



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	TKI-AF-14275
Titel	Op naar precisielandbouw 2.0
Thema	Robuuste plantaardige productie en Smart Agri & Food (Resource efficiency en Markt en Keteninnovaties). In 2018: Slimme technologieën
Uitvoerende kennisinstelling(en)	WPR, WLR, WENR, WU, TUD, Aeres
Projectleider onderzoek (naam en e-mailadres)	Corné Kempenaar (corne.kempenaar@wur.nl)
Penvoerder PPS (namens private partij, naam)	Geert Hermans (geert.hermans@zlto.nl)
Contactpersoon overheid	Gertjan Fonk (g.fonk@minez.nl) en Frans Lips (f.lips@minlnv.nl)
Adres van de projectwebsite	https://subsites.wur.nl/nl/plb/PL-Projecten/PL-2.0.htm
Startdatum	https://www.precisielandbouwprojecten.nl/nl/plb/PL-Projecten/PL-2.0.htm
Einddatum	31 mei 2019

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	<input checked="" type="checkbox"/> goedgekeurd <input type="checkbox"/> niet goedgekeurd
Eventuele opmerkingen over de eindrapportage:	2019 was een afrondend jaar. Tot en met mei 2019 hebben deelprojecten hun activiteiten afgerond, rapportages opgeleverd en laatste communicatie-verplichtingen gedaan. Tevens is het eindrapport PPS PL2.0 opgeleverd (zie bijlage). De financiële eindrapportage is separaat beschikbaar. Extern accountant heeft de admin bij coördinator WPR gecontroleerd en goed bevonden. Deze info is vanuit F&C WPR beschikbaar.

Consortium

Zijn er wijzigingen geweest in het consortium/de projectpartners? Zo ja, benoem deze	Nee. De laatste PPS PL2.0 Stuurgroep-vergadering van 28 november 2018 j.l. is afgesloten met conclusie dat de beoogde resultaten behaald zijn. Alle PPS private partners waren tevreden met de resultaten.
--	---

Inhoudelijke samenvatting van het project

Probleemomschrijving	<p>Precisielandbouw in open teelten is een bedrijfsmanagement concept van sturen op variatie die er is in bodem, gewas, klimaat en de omgeving. Sinds 2010 is er interesse vanuit de praktijk voor dit onderwerp omdat er relatief veel technologie beschikbaar is gekomen (GPS, satellietbeelden, div. sensoren). Tegelijkertijd wordt precisielandbouw ook gezien als een goede mogelijkheid om maatschappelijke opgaven te realiseren.</p> <p>Bij iedere precisielandbouwtoepassing gaat het om integratie van data, beslisregels en mechanisatie/actuatie. Anno 2015, bij start van de PPS, was het aantal praktijkrijpe precisielandbouwtoepassingen nog zeer beperkt, vanwege:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beschikbaarheid en kwaliteit van data; - Ontbreken van gevalideerde beslismodellen/decision support systemen (dss); - Slechte integratie data met dss en mechanisatie/actuatie; - Onduidelijkheid over kosten en baten; - PL is nog geen plug & play.
Doelen van het project	<p>De PPS 'Op naar Precisielandbouw 2.0' is een gecoördineerde publiek-private R&D inspanning op het strategische thema precisielandbouw binnen TKI A&F. In de PPS wordt onderzoek gedaan aan (thema 1) gewasmonitoring vanuit satellieten (3 deelprojecten), (thema 2) nearby sensing/ziektedetectie (1 deelproject), (thema 3) ontwikkeling van precisielandbouw-applicaties in akkerbouw en graslandmanagement (4 deelprojecten, integratie van data en decision support in use cases), (thema 4) kwantificering van perceelkarakteristieken en (thema 5) strategische perceelinformatie (3 deelprojecten). In totaal zijn er 11 deelprojecten in PPS PL2.0. Daarnaast is er een zesde thema / 12^e deelproject gericht op kennisverspreiding naar groen onderwijs, stakeholders en eindgebruikers.</p>

Resultaten

Beoogde resultaten uit het projectplan	<p>PPS PL2.0 beoogt, per PPS-thema weergegeven, de volgende resultaten te behalen.</p> <table border="1" data-bbox="507 1279 1390 1998"> <thead> <tr> <th data-bbox="507 1279 635 1308">Thema</th> <th data-bbox="635 1279 1390 1308">Producten</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="507 1308 635 1420">1</td> <td data-bbox="635 1308 1390 1420">Jaarlijkse rapportage over 3 ontwikkellijnen waarin satellietbeelden gebruikt worden bij biomassamonitoring en opbrengstvoorspelling in precisielandbouw, met – indien succesvol – 3 nieuwe diensten voor PL 2.0.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="507 1420 635 1503">2</td> <td data-bbox="635 1420 1390 1503">Jaarlijkse rapportages over de ontwikkellijn <i>vision technology</i> voor detectie ziekten in aardappelgewassen, met – indien succesvol – een nieuw sensorsysteem voor PL 2.0.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="507 1503 635 1585">2</td> <td data-bbox="635 1503 1390 1585">Rapportage over de ontwikkellijn bodemsensortechnologie, met – indien succesvol – een verbeterd bodemsensorsysteem voor PL 2.0 en een wetenschappelijke publicatie.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="507 1585 635 1668">3</td> <td data-bbox="635 1585 1390 1668">Jaarlijkse rapportages over de ontwikkellijnen <i>variable rate technology</i>, met – indien succesvol – oplevering van gevalideerde prototypes.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="507 1668 635 1780">3</td> <td data-bbox="635 1668 1390 1780">Jaarlijkse rapportages over de R&D aan integratie van sensoren, modellen, kengetallen en data-bases te gebruiken in adviesdiensten voor management van gras, maïs en akkerbouwgewassen.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="507 1780 635 1841">4</td> <td data-bbox="635 1780 1390 1841">Rapportages over de R&D aan perceelkarakteristieken opbrengstpotentie.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="507 1841 635 1901">5</td> <td data-bbox="635 1841 1390 1901">Rapportages over de R&D aan strategische perceelplanning, en - indien succesvol – oplevering van een gevalideerd prototype.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="507 1901 635 1962">3/4/5</td> <td data-bbox="635 1901 1390 1962">Diverse Apps voor toepassing precisielandbouw in akkerbouw en graslandbeheer, mede afgestemd op resultaten uit thema 1.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="507 1962 635 1998">6</td> <td data-bbox="635 1962 1390 1998">Samenwerking tussen een groot aantal hoofdrolspelers op het gebied van precisielandbouw.</td> </tr> </tbody> </table>	Thema	Producten	1	Jaarlijkse rapportage over 3 ontwikkellijnen waarin satellietbeelden gebruikt worden bij biomassamonitoring en opbrengstvoorspelling in precisielandbouw, met – indien succesvol – 3 nieuwe diensten voor PL 2.0.	2	Jaarlijkse rapportages over de ontwikkellijn <i>vision technology</i> voor detectie ziekten in aardappelgewassen, met – indien succesvol – een nieuw sensorsysteem voor PL 2.0.	2	Rapportage over de ontwikkellijn bodemsensortechnologie, met – indien succesvol – een verbeterd bodemsensorsysteem voor PL 2.0 en een wetenschappelijke publicatie.	3	Jaarlijkse rapportages over de ontwikkellijnen <i>variable rate technology</i> , met – indien succesvol – oplevering van gevalideerde prototypes.	3	Jaarlijkse rapportages over de R&D aan integratie van sensoren, modellen, kengetallen en data-bases te gebruiken in adviesdiensten voor management van gras, maïs en akkerbouwgewassen.	4	Rapportages over de R&D aan perceelkarakteristieken opbrengstpotentie.	5	Rapportages over de R&D aan strategische perceelplanning, en - indien succesvol – oplevering van een gevalideerd prototype.	3/4/5	Diverse Apps voor toepassing precisielandbouw in akkerbouw en graslandbeheer, mede afgestemd op resultaten uit thema 1.	6	Samenwerking tussen een groot aantal hoofdrolspelers op het gebied van precisielandbouw.
Thema	Producten																				
1	Jaarlijkse rapportage over 3 ontwikkellijnen waarin satellietbeelden gebruikt worden bij biomassamonitoring en opbrengstvoorspelling in precisielandbouw, met – indien succesvol – 3 nieuwe diensten voor PL 2.0.																				
2	Jaarlijkse rapportages over de ontwikkellijn <i>vision technology</i> voor detectie ziekten in aardappelgewassen, met – indien succesvol – een nieuw sensorsysteem voor PL 2.0.																				
2	Rapportage over de ontwikkellijn bodemsensortechnologie, met – indien succesvol – een verbeterd bodemsensorsysteem voor PL 2.0 en een wetenschappelijke publicatie.																				
3	Jaarlijkse rapportages over de ontwikkellijnen <i>variable rate technology</i> , met – indien succesvol – oplevering van gevalideerde prototypes.																				
3	Jaarlijkse rapportages over de R&D aan integratie van sensoren, modellen, kengetallen en data-bases te gebruiken in adviesdiensten voor management van gras, maïs en akkerbouwgewassen.																				
4	Rapportages over de R&D aan perceelkarakteristieken opbrengstpotentie.																				
5	Rapportages over de R&D aan strategische perceelplanning, en - indien succesvol – oplevering van een gevalideerd prototype.																				
3/4/5	Diverse Apps voor toepassing precisielandbouw in akkerbouw en graslandbeheer, mede afgestemd op resultaten uit thema 1.																				
6	Samenwerking tussen een groot aantal hoofdrolspelers op het gebied van precisielandbouw.																				

	6	Publicaties op precisielandbouwwebsites en presentaties op beurzen.
	6	Kennissuitwisseling met HAO/coördinatoren van CoE en CIV.
	6	Jaarlijkse rapportages aan TKI A&F en symposia.
Behaalde resultaten	<p>PPS PL2.0 startte in 2015 als breed publiek-privaat samenwerkingsverband met 11 R&D deelprojecten op 5 precisielandbouw thema's. Tevens was er een 12^e deelproject gericht op verspreiding van kennis en ervaringen naar onderwijs, praktijk en stakeholders. De beoogde resultaten zijn behaald, zie hiervoor ook het PPS PL2.0 eindverslag (bijgevoegd als PDF) en conclusie van de PPS PL2.0 stuurgroepvergadering 28 nov. 2018. De oogst van PPS PL2.0 is groot. Bepaalde deelprojecten leverden resultaten die direct doorstromden naar de praktijk (zie bijv. deelprojecten 1b, 1c en 3a en 3d). Andere deelprojecten leverden nieuwe kennis en inzichten waarmee detectie van ziekten (2b), het schatten van opbrengstpotentie (deelprojecten 3c en 4) beter gedaan kan worden of inzichten waarmee innovatieve spuittechniek ontwikkeld kan worden (deelproject 3b) of strategische perceelinformatie geleverd kan worden (1b en 5). Meer details over de resultaten per deelproject staan in de hoofdstukken 2 tot en met 6.</p> <p>Het grote succes van PPS PL2.0 ligt vooral bij ruime aandacht voor integratie van componenten van precisielandbouwtoepassingen en de doorstroming daarvan naar de praktijk en onderwijs. Geconcludeerd mag worden dat PL2.0 een flinke bijdrage leverde aan gewasmonitoringtoepassingen en diverse variabel-doseertoepassingen (<i>variable rate applications</i>, VRA). Meerdere bedrijven passen de toepassingen nu op praktijkschaal toe en besparen zo'n 20 -30 % op gewasbeschermingsmiddelen met behoud van goede werking en op een resolutie van 30-50 m². Ook zijn er mooie resultaten met optimalisatie van plantdichtheid en vermindering van meststoffengebruik. Doorstroming van PL-kennis naar het groene onderwijs werd versterkt door een WURKS traject (zie ook lijst kennisverspreidingsactiviteiten).</p>	
Geef een toelichting op eventuele wijzigingen t.o.v. het projectplan.	N.v.t.	

Wat heeft het project opgeleverd voor					
Betrokken kennis instellingen (wetenschappelijk, nieuwe technologie, samenwerking)	<p>Betrokken kennisinstellingen zijn Wageningen Research en de Groene HBO's.</p> <p>PPS PL2.0 werkte aan onderzoeksvragen per precisielandbouw-thema. Deze vragen en de gevonden antwoorden (in bold) staan in de tabel hieronder. Details per antwoord staan in het eindverslag van PPS PL2.0 (zie bijlage).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Thema</th> <th>Kennisvraag</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Op welke wijze kunnen optische en radar satellietbeelden slimmer gebruikt worden, al of niet in combinatie met <i>nearby</i> sensoren, om gewasmonitoring, opbrengstvoorspelling en sturing van plaats-specifieke teeltmaatregelen te verbeteren? Zie hoofdstuk 2. Bewolking is nog steeds een rem op gebruik optische sensorbeelden van satellieten. De onderzoeken laten zien dat door slimme combinaties met drone beelden of radarbeelden de leverzekerheid en kwaliteit van kaarten vergroot kan worden en dat</td> </tr> </tbody> </table>	Thema	Kennisvraag	1	Op welke wijze kunnen optische en radar satellietbeelden slimmer gebruikt worden, al of niet in combinatie met <i>nearby</i> sensoren, om gewasmonitoring, opbrengstvoorspelling en sturing van plaats-specifieke teeltmaatregelen te verbeteren? Zie hoofdstuk 2. Bewolking is nog steeds een rem op gebruik optische sensorbeelden van satellieten. De onderzoeken laten zien dat door slimme combinaties met drone beelden of radarbeelden de leverzekerheid en kwaliteit van kaarten vergroot kan worden en dat
Thema	Kennisvraag				
1	Op welke wijze kunnen optische en radar satellietbeelden slimmer gebruikt worden, al of niet in combinatie met <i>nearby</i> sensoren, om gewasmonitoring, opbrengstvoorspelling en sturing van plaats-specifieke teeltmaatregelen te verbeteren? Zie hoofdstuk 2. Bewolking is nog steeds een rem op gebruik optische sensorbeelden van satellieten. De onderzoeken laten zien dat door slimme combinaties met drone beelden of radarbeelden de leverzekerheid en kwaliteit van kaarten vergroot kan worden en dat				

		de resultaten bruikbaar zijn bij opbrengstschattingen op regionaal niveau.
	2	Welke <i>vision technology</i> is nodig om met camera's en andere sensoren zieke planten in gewassen te kunnen detecteren? De focus ligt op ziekten in aardappelen? Zie hoofdstuk 3. Het deelproject leverde een prototype voor veldonderzoek. In het prototype zijn meerdere sensorsystemen samengebracht, en kon in combinatie met artificial intelligence algoritmen zieke aardappelplanten met vrij hoge nauwkeurigheid gedetecteerd worden.
	3	Welke componenten zijn nodig, beschikbaar of behoeven onderzoek, om te komen tot <i>variable rate technology</i> voor bodempesticiden, contactmiddelen en voedingsstoffen? En hoe goed presteren prototypes van deze technologie? Hoe kan weerinformatie beter gebruikt worden bij de aansturing van toedieningstechnologie? Welke sensoren, modellen, kengetallen en data-bases zijn beschikbaar of moeten ontwikkeld worden om te komen tot een online advies voor bemesting en andere teeltmaatregelen in grasland, maïs en enkele akkerbouwgewassen? Zie deelprojecten in hoofdstuk 4. Voor succesvolle VRA applicaties zijn 1 of meerdere kaarten nodig die variatie in bodem of gewas digitaal te gebruiken maakt, beslisregels voor vertaling van data in actie, en machines die die actie plaats specifieke en variabel kunnen uitvoeren.
	4	Met welke perceelkarakteristieken kan de opbrengstpotentie van een perceel/gewas het beste in kaart gebracht worden? En hoe kunnen die karakteristieken het best bepaald worden en in beeld worden gebracht? Welke analyse tools zijn hiervoor nodig? Zie hoofdstuk 5. Een concept voor schatten van opbrengstpotentie op basis van een brede data set is opgeleverd. Tevens is inzicht in zonering binnen percelen vergroot. Belangrijke factoren zijn hoogte, organische stof-% en klei-% in het perceel.
	5	Kunnen de verwachte EU CAP-regels vertaalde worden in software waarmee telers strategische perceelplanning kunnen doen? En hoe is dit door te vertalen naar praktische adviezen? Zie o.a. hoofdstuk 6. Met de tools die in dit hoofdstuk beschreven worden kunnen strategische doelen en CAP-regels beter ingepland worden.
		<p>PL2.0 heeft de kennisinstellingen wetenschappelijke en praktische inzichten geleverd op gebied van:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) gewasmonitoringtoepassingen en (2) variabel-doseertoepassingen (variable rate applications, VRA). <p>De VRA-toepassingen zien we nu op de agenda in het in 2018 gestarte precisielandbouw-adoptie project Nationale Proeftuin Precisielandbouw (NPPL).</p> <p>Doorstroming van kennis naar het groene onderwijs werd versterkt door een WURKS traject.</p>
Betrokken bedrijven (toepassing van resultaten in de praktijk, en op welke termijn?)		Meer dan 20 bedrijven waren direct betrokken bij de R&D in PPS PL2.0. De service-bedrijven binnen de PPS kregen betere inzichten in gebruik van satellietbeelden, nearby sensing en de integratie van sensordata met beslisregels in hun producten/diensten. Zij hebben hun diensten verbeterd met de nieuwe kennis en inzichten. De agrarische bedrijven binnen de PPS die prototypes van PL-toepassingen testten op hun bedrijven, behaalden 20 -30 % reductie op inzet van gewasbeschermingsmiddelen en N-meststoffen met behoud van

	<p>goede werking. Resolutie van precisie was 30-50 m2 binnen een perceel. Ook zijn er op deze bedrijven mooie resultaten met optimalisatie van plantdichtheid en vermindering van meststoffengebruik.</p> <p>De VRA-toepassingen zien we nu op de agenda in het in 2018 gestarte precisielandbouw-adoptie project Nationale Proeftuin Precisielandbouw (NPPL). Zie www.proeftuinprecisielandbouw.nl.</p>
Maatschappij (sociaal, milieu, economie)	<p>Precisielandbouw is geen doel op zich, maar een manier om de duurzaamheid van landbouw te vergroten. Met PL2.0 toepassingen kan meer met minder en beter geproduceerd worden. Dat zagen we terugkomen op de testbedrijven in PL2.0. Er waren besparingen in input van 20-30% met behoud van opbrengst. En minder input aan gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen is minder emissie en minder blootstelling. Tot slot, de nieuwe kennis leidde tot verbeterde diensten en producten, wat nieuwe bedrijfskansen biedt.</p>
Evt. andere stakeholders (spin offs)	<p>Bioscope heeft zich ontwikkeld tot een start-up bedrijf.</p> <p>Interessant te noemen is dat Kverneland en Kubota een Innovation Center geopend op de Wageningen Campus. Dit center omvat 8 fte.</p>

Follow-up	
Is er sprake van een of meer octrooi-aanvragen (first filings) vanuit deze PPS?	Nee
Komen er vervolg projecten? Zo ja, geef een toelichting (bv. contractonderzoek dat voortkomt uit dit project, aanvullende subsidies die zijn verkregen, nieuwe PPS)	<p>Ja. Vanuit PL2.0 is de Nationale Proeftuin Precisielandbouw (NPPL) in 2018 gestart.</p> <p>En de PPS PL4.0 is in 2019 gestart met als hoofddoel de datapositie van de boer te verbeteren.</p>

BIJLAGE Als PDF

Kempenaar, C., van Dijk, C.J. et al., 2019. Op naar precisielandbouw 2.0. Einverslag van PPS PL2.0. Rapport Wageningen Plant Research WPR-921 pp 140.

KENNISVERSPREIDING

<p>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)</p> <p><u>Wetenschappelijke artikelen:</u></p> <p>2018</p> <p>Been, Th., Kempenaar, C., van Evert, F.K., Booij, J.A., Hoving, I., Michielsen, J.M., Kessel, GJ, Philipsen, B, Janssen, H, 2018. Akkerweb, a new platform for use of spatial and temporal data in precision farming. Abstract in Proceedings AgEng conference, 8 – 11 July 2018. Wageningen. https://www.eurageng.eu/events/ageng2018</p> <p>Booij, J.A., Evert, F.K., Geel, Willem, C.A. van, Kroonen-Backbier, B.M.A. & Kempenaar, C., 2018. Towards a more sustainable way of nitrogen management in potatoes. Abstract in Proceedings AgEng conference, 8 – 11 July 2018. Wageningen. https://www.eurageng.eu/events/ageng2018</p>

van Evert, F.K., T. Been, J.A., Booiij, C. Kempenaar, J.G. Kessel, P.L. Molendijk, 2018. Akkerweb: A Platform for Precision Farming Data, Science, and Practice. Proceedings of the 14th International Conference on Precision Agriculture, June 24 –June 2, 2018, Montreal, Quebec, Canada,. 9 pp.

van Evert, F.K., Baron FJ, Been Th., Berghuijs H., Brdar S., Hoving I, Kessel G., Mimic G, van Randen Y, Riemens M., Kempenaar C., 2018. Combining data and models for decisions in precision agriculture. Abstractbook BioSB 2018. 4th Dutch Bioinformatics & Systems Biology Conference. Congrescentrum De Werelt,, Lunteren, 15-16 May 2018.

Kempenaar, C., Been, Th., Booiij, J.A., van Evert, F.K., Michielsen, J.M. & Kocks, C.G. (2018). Advances in Variable Rate Technology Application in Potato in The Netherlands. Potato Research 60 3-4: pp 295-305 <https://doi.org/10.1007/s11540-018-9357-4>.

Keizer P, Schnable S & Riemens, M. Last frontier of Agricultural Big Data in Rotation? Scientific Symposium FAIR Data Sciences for Green Life Sciences. 12 December 2018, Wageningen, the Netherlands. Conference Proceedings. DOI: <https://doi.org/10.18174/FAIRdata2018.16289>.

2017

Booiij JA, van Evert FK, van Geel WCA, Kroonen-Backbier BMA, Kempenaar C., 2017. Roll-out of online application for N sidedress recommendations in potato. Abstract in proceedings of 2017 EFITA Congress, Montpellier, France, 02.07-06.07.2017, http://www.efita2017.org/wp-content/uploads/2017/09/EFITA_WCCA_2017_proceedings.pdf.

van Evert FK, Fountas S, Jakovetic, D, Crnojevic V, Travlos I, Kempenaar C, 2017. Big data for weed control and crop protection. Weed Research 57-4 (2017): 218-233.

van Evert FK, Gaitán-Cremaschi D, Fountas S, Kempenaar C, 2017. Can Precision Agriculture Increase the Profitability and Sustainability of the Production of Potatoes and Olives? Sustainability 9 (2017): 1863, 24 pp. doi:10.3390/su9101863.

Kempenaar C, Been Th, van Evert FK, Kocks CG, 2017. Advances in variable rate technology application in potato in The Netherlands. Key note and Abstract of 2017 EAPR Congress, Versailles, France, 09.07-14.07.2017, <http://www.eapr2017.com>.

Kempenaar C, Kocks CG, Been Th., van Evert FK, Nysten S, Westerdijk K, 2016. Towards data-intensive, more sustainable farming: advances in predicting crop growth and use of variable rate technology in arable crops in the Netherlands. In: Proceedings of ICPA conference, St. Louis, USA, July 2016. Paper 185, <https://www.ispag.org/icpa>.

2015 en 2016

Van Evert, F.K., Been, TH., Berghuijs, H.N.C., A. J. Haverkort, C. Kempenaar, G J. T. Kessel, E. J. J. Meurs, L. P.G. Molendijk, A. A. Pronk, D. A. van der Schans, W. C. A. van Geel, J. A. Booiij, 2016. The Akkerweb platform: models and data to support precision farming. [http://www.agmip.org/6th-agmip-global-workshop-abstracts-session2-8/Haverkort, A.J., Kempenaar, C., 2016. Recent advances in biotechnology and information technology in the potato industry](http://www.agmip.org/6th-agmip-global-workshop-abstracts-session2-8/Haverkort,A.J.,Kempenaar,C.,2016.Recent%20advances%20in%20biotechnology%20and%20information%20technology%20in%20the%20potato%20industry). In: Proceedings Crop Protection in Northern Britain 2016, pages 183-190.

Kempenaar, C., van Evert, F.K., Been, Th., Kocks, C.G., Westerdijk, C.E., 2016. Towards data-intensive, more sustainable farming: advances in predicting crop growth and use of variable rate technology in arable crops in the Netherlands. Paper in Proceedings of ICPA conference, St. Louis, USA, 31 July 2016. <https://www.ispag.org/Proceedings>.

Kempenaar, C., Lokhorst, C., 2016. Briefing paper 3: Trends in precision agriculture in the EU. In: Schrijver, R. (editor); Precision agriculture and the future of farming in Europe. Reference: STOA IP/G/STOA/FWC-2013-1/Lot 7/SC5.

Kempenaar, C., Lokhorst, C., 2016. Trends in precision agriculture in the EU. Briefing Paper 3 in: Precision agriculture and the future of farming in Europe. STOA IP/G/STOA/FWC-2013-1/Lot 7/SC5. Editor. R. Schrijver, VetEffect, Hilversum.

Nysten, SWP, Westerdijk, C.E., Kocks, C.G., Kempenaar, C.2015. Showcase Hardenberg (NL) – Smart Farming in Grasslands. Abstract submitted to ICPA conference 2016 and grassland conference.

Roerink, GJ, Mucher CMA, Meijningen WML, Visser, J., 2017. Greenmonitor: a simple and user friendly webbased interface to monitor vegetation dynamics. In: 9th International Workshop on the Analysis of Multitemporal Remote Sensing Images (MultiTemp) conference proceedings.

Steele-Dunn, S.C., McNairn, H., Monsivais-Huertero, A., 2017. Radar Remote Sensing of Agricultural Canopies: A review. Journal of selected topics in applied earth observation and remote sensing. In press.

Externe rapporten:

2019

Kempenaar, C., van Dijk, C.J. et al., 2019. Op naar precisielandbouw 2.0. Einverslag van PPS. Rapport Wageningen Plant Research WPR-921 pp 140.

2017

Kempenaar C, Hermans G, et al., 2017. PPS Op naar Precisielandbouw 2.0. Handout projectresultaten. Wageningen Research, December 2017.

2016

Van Dijk, C.J., van der Zande, J.C., Kempenaar, C., 2016. Sensoren, doseermodellen en spuittechniek voor precisielandbouw. Wageningen Plant Research, Rapport 658.

Kempenaar, C., Lokhorst, C., Bleumer, E.J.B., Veerkamp, R.F., Been, Th., Evert, F.K. van, Boogaardt, M.J., Ge, L., Wolfert, J., Verdouw, C.N., Bekkum, Michael van, Feldbrugge, L., Verhoosel, J.P.C., Waaij, B.D., Persie, M. van, Noorbergen, H., 2016. Big data analysis for smart farming. Wageningen Plant Research, Rapport 655.

Artikelen in vakbladen:

2018

de Bruijn, H., Kempenaar, C., 2018. Precisielandbouw bevordert verduurzaming sector. Webartikel, september 2018. <http://www.agro-food.nl/innovatie/precisielandbouw-bevordert-verduurzaming-sector>.

2017

de Jaeger P & Kempenaar C, 2017. Meer melk met big data. Interview. Parool 25 februari 2017: p 53-54.

Hoving I, Booij J, Kuiper I, Holshof G, Philipsen B, 2017. Grasopbrengst meten met remote sensing techniek. V-Focus oktober 2017

Hoving I, 2017. Weidegang met Precisie. Interview voor betreffende artikel. Boerderij 20 juni 2017

Hoving I. 2017. Grasopbrengsten bepalen met satelliet en dronebeelden.

<https://www.amazinggrazing.eu/nl/amazinggrazing-4/show/Grasopbrengsten-bepalen-met-satelliet-en-dronebeelden.htm>

Hoving I. 2017. Meten van grasgroei met remote sensing techniek. Attentiemail Verantwoorde veehouderij. <https://www.verantwoordeveehouderij.nl/nl/Verantwoorde-Veehouderij-2/show-5/Meten-van-grasgroei-met-remote-sensing-techniek-.htm>

Kempenaar C, 2017. Willen jullie Meer of Minder Precisielandbouw? Column. Aardappelwereld 71-1: p. 9.

Kempenaar C, 2017. Met sensoren komt weg vrij voor precisielandbouw 2.0. Bejo Magazine 2017: p. 38-39.

Kempenaar C, 2017. Precisielandbouw moet geld opleveren. Bloembollenkoerier sept. 2017.

[https://agro.bayer.nl/nl-](https://agro.bayer.nl/nl-NL/Uit%20de%20praktijk/Publicatie/Koeriers/Bloembollen%20Koerier%20september%202017/Precisielandbouw%20moet%20geld%20opleveren.aspx)

[NL/Uit%20de%20praktijk/Publicatie/Koeriers/Bloembollen%20Koerier%20september%202017/Precisielandbouw%20moet%20geld%20opleveren.aspx](https://agro.bayer.nl/nl-NL/Uit%20de%20praktijk/Publicatie/Koeriers/Bloembollen%20Koerier%20september%202017/Precisielandbouw%20moet%20geld%20opleveren.aspx).

Kempenaar C, 2017. Conquering challenges through smart farming. Web article, 31 januari 2017.

<https://www.wur.nl/en/newsarticle/Conquering-challenges-through-Smart-Farming.htm>.

de Laat H, Kempenaar C, 2017. Precisielandbouw: van boer naar ICT-er. Interview met co-auteur.

Technisch Weekblad 27 april 2017 TW 16/17: 6-7.

<https://www.technischweekblad.nl/achtergrond/precisielandbouw-van-boer-naar-ict-er/item10270>.

van Anker CW, Kempenaar C, 2017. Op weg naar Smart Farming. Gelders Living Lab. Web-artikel POP3 project. <https://netwerkplatteland.nl/op-weg-naar-smart-farming>.

- Smalle A., Kempenaar C. et al. 2017. Fritesindustrie groeit maar door. Interview met co-auteurs. Boerderij 102-30 p. 56-59.
- Tholhuijsen L, Kempenaar C, et al. 2017. Smart farming zal lonen. Hoe lang nog is de vraag? Interview met co-auteurs. Boerderij 102-31: A5-A7.
- Tholhuijsen L, Kempenaar C, 2017. Gezocht: Zes boeren die hun bedrijf toekomstbestendig willen maken met precisielandbouw. Boerderij 12 december: 2017.
<http://www.boerderij.nl/Home/Achtergrond/2017/12/Gezocht-6-telers-voor-precisielandbouw-223592E/>.
- Verbeek J, Zeemeijer I, Kempenaar C., 2016. De zelfrijdende tractor is er al, maar de echte hightechrevolutie op het land moet nog beginnen. Interview. Financieel Dagblad 28 december 2016: p. 8.
- 2015 en 2016**
- Kamp, J.A.L.M., 2016. Ziekzoeker in aardappelen. Nieuwsbrief Onderzoek en Innovatie, BO-Akkerbouw. 24 jan. 2016.
- De Snoo, A., Kempenaar, C., 2015. Nog veel winst in de combinatie GPS en bodemdata. Bloembollenvisie 25: 20-21.

Inleidingen/posters tijdens workshops, congressen en symposia:

AgriFood Tech beurs 2017 en 2018

Woensdag 14 december 2017 vond het AgriFoodTech Platform Congres plaats in de Brabanthallen in Den Bosch. Gelijk met het congres was er ook een AgriFoodTech Vakbeurs, met demonstraties, de nieuwste innovaties vanuit PL2.0, een drone area, etc.

Eindsymposium PL2.0 op 12 december 2018 tijdens de AgriFoodTech Vakbeurs in de Brabanthallen in Den Bosch.

Presentaties

2018

- Eindsymposium PL2.0. <https://agrifoodtech.nl/programma/programma-dag-1/#track4>
- Kempenaar, C., 2018. Natuur inclusieve (precisie)landbouw. Nature meets High Tech. Presentatie tijdens studiedag Natuur ontmoet High Tech, georganiseerd door Bayer, Abbenes, 16 januari 2018. 40 toehoorders.
- Kempenaar, C., 2018. Precisielandbouw en kansen voor drones/ dronewerkers. Presentatie tijdens workshop Dronewerkers, Emmeloord, 26 januari 2018. 50 toehoorders.
- Kempenaar, C. & Been, Th., 2018. Akkerweb: Geo platform for advisory services and research. Presentatie tijdens cursus Sprayer academie, georganiseerd door Bayer, Abbenes, 16 maart 2018. 15 toehoorders.
- Kempenaar, C., 2018. Advances in precision arable farming: R&D and adoption. Presentatie tijdens Capigi conference in Amersfoort, 10 april 2018. Ca. 80 toehoorders.
- Kempenaar, C., 2018. Precisielandbouw-toepassingen in de aardappelteelt. Presentatie tijdens NAO aardappelcursus, Reusel, 5 juni 2018. 40 toehoorders.
- Kempenaar, C., 2018. Adoption of precision agriculture applications on Dutch farms. Presentatie tijdens GFIA congres, ProAgrica, Utrecht, 20 juni 2018. 80 toehoorders.
- Kempenaar C., Been, Th., et al., 2018. Akkerweb: a platform for use of spatial and temporal data in precision farming. Presentatie tijdens AgEng conference, session 26, 10 juli 2018, Wageningen. Ca. 40 toehoorders.
- Kempenaar C., van Boheemen, K., 2018. Field 4.0: Precision agriculture on Dutch farms. Presentatie tijdens EUFresh Conference in Naaldwijk, 29 november 2018.
- Kempenaar, C., 2018. Nationale proeftuin precisielandbouw (NPPL). Presentatie tijdens Precisielandbouw symposium op AgriFoodTech beurs, Den Bosch, 12 december 2018. 80 toehoorders.
- Kempenaar, C., 2018. Nationale proeftuin precisielandbouw (NPPL). Presentatie tijdens studiedag Grond om te Boeren, Boerderij, ProAgrica, Arnhem, 13 december 2018. 120 toehoorders.

Kempenaar, C., 2018. R&D and adoption of precision farming on Dutch farms. Gastles HAS Den Bosch 3^e jaars-studenten minor precisielandbouw, september 2018. Deelnemers 30 studenten en Peter van Oene (docent).

2017

- Booij JA, van Evert FK, 2017. Stikstof-bijbemesting in aardappelen op basis van reflectiemetingen. 12 januari 2017, Triferto bijeenkomst.
- Booij JA, van Evert FK, 2017. Roll-out of online application for N sidedress recommendations in potato. 3 juli 2017. Montpellier (EFITA conference).
- van Evert FK, 2017. Stikstof-bijbemesting in aardappelen op basis van reflectiemetingen: Booij. 2 februari 2017, CBAV dag, Nijkerk.
- van Egmond, F, Heuvelink G, Baltissen T, van der Sluis B, 2017. Presentatie voortgang deelproject 4a. Presentatie deelproject 4a, 7 februari 2017, Oene.
- van Egmond, F, 2017. Zonering en bodemscandata. Presentatie deelproject 4a, 20 juni 2017, Baarlo.
- Hoving IE, Philipsen B, 2017. Blij met sensoren in de wei. Presentatie Dairy Campus op 2 mei 2017, Leeuwarden.
- Hoving IE, Philipsen B, 2017. Presentatie tijdens gras en maïs manifestatie. september 2017, Vredepeel.
- Hoving IE, Philipsen, B., 2017. Meten en voorspellen van grasgroei. Presentatie AJK Achterhoek op 26 oktober 2017, Azewijn.
- Kamp, J, 2017. Voortgangsrapportage deelproject 2b ziekzoeker tijdens velddag, 5 juli 2017. NAK, Emmeloord.
- Kempenaar C, 2017. Ontwikkelingen precisielandbouw. Crop Solutions studiedag. Presentatie. 19 september 2017, Garderen.
- Kempenaar C, 2017. Towards smart potato production: an overview of advances in Precision Agriculture/Variable Rate Technology. Presentatie EAPR conference. 11 July 2017, Versailles,Fr.
- Kempenaar C, 2017. The future of farming – Precision farming. Presentatie EUPPA conference. 24 mei 2017, Brussel, België.
- Kempenaar C, 2017. Modern technology reshaping agriculture: Robotics & Internet of Things. Presentatie. Global Future Farming Summit. 12 December 2017, Wageningen.
- Kempenaar C, 2017. Met Precisielandbouw naar Landbouw met Meer Precisie (PL2.0 en meer). Presentatie. HT2FtW cross dag TKI HTSM en A&F dag. 15 juni 2017, Zoetermeer.
- Kempenaar C, 2017. Op naar Precisielandbouw 2.0 en verder. Presentatie. Veldleeuwerik dag. 15 juni 2017, Zeewolde.
- Kempenaar C & Hermans G, 2017. Mid-term review PPS Op naar Precisielandbouw 2.0 en verder. Presentatie. TKI A&F. 12 juni 2017, Wageningen.
- Kempenaar C, 2017. AF-14275. Op naar Precisielandbouw 2.0. Presentatie. AgriFood top 7 juni 2017, Wageningen.
- Kempenaar C, 2017. Precisielandbouw. Hoe Precies. Presentatie tijdens minor Smart Farming Technologie, Aeres Hogeschool. 17 oktober 2017, Dronten.
- Kempenaar C & Hermans G, 2018. Progress meeting PPS Op naar Precisielandbouw 2.0. PC meeting. Presentatie. TKI A&F. 24 januari 2018, Wageningen. Met bijdragen Tamme van der Wal en Corné van de Sande over voortgang deelprojecten 1b en 1a, resp.
- Riemens MM & Berghuijs H, 2017. Presentatie deelprojectresultaten 4a van PL2.0. mei 2017. Valthermond.

2015 en 2016

- Baltissen, T., 2016. Sensing, data, toepassingen. Presentatie tijdens Symposium 'Drones in de boomkwekerij', 20 oktober 2016.
- Hoving, I.E., 2016. Gebruik sensoren en modellen voor grasgroei voorspelling. LTO-Noord Brainstorm sensorgebruik in de melkveehouderij, 7 juli 2016.
- Hoving, I.E., 2016. Van veehouder naar datamanager. Rabobank Gorinchem, 27 september 2016.
- Kempenaar, C Hoving, I.E., 2016. Grasgroei voorspelling en opbrengstmeting. Reusel, 9 november 2016.
- Kamp, J.A.L.M., 2016. Smart Ziekzoeker 2015 Presentatie tijdens Aardappelpootgoeddag, 18 februari 2016.

Kempenaar, C., Kocks, C.G., 2016 Mainstreaming precision farming. The missing link between data and implements. Rotterdam, 24 mei 2016.

Kempenaar, C., Kocks, C.G., 2016 Zijn we klaar voor precisielandbouw 2.0?
Presentatie tijdens WPC workshop. Abbenes, 18 mei 2016.

Kempenaar, C., Kocks, C.G., Aan de slag met precisielandbouw. Presentatie tijdens Tour de Farm open dag van Farm Frites. Kruisland, 21 juni 2016.

Kempenaar, C., Kocks, C.G., 2016 Duurzaam telen: moet en kan het steeds beter met precisielandbouw? Presentatie tijdens Week van de Akkerbouw. Biddinghuizen, 23 juni 2016.

Kempenaar, C., 2016. Precisielandbouw en -bemesting: Ervaringen vanuit akkerbouw en meer. Reusel, 9 november 2016.

Kempenaar, C., 2016. Meer met minder door data-intensieve high-tech (precisie)landbouw. Masterclass Smart Farming, Nyenrode en Boerderij. Breukelen, 28 november 2016.

TV/ Radio / Social Media / Krant:

Websites en internet-publicaties

www.precisielandbouw-openteelten.nl/pl-2-0

www.proeftuinprecisielandbouw.nl

www.precisielandbouw.eu/pl-2-0

www.akkerweb.nl

www.grondig.com/artikel/gewoon-beginnen

<http://resource.wur.nl/nl/show/Glyfosaat-niet-schadelijk-voor-gezondheid-.htm>

www.nvww.nl/document/precisielandbouw-en-bemesting-ervaringen-vanuit-akkerbouw-en-meer

www.ngm1780.nl/events/precisielandbouw/

www.weekvandeakkerbouw.nl/public/seminar/3.-corne-kempenaar_wageningenur_menu-van-de-toekomst-wvda-2016.pdf

www.nieuweoogst.nu/nieuws/2016/02/03/precisielandbouw-vraagt-gemak-tomtom

<https://fd.nl/economie-politiek/1180717/de-zelfrijdende-tractor-is-er-al-maar-de-echte-hightechrevolutie-op-het-land-moet-nog-beginnen>

www.deboomkwekerij.nl/nieuws/4253-discussie-over-precisielandbouw

www.bo-akkerbouw.nl/wp-content/uploads/2016/06/Nieuwsbrief_Onderzoek_en_Innovatie_01.pdf

<https://twitter.com/jalmkamp/status/743329328994254849>

Overig (Technieken, apparaten, methodes etc.):

N.v.t.