

# Format rapportage projectinformatie PPS-en Landbouw, water, voedsel

Datum versie: november 2023

## 1. Projectinformatie

<b>1.1 Financiering/organisatie</b>	TKI T&U
<b>1.2 Projectnummer</b>	LWV19035 / BO-67-001-020
<b>1.3 Project titel</b>	<b>Innovatieve emissieloze toedieningstechnieken 4.0</b>
<b>1.4 Projectpartners of deelnemers</b>	Nederlandse Fruittelers Organisatie, BO Akkerbouw, Fruitconsult, Corteva, Syngenta, Munckhof Fruit Tech Innovators, Van der Linden, Kruse Ootmarsum, Agrifac Machinery, Rometron, Hardi-Homburg, Kverneland Group
<b>1.5 Projectleider</b> <i>(naam en emailadres)</i>	<b>Ard Nieuwenhuizen</b> ard.nieuwenhuizen@wur.nl <b>Marcel Wenneker</b> marcel.wenneker@wur.nl
<b>1.6 Startdatum</b> <i>(dd-mm-jjjj)</i>	<b>01-06-2020</b>
<b>1.7 Einddatum</b> <i>(dd-mm-jjjj)</i>	<b>01-07-2024</b>
<b>1.8 MMIP primair</b> <i>(zie kia-landbouwwatervoedsel.nl)</i>	<b>ST1 - Smart Technologies in Agri-Horti-Water-Food</b>
<b>1.9 MMIP secundair</b> <i>(deze alleen invullen als er een 2<sup>e</sup> MMIP is waar het project aan bijdraagt)</i>	
<b>1.10 TRL bij de start van het project</b> <i>(zie bijlage 1, nummer kiezen + max. 2 zinnen onderbouwing)</i>	TRL 4 Verschillende technieken zijn gevalideerd in laboratoriumomgeving maar dienen getest en gevalideerd te worden in praktijkomgeving om opgeschaald te worden. Daartoe dient het onderzoek in deze PPS.
<b>1.11 Projectwebsite</b> <i>(geef het adres van de projectwebsite, indien beschikbaar)</i>	<a href="https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/onderzoeksprojecten-lnv/soorten-onderzoek/kennisonline/innovatieve-emissieloze-toedieningstechnieken-4.0.htm">https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/onderzoeksprojecten-lnv/soorten-onderzoek/kennisonline/innovatieve-emissieloze-toedieningstechnieken-4.0.htm</a>

## 2. Projectomschrijving

<b>2.1 Samenvatting</b> <i>Geef een korte samenvatting van wat het project inhoudt. Geef aan welke concrete doelstellingen in het project worden gerealiseerd. Het gaat om een publiek beschikbare samenvatting.</i>
<p>De PPS Innovatieve Emissieloze Toedieningstechnieken 4.0 (LWV19035) heeft als doel nagenoeg geen emissies naar grond- en oppervlaktewater door het ontwikkelen van toedieningstechnieken voor (biologische, groene, chemische) gewasbeschermingsmiddelen met maximale depositie op gewas, minimaal residu, en minimale emissie naar lucht, bodem en oppervlaktewater. Dit wordt bereikt door gebruik te maken van (1) nieuwe innovatieve technologieën voor de toediening, (2) toepassing van precisietechnieken voor toepassing alleen waar nodig is en (3) sensortechnologie voor gewasafhankelijke toepassing. Hiermee wordt tevens invulling gegeven aan de ontwikkeling van een robuust erkenningsysteem conform de afspraken in “Uitvoering pakket van maatregelen”.</p> <p>Op de weg naar weerbare planten en teeltsystemen (2030) blijft voorlopig nog behoefte aan gewasbeschermingsmiddelen. De toediening ervan moet uiteindelijk nagenoeg zonder emissies naar de leefomgeving en nagenoeg zonder residuen op de producten. Om dit te kunnen realiseren zijn verdere stappen nodig in de concepten van precisielandbouw, en dan met name ook in de precieze toediening van de gewasbeschermingsmiddelen. De huidige precisie-</p>

toedieningstechnieken gaan veelal nog uit van beperkte aanpassingen van de dosering op basis van satelliet, drone, sensor gegevens en persoonlijke waarnemingen. Door de techniek verder aan te passen aan het doel wat behandeld moet worden en de minimale effectieve dosering die van een middel nodig is, kunnen vergaande besparingen aan middelgebruik gerealiseerd worden. Dit leidt dan naast een volumereductie in gebruik aan middelen ook tot beperking van de emissie van middelen naar de leefomgeving; dus geen of minimale emissies naar wateroppervlak, niet-doelwit zones en omwonenden. Ook wordt de depositie op de grond met de nieuwe technieken geminimaliseerd. Hierdoor reduceert de afspoeling van de percelen en de uitspoeling naar grondwater en via de drains naar het oppervlaktewater. Voor een gezonde en robuuste bodem moet de depositie van gewasbeschermingsmiddelen naar de grond daarom sterk verminderd worden.

De innovatieve technieken die ontwikkeld worden in deze PPS zullen leiden tot (1) hogere depositie op het gewas, (2) een verbeterde effectiviteit van de gebruikte gewasbeschermingsmiddelen, (3) minder middel gebruik, (4) minder emissie voor een al reeds vastgestelde Drift Reducerende Techniek (DRT). Hierdoor is het mogelijk om voor technieken met een minimale driftreductie van 95% nog verdere stappen te zetten in emissiereductie (naar >99%), de reductie van andere emissieroutes naar wateroppervlak en zal de emissie naar de bodem sterk reduceren. Doordat in deze PPS de potentiële emissieroutes door metingen gekwantificeerd worden levert zij bouwstenen voor de te ontwikkelen evaluatietool van deze nieuwe technologieën.

Door de ontwikkelde verbeterde toedieningstechnologieën te combineren met verbeterde sensing technologieën met aangepaste rekenregels en minimale effectieve doseringen voor preciezer behandeling pleksgewijs te gebruiken zal ze ook bijdragen aan lagere residuen op de producten. Waar mogelijk zal dit in deze PPS ook bepaald worden.

## **2.2 Doel van het project** *Wat gaat het project bijdragen aan de doelen van de KIA, de missie(s) en de MMIP('s)?*

De PPS resulteert in nieuwe kennis over toedieningstechnieken en precisietechnologieën. Voor de machinebouwers geeft dit de mogelijkheid om mondiaal een voorsprong te houden in deze technieken, en de concurrentiepositie zal versterkt worden. De kennis zal direct worden toegepast op de machines: de economische bedrijvigheid zal toenemen.

De partners uit de gewasbeschermingsindustrie zullen de innovatieve technieken gebruiken voor de implementatie van nieuwe gewasbescherming-strategieën en ondersteuning ervan in stewardship programma's. Naast ST1. Smart Technologies in Agri-Horti-Water en- Food draagt dit project ook bij aan missie (A) Natuur inclusieve kringlooplandbouw door het reduceren van voedselverspilling door een betere inschatting van productkwaliteit, verminderen van de inzet van meststoffen en het reduceren van emissies naar bodem, water en lucht door het effectiever en efficiënter gebruik van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen.

## **2.3 Motivatie** *Licht toe hoe dit project past binnen het MMIP. Maak daarbij de connectie met 1 á 2 onderdelen van de Theory of Change van het MMIP.*

Dit project draagt bij aan ST1. Smart Technologies in Agri-Horti-Water en- Food. Middels optimalisatie en verbreding van diverse technologische toepassingen wordt verspilling van gewasbeschermingsmiddelen tot nagenoeg nul gereduceerd en wordt derving in verdere keten beperkt. Dit komt ten goede aan de kwaliteit van het landelijk gebied en de natuur en zorgt voor gezonde producten kunnen worden aan consumenten in binnen- en buitenland. De verwachting is dat de PPS resulteert in een besparing aan middelgebruik van minimaal 25% - afhankelijk van gewas en gewasstadium, en een potentiële emissiereductie van minimaal 95%. Op deze wijze kan

de ambitie van nagenoeg geen emissies naar grond- en oppervlaktewater gerealiseerd worden, en kunnen er teelten met een gezonde, robuuste bodem ontwikkeld worden.

**2.4 Beoogde resultaten** Zo SMART mogelijke beschrijving van de deliverables (KPI's) van het project. Geef daarbij ook (zoveel als mogelijk) de te verwachten deliverables per jaar aan.

Vanuit de 6 cases van het project worden de onderstaande eindrapportages aan het eind van het project opgeleverd:

D1.1 Rapport: Innovatieve efficiënte boomgaard spuiten - Evaluatie van de technische functionaliteit en de werking in de praktijk van de aanpassingen aan de verschillende typen boomgaard spuiten, geverifieerd met depositiemetingen van de precisiespuit in de boomgaard

D1.2 Rapport: Innovatieve efficiënte precisie boomgaard spuiten - Evaluatie van de technische functionaliteit en de werking in de praktijk van de aanpassingen aan de ontwikkelde precisiespuiten, geverifieerd met depositiemetingen van de precisiespuit in de boomgaard

D1.3 Rapport: Innovatieve efficiënte precisie akkerbouw spuiten - Evaluatie van de technische functionaliteit en de werking in de praktijk van de aanpassingen aan de ontwikkelde precisiespuiten, geverifieerd met depositiemetingen van de precisiespuiten in de verschillende akkerbouw gewassen

D1.4 Rapport: Innovatieve efficiënte precisie vollegrondsgroente spuit - Evaluatie van de technische functionaliteit en de werking in de praktijk van de aanpassingen aan de ontwikkelde precisiespuit, geverifieerd met depositiemetingen van de precisiespuit in de verschillende vollegrondsgroente gewassen

D1.5 Rapport: Innovatieve efficiënte precisie bloembollen spuiten - Evaluatie van de technische functionaliteit en de werking in de praktijk van de aanpassingen aan de ontwikkelde precisiespuiten, geverifieerd met depositiemetingen van de precisiespuiten in twee verschillende bloembol gewassen (tulp, lelie)

D1.6: Rapport: Evaluatie Innovatieve efficiënte Toedieningstechnieken in de verschillende sectoren - Overzicht en totaal evaluatie van de resultaten van de uitgevoerde evaluaties in de cases 1 t/m 5 naar volumereductie en emissiereductie.

Deliverable over de bevindingen met PWM spuittechnologie. Rapportage welke ingaat op effecten van de pulsbreedte modulatie techniek op de spuit vloeistof druppel verdeling.

Daarnaast worden bijdragen geleverd aan internationale workshops en congressen (b.v. SuproFruit, AAB-International Advances in Pesticide Application), aan open dagen (b.v. Proeftuin Randwijk, De Appel/Perendag,) en telersbijeenkomsten.

## Projectvoortgang (2023)

### 3. Resultaten

<b>3.1 Tussentijdse resultaten</b> (keuze maken)	O De tussentijdse resultaten zijn gelijk aan de verwachting
<b>3.2 Toelichting</b> bij evt wijzigingen t.o.v. het oorspronkelijke werkplan (relateer aan 2.4)	Geen wijzigingen ten aanzien van het projectplan. Het projectteam heeft in 2023 op volle sterkte aan het onderzoek kunnen werken.

	Op het doorsnijdende onderwerp van verdiepende metingen aan PWM systemen voor o.a. variabel doseren wordt in 2023 en 2024 meer aandacht besteed, dan oorspronkelijk aangegeven in het werkplan. Dit is in overleg en met goedkeuring van de consortiumpartners gewijzigd.
<b>3.3 Belangrijkste resultaten</b> (in max. 3 regels.)	Depositieproeven in kale bomen, herhaling depositieproeven in uien veldproef, druppelgrootte en snelheidsmetingen van PWM systemen onder laboratorium omstandigheden.

#### 4. Behaalde resultaten over het afgelopen jaar

<b>4.1 Korte beschrijving van de inhoudelijke resultaten</b> en hun bijdrage aan het MMIP (zoals beschreven in 2.2.)
<p>Zij- en opwaartse spuittechniek (Fruit):</p> <p><i>Case 1: Nagenoeg geen emissie naar de bodem voor een duurzaam bodembeheer</i></p> <p>In voorjaar 2023 zijn met Munckhof depositiemetingen in kale bomen uitgevoerd. De spuit is een sensorgestuurde spuit waarmee de emissie naar de bodem verminderd wordt. De aanleiding voor de proeven zijn vragen en signalen vanuit Fruitconsult, NFO en gewasbeschermingsmiddelen fabrikanten over de bedekking van kale boom delen en bodemdepositie bij bespuitingen in het vroege voorjaar.</p> <p><i>Case 2: Ontwikkelen van precisiebespuitingen in de boomgaard: 3D-boomgaard applicatie op basis van sensingdata</i></p> <p>Aan de sensor gestuurde spuit zijn metingen uitgevoerd in groeiseizoen 2023. Met bedrijvenpartner Munckhof is gewerkt aan afstelling van boomgaardspuit ter verbetering van de depositie in de boom. Precisie en afgifte is gecontroleerd bij verschillende rijnelheden en reactietijden van sensor en PWM sturing van de doppen. In 2023 zijn lucht verdelings metingen uitgevoerd met Lochman en Wanner spuit.</p> <p>Neerwaartse spuittechniek:</p> <p><i>Case 3: Akkerbouw – precisie spuiten van stroken en rijen met gewassen</i></p> <p>Met bedrijvenpartner Rometron is een veldproef uitgevoerd waarbij de precisie van een spot spray toepassing op basis van een sensor en een taakkaart is vergeleken bij verschillende snelheden. Met bedrijvenpartner Kverneland zijn model en taakkaart simulaties verder uitgewerkt om de precisie te verhogen en gebruikshoeveelheid te verlagen.</p> <p><i>Case 4: Groente vollegrond – precieze gewasafhankelijke beddenspuit</i></p> <p>Spuittechnologie is uitgewerkt richting een beddenspuit voor gebruik in uien. Met bedrijvenpartner Homburg-Hardi is voor deze spuit is een combinatie van PWM technologie en luchtondersteuning beschikbaar. Hiermee zijn depositiemetingen uitgevoerd in een uienproefveld. Tijdens deze veldproef werden 5 spuittechnieken vergeleken om inzicht te geven in verbetering in depositie en het verlagen van emissies met behulp van verlaagde boom, PWM, gericht spuiten en luchtondersteuning.</p> <p><i>Case 5: Bloembollenteelt – taakkaart en sensor gestuurde precisiebespuitingen</i></p>

Met bedrijvenpartner Agrifac zijn vlakvelds spuitboom metingen uitgevoerd in het spuitlab in Wageningen waarbij de invloed van PWM technologie en snelheid inzichtelijk zijn gemaakt. Analyses zijn uitgevoerd waarbij de tweedimensionale verdeling ten opzichte van rijsnelheid en PWM duty cycle uitgewerkt zijn.

#### *Case 6: Gebruiksevaluatie innovatieve emissieloze toedieningstechnieken*

Overleg heeft plaatsgevonden met partners en stakeholders over gebruik, kwantificering en mogelijkheden van invulling van volumereductie, zijnde minder middelgebruik, in wet- en regelgeving. In november 2023 is een workshop georganiseerd met de consortium partners en stakeholders uit de sector om doordenking richting implementatie van onderzoeksresultaten en vervolg vorm te geven.

#### *Overkoepelende PWM metingen*

Van de verschillende spuitmachinefabrikanten is in 2023 uitgewerkt wat de druppelgrootteverdeling is van hun PWM gestuurde spuitdoppen. Het pulseren van doppen kan namelijk invloed hebben op de grootte van de druppels. De druppelgrootte verdeling bepaalt vervolgens hoe effectief de spuitvloeistof op het doel terechtkomt. Hiertoe zijn de enkel dops druppelgrootte metingen van 2022 doorgerekend met Idefics, en vervolgmetingen opgestart met een aangepaste set doppen en instellingen om het inzicht te vergroten in 2023.

## **4.2 Deliverables & Communicatie (geef ook aan in hoeverre de doelgroepen bereikt worden)**

### 4.2.1 Wetenschappelijke artikelen en hun doi (*Digital Object Identifiers*)

### 4.2.2 Rapporten/artikelen in vakbladen

Rapport: Crop adapted spray application with a pulse with modulation bed sprayer; spray deposition measurements in a bed grown onion crop.

### 4.2.3 Overige communicatie-uitingen (inleidingen/posters/radio-tv/social media/lezingen op wetenschappelijke conferenties en workshops/beurzen/nieuwsbrieven/publicaties op websites)

J.M.M. Michielsen, 2023. Deposition of coarse droplets in dormant apple trees. 16<sup>th</sup> Workshop on Spray Application and Precision Technology in Fruit Growing, Montpellier, France.

M. Wenneker, 2023. Workshop: Innovatieve emissieloze toedieningstechnieken. Waterdag op donderdag 9 november 2023. Georganiseerd door de NFO, Proeftuin Randwijk, waterschap Rivierenland en Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Randwijk.

Presentatie op Targeted Application, Spray Technology and Authorisation Workshop, Wageningen: Innovation in application technology for emission free crop protection

Poster: Targeted spray application in onions using a crop adapted pulse-width modulation sprayer.

<https://edepot.wur.nl/646760>

Emissiearm spuiten in de akkerbouw

<https://www.youtube.com/watch?v=HdXyjfTGl4w>

Emissiearm spuiten in de fruitteelt

<https://www.youtube.com/watch?v=viAPEn0bSuE>

### **4.3 Overige resultaten:** technieken, apparaten, methodes

## Eindrapportage

### 5. TRL bij afsluiting van een project

<b>5.1 TRL bij afsluiting van het project</b> (zie bijlage 1, nummer kiezen + max 2 zinnen onderbouwing)	
--	--

### 6 Status project bij afronding & vervolg

<b>6.1 Status project</b> (keuze maken)	1. Het project is afgerond conform de oorspronkelijk scope. Alle mijlpalen zijn behaald. 2. Het project is naar tevredenheid afgerond, maar de inhoud van de mijlpalen is gewijzigd. 3. Het project is niet afgerond en definitief afgesloten.
<b>6.2 Geef aan of het project een vervolg krijgt;</b> zo ja geef ook aan welk vervolg	Bijv. <input type="checkbox"/> Vervolgonderzoek <input type="checkbox"/> Ontwikkeling prototype <input type="checkbox"/> Marktintroductie <input type="checkbox"/> De overheid treedt op als 'launching customer' <input type="checkbox"/> Anders/vul zelf in <input type="checkbox"/> Geen vervolg

### 7 Output over het hele project

		aantal
7.1	<b>Aantal gerealiseerde peer-reviewed publicaties</b> <i>gepubliceerde artikelen in peer-reviewed journals</i>	
7.1 a	Geef van elk artikel de Digital Object Identifiers (doi)	
7.2	<b>Aantal verwachte peer-reviewed publicaties</b> <i>publicaties die zijn ingediend bij een wetenschappelijk journal, maar nog in het peer-review proces zitten</i>	
7.3	<b>Aantal gerealiseerde niet-peer-reviewed publicaties</b> <i>rapporten, vakbladartikelen</i>	
7.4	<b>Aantal aangevraagde patenten</b> <i>Het aantal patenten die op basis van onderzoek uit het project zijn aangevraagd</i>	
7.4 a	Geef van elk patent de doi, wanneer beschikbaar	
7.5	<b>Aantal verleende licenties</b> <i>Het aantal verleende licenties die op basis van onderzoek uit het project zijn verleend</i>	
7.6	<b>Aantal prototypes</b> <i>Het aantal gerealiseerde prototypes die op basis van onderzoek uit het project zijn ontwikkeld</i>	
7.7	<b>Aantal demonstrators</b> <i>Het aantal gerealiseerde demonstrators die op basis van onderzoek uit het project zijn ontwikkeld</i>	
7.8	<b>Aantal spin-offs/ spin-outs</b> <i>Het aantal spin-offs en spin-outs die op basis van onderzoek uit het project zijn voortgekomen.</i>	
7.9	<b>Aantal nieuwe of verbeterde producten/ processen/diensten geïntroduceerd</b>	

	<i>Het aantal producten dat verbeterd of nieuw ontwikkeld is/wordt en het aantal processen en diensten die verbeterd of nieuw is op basis van onderzoek uit het project. Geef zo nodig een toelichting bij de indicator impact</i>	
--	--	--

## 8 Impact

Impact betreft het verhaal van het project: een kwalitatieve omschrijving van hoe het project heeft bijgedragen aan de missies en het realiseren van economische kansen. Met een concrete link naar de indicatoren kan een verdere toelichting worden gegeven op de (bredere) bijdrage van het project aan de maatschappelijke uitdaging. Geef hierbij ook aan welke condities moeten zijn vervuld om de maatschappelijke impact te realiseren. De impact kan betrekking hebben op:

- De (mate waarin) de mijlpalen van het project zijn behaald (al dan niet in gewijzigde vorm)
- De behaalde doelstellingen (KPI's) van het project
- Het portfolio van (nieuwe) partners en opgebouwde netwerken
- Een aansprekend voorbeeld dat onder de output gerapporteerd is
- Toelichting van de output, zeker wanneer deze anders dan verwacht of boven verwachting is
- Verbinding met (praktijkgericht) onderwijs en andere wijzen van disseminatie
- Link naar website van het project, video of infographic (indien van toepassing).

<b>Beschrijf de impact van het project</b>

## Bijlage 1 TRL-categorieën

De detailcategorieën bestaan uit:

TRL 1 – basisprincipes zijn geobserveerd en gerapporteerd

TRL 2 – technologisch concept en/of toepassing is geformuleerd

TRL 3 – kritische functie of karakteristiek is analytisch en experimenteel bewezen

TRL 4 – component of experimenteel model is gevalideerd in laboratoriumomgeving

TRL 5 – component of experimenteel model is gevalideerd in relevante omgeving

TRL 6 – systeem/subsysteem model of prototype is gedemonstreerd in een relevante omgeving

TRL 7 – prototype van het systeem is gedemonstreerd in een operationele omgeving

TRL 8 – daadwerkelijk systeem is compleet en gekwalificeerd door test en demonstratie

TRL 9 – daadwerkelijk systeem is bewezen door succesvol operationeel bedrijf

Wanneer er binnen het project aan onderdelen verschillende TRL's toegewezen kunnen worden, kies dan de categorie waarbinnen het grootste deel van het project valt.