



PPS-eindrapportage

Over de PPS'en die afgerond zijn dient een inhoudelijke en financiële eindrapportage te worden opgesteld. Voor de financiële rapportage dient een totaaloverzicht van de projectkosten van de realisatie en de financiering te worden gegeven. Hier is een apart format voor beschikbaar.

De eindrapportages worden integraal gepubliceerd op de websites van de TKI's/topsector. Zorg er s.v.p. voor dat er geen vertrouwelijke informatie in de rapportage staat.

De PPS-eindrapportages dienen voor 1 maart 2020 te worden aangeleverd bij de TKI's via info@tkitu.nl of info@tki-agrifood.nl. Voor Wageningen Research loopt de aanlevering via een centraal punt.

Algemene gegevens

PPS-nummer	TKI1922P01
Titel	Bird's Eye View
Thema	
Uitvoerende kennisinstelling(en)	TU Delft
Projectleider onderzoek (naam en e-mailadres)	Prof. dr. Guido de Croon, g.c.h.e.decroon@tudelft.nl
Penvoerder PPS (namens private partij) (naam en e-mailadres)	St. Topconsortium Kennis en Innovatie Tuinbouw & Uitgangsmaterialen.
Contactpersoon overheid (indien relevant)	
Adres van de projectwebsite	-
Startdatum	1-6-2019
Einddatum	30-09-2021

Goedkeuring penvoerder/consortium

De eindrapportage dient te worden besproken met de penvoerder/het consortium. De TKI('s) nemen graag kennis van eventuele opmerkingen over de rapportage.

De penvoerder heeft namens het consortium de eindrapportage	☐ goedgekeurd ☐ niet goedgekeurd
Eventuele opmerkingen over de eindrapportage:	

Consortium

Zijn er wijzigingen geweest in het consortium/de project-partners? Zo ja, benoem deze	Nee.
---	------

Inhoudelijke samenvatting van het project

Probleemomschrijving	Dit project richt zich op autonoom vliegende drones voor het verzamelen van ziekten en plagen data voor inzicht op plantniveau in de gehele kas. De aanleiding van dit voorstel is dat professionele glastuinbouwteilers te maken krijgen met nieuwe uitdagingen waaronder meer duurzaam gebruik van grondstoffen zoals kunstmest, water en energie, en het beperken van het gebruik van pesticiden. Tegelijkertijd wordt het door de schaalvergroting steeds lastiger om op plantniveau gebieden
----------------------	---

	met afwijkingen in beeld te brengen. Hierdoor hebben telers weinig zicht op en controle over het gewas in de kas op individueel plantniveau, in het bijzonder op locaties die niet direct toegankelijk zijn voor de teler. Daarnaast bestaat behoefte bij telers aan beslissingsondersteunende systemen. Deze behoefte wordt gevoed vanuit de schaalvergroting, afnemende beschikbaarheid van gespecialiseerde arbeidskrachten, productkwaliteit, voedselveiligheid en verhoging van arbeidskosten. In het verlengde van inzichten op het gebied van plantafwijkingen is dit bijvoorbeeld de behoefte aan een geautomatiseerd advies, inclusief aan te bevelen producten om de afwijkingen te beheersen / controleren. Het verhogen van de snelheid van dit proces en het verbeteren van de kwaliteit ervan zal grote impact hebben op de gewasopbrengst van de teler. Belangrijke voorwaarden voor het succesvol automatiseren van dit proces is dat 1) de gewasconditieparameters in grootschalige kassen automatisch, efficiënt en effectief worden verzameld, verwerkt en gepresenteerd, en 2) dat het geheel op een economische manier plaatsvindt.
Doelen van het project	Dit project had twee subdoelen: 1. Een drone en camera selecteren die autonoom rond kan vliegen en foto's van voldoende resolutie kan maken in de kas. 2. Extra capaciteiten ontwikkelen om zelfstandig hoogte te houden, terug te vliegen naar een plek waar iets interessants geobserveerd is, en demonstreren van het zelfstandig ontwijken van grote obstakels.

Resultaten	
Beoogde resultaten uit het projectplan	1. Een drone en camera selecteren die autonoom rond kan vliegen en foto's van voldoende resolutie kan maken in de kas. 2. Extra capaciteiten ontwikkelen om zelfstandig hoogte te houden, terug te vliegen naar een plek waar iets interessants geobserveerd is, en demonstreren van het zelfstandig ontwijken van grote obstakels.
Behaalde resultaten	Beide resultaten zijn behaald. TU Delft heeft geadviseerd in de selectie van een kleine, veilige drone, die toch hoge resolutie plaatjes kan maken. Verder is er hardware ontworpen en aan de drone toegevoegd, opdat die in binnenruimtes autonoom kan vliegen. In het tweede jaar is ook doel 2 behaald; De drone kan terugvliegen naar een "point of interest", kan met een extra door de TUD ontworpen module obstakels ontwijken en kan zijn hoogte houden. Tenslotte is er in het tweede jaar ook samengewerkt met Royal Brinkman en Mapture om de eerste stappen richting een product te maken.
Geef een toelichting op eventuele wijzigingen t.o.v. het projectplan.	Er zijn geen fundamentele wijzigingen geweest. Wel is er extra werk verricht samen met RB en Mapture om al toe te gaan naar een robuuster prototype dat zelf vanuit een doos kan opstijgen, vliegen en weer in de doos landen om op te laden en plaatjes naar een server te sturen.

--	--

Wat heeft het project opgeleverd voor	
Betrokken kennis instellingen (wetenschappelijk, nieuwe technologie, samenwerking)	Binnen het project zijn er nieuwe methodes ontwikkeld om met behulp van UltraWideBand bakens localisatie uit te voeren. Verder is er een nieuwe efficiënte methode ontwikkeld om met stereo vision odometrie te doen (iets wat relevant wordt voor een toekomstig product dat meer op computer vision leunt). Beide onderzoeken zijn gepubliceerd. Verder is het vliegen in een kassen een mooie, uitdagende toepassing van kleine, autonome drones. Het vormt dus een mooi klankbord voor ons als wetenschappers om uitdagingen te onderzoeken die relevant zijn voor de praktijk.
Betrokken bedrijven (toepassing van resultaten in de praktijk, en op welke termijn?)	Het project is opgezet samen met Royal Brinkman. Binnen de twee jaar hebben we uiteindelijk ook een samenwerking opgezet met Mapture, een startup in drone technologie die goed aansluit bij wat er in het project ontwikkeld is.
Maatschappij (sociaal, milieu, economie)	Precisietuinbouw is één van de belangrijkste ontwikkeling in de landbouw. Het staat toe om automatisch en op plantniveau gewassen te verbouwen, met veel minder gebruik van kostbare bronnen zoals water. Drones vormen een onderdeel van de precisietuinbouw ontwikkeling, aangezien ze in eerste instantie gaan zorgen voor het observeren van plekken die moeilijk toegankelijk zijn voor de tuinder. Ze zullen ook grote hoeveelheden data gaan opleveren, die nodig zullen zijn voor toenemend automatisch ge-managede kassen. Dankzij drones zullen o.a. ziekten en plagen eerder opgemerkt worden, waardoor minder gewassen geruimd hoeven te worden en er minder pesticiden en andere bestrijdingsmiddelen nodig zullen zijn.
Evt. andere stakeholders (spin offs)	-

Follow-up	
Is er sprake van een of meer octrooi-aanvragen (first filings) vanuit deze PPS?	Nog niet.
Komen er vervolg projecten? Zo ja, geef een toelichting (bv. contractonderzoek dat voortkomt uit dit project, aanvullende subsidies die zijn verkregen, nieuwe PPS)	Royal Brinkman is momenteel de data aan het analyseren die uit het huidige systeem komt. Indien die zo waardevol is als gedacht, komt er zeer waarschijnlijk een vervolgproject.

Opgeleverde producten gedurende de gehele looptijd van de PPS (geef de titels en/of omschrijvingen van de producten / deliverables of een link naar de producten op de projectwebsite of andere openbare websites)
<u>Wetenschappelijke artikelen:</u> • Pfeiffer, S., De Wagter, C., & De Croon, G. C. (2021). A Computationally Efficient Moving Horizon Estimator for Ultra-Wideband Localization on Small Quadrotors. IEEE Robotics and Automation Letters, 6(4), 6725-6732. • Stereo Visual Inertial Odometry for Robots with Limited Computational Resources S Bahnam, S Pfeiffer, GCHE de Croon, 2021 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS).
<u>Externe rapporten:</u> =
<u>Artikelen in vakbladen:</u> =
<u>Inleidingen/posters tijdens workshops, congressen en symposia:</u> Invited speeches prof. dr. Guido de Croon: • Future Trends & Innovations, The Next Step in Horticulture Technology, 2020. • GreenTech Live & Online Automation /Robotica, 2020.
<u>TV/ Radio / Social Media / Krant:</u> We werken momenteel aan een persbericht over dit project.
<u>Overig (Technieken, apparaten, methodes etc.):</u> Het project heeft geleid tot nieuwe technieken voor binnenlocalisatie van autonome drones.