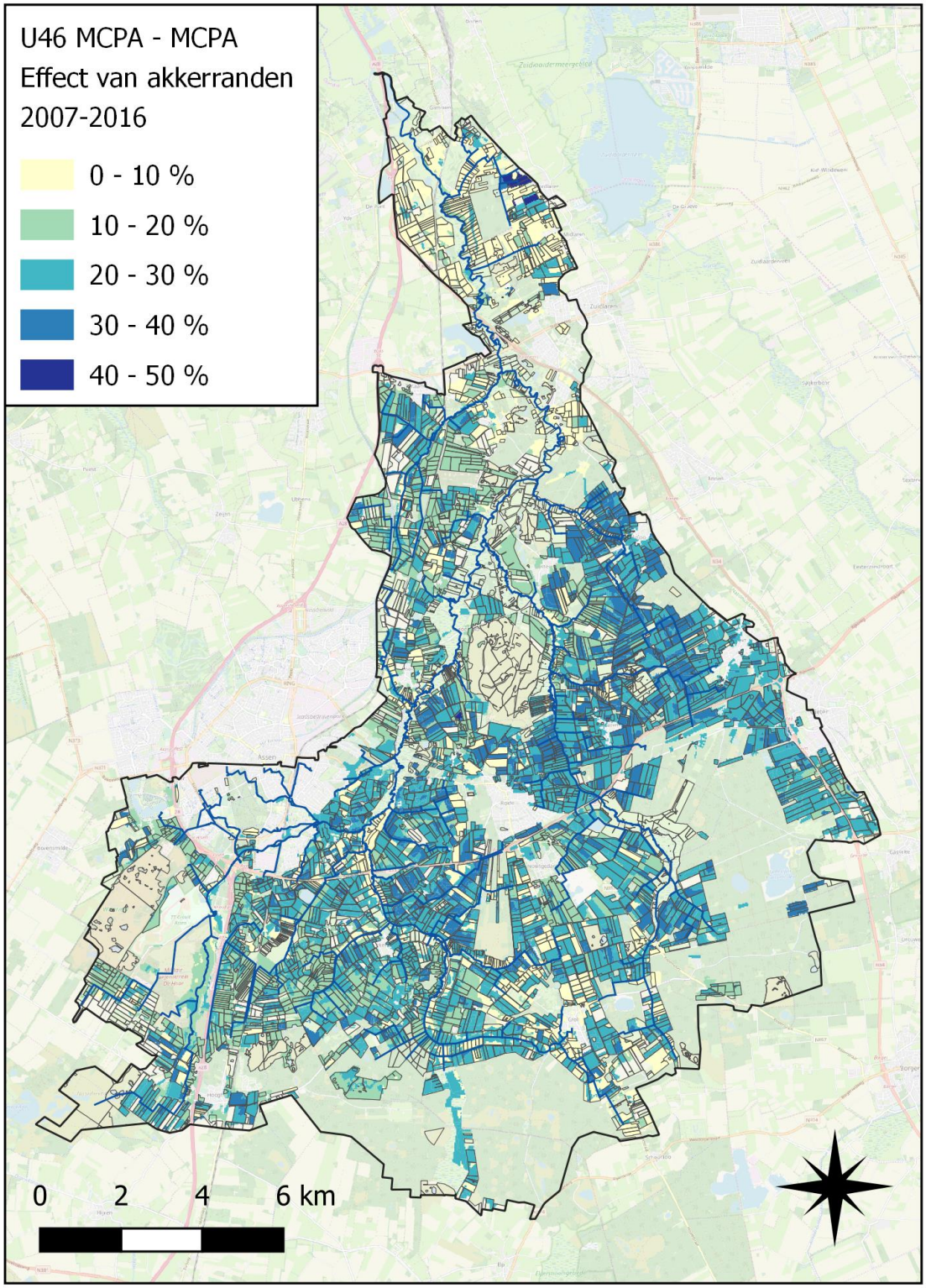
# Bijlagen




Figuur 9. Procentuele reductie in MCPA vrachten vanuit HRU landschapseenheden naar het oppervlaktewatersysteem bij 2 m akkerrand.




Figuur 10. Procentuele reductie in MCPA vrachten vanuit HRU landschapseenheden naar het oppervlaktewatersysteem bij 4 m akkerrand.




Figuur 11. Procentuele reductie in MCPA vrachten vanuit HRU landschapseenheden naar het oppervlaktewatersysteem bij 6 m akkerrand.

van Hogendorpplein 4
2805 BM  Gouda

Telefoon: 0182 – 686 424
Internet: www.acaciawater.com
Email: info@acaciawater.com