



CIMAT

Eindrapport

01/11/2019 – 30/10/2022

Samenvatting van de realisaties van

werkpakket 4:

“Doorontwikkelen en valideren van een
semi-autonoom rijdend dragende
elektrisch aangedreven eenheid”

WP4: Doorontwikkelen en valideren van een semi-autonoom rijdend dragende elektrisch aangedreven eenheid.

Testen en doorontwikkelen initieel platform (versie 1)

(voortgangsrapporten 1 en 2)

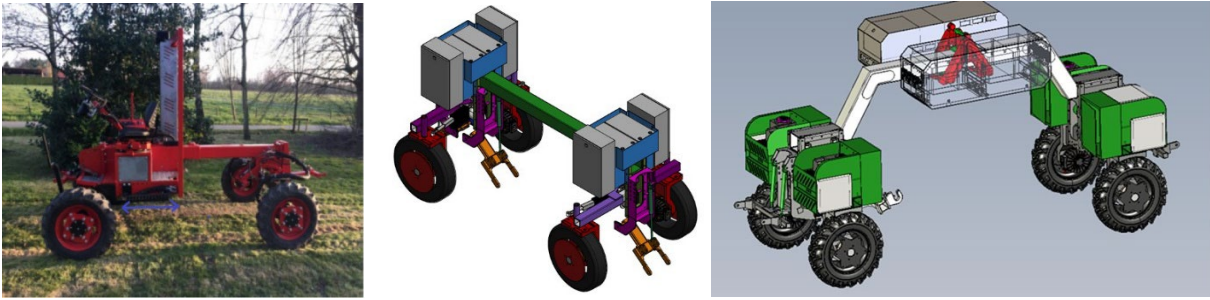
Bij de aanvang van het project is gewerkt met het eerste ontwerp en prototype van de autonome eenheid het Octinion robot platform "Titanion". Hiervoor werd op ILVO een hef systeem ontwikkeld, in samenwerking met WP5, met een standaard hef om werktuigen te kunnen bevestigen. Na verdere testen van het platform op het veld bleek het tractie en sturingskoppel echter onvoldoende te zijn. Ook werd bevonden dat door het gebrek van een pendel de vier wielen sub optimaal de tractie overbracht. Het platform is teruggegaan naar Octinion waarbij enkele software aanpassingen zijn doorgevoerd. Echter slaagde dit platform er niet in preliminaire veldtesten te doorstaan. Ook werd vastgesteld dat de batterijcapaciteit diende te worden uitgebreid.



Figuur: Initieel platform (Octinion Titanion robot) in veldtesten

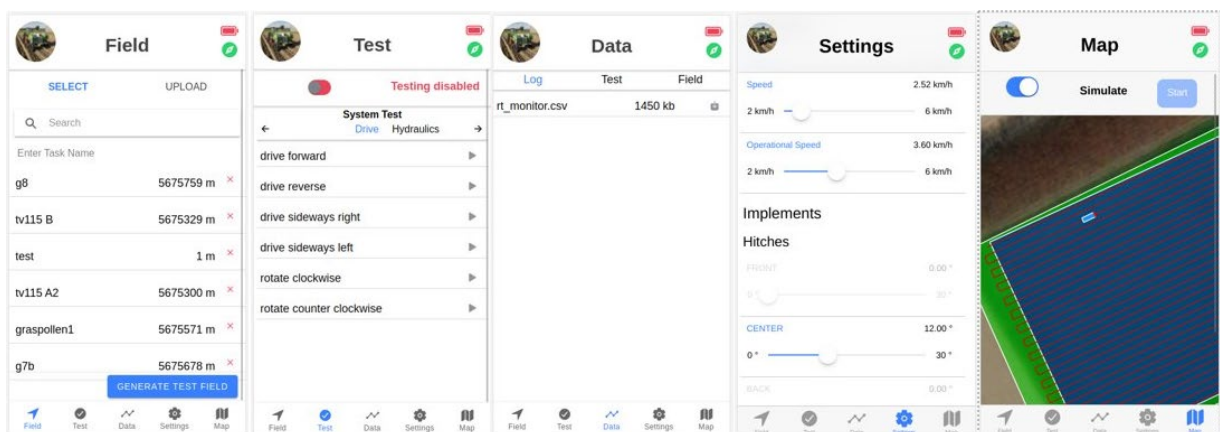
In co-creatie sessie 1 (27 oktober 2020 – via MS Teams) met Octinion (Lucas Coosemans), Vanhoucke Engineering (Steven Vanhoucke), KUL (Matthias Deryck, Dries Vanoost) en ILVO (Simon Cool, Axel Willekens) is vertrekkende van deze bevindingen gebrainstormd over het concept van de CIMAT robot en de connectie met de werktuigen.

Hierbij evolueerde het CIMAT-concept naar een nieuw mechanisch ontwerp (ontwerp prototype autonome eenheid 2) met een opbouw gelijkaardig aan die van een werktuigendrager (zie afbeelding hieronder links) waarbij een pendulum in de lengte-richting is bevestigd. Het werktuig kan centraal worden bevestigd tussen de wielbasis, maar ook vooraan en achteraan zijn standaard hef inrichtingen voorzien. De dimensionering van het mechanisch ontwerp is gestoeld op veldtesten, koppelmetingen en trekkrachtberekeningen met andere platformen. Op de figuur hieronder is de evolutie van een werktuigdrager met stuurinrichting (concept) tot het finale ontwerp weergegeven.



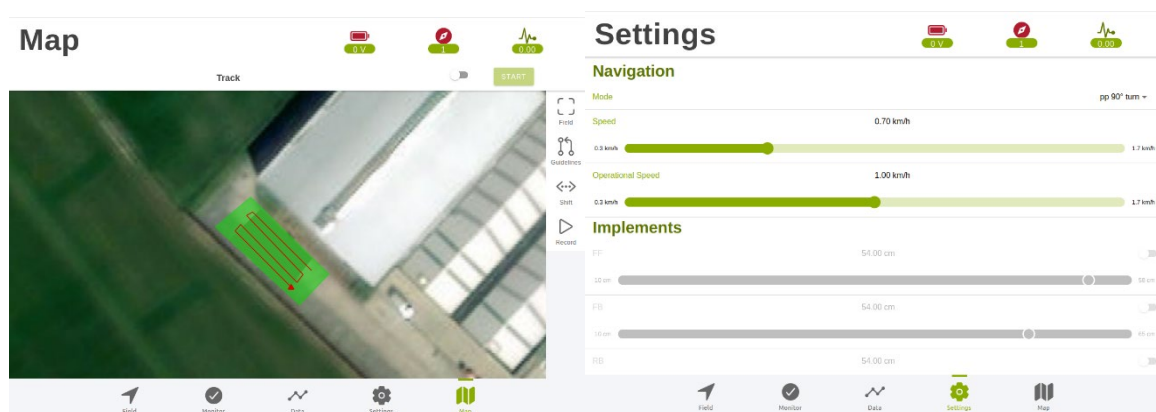
Figuur: concept: bestaande werktuigendrager (links); mechanisch ontwerp CIMAT robot v1 (midden); mechanisch ontwerp CIMAT robot v2 (rechts)

Naast het mechanisch ontwerp is gewerkt aan de modellering (dynamisch en kinematisch) en het sturingsalgoritme op basis van gps. Dit was de eerste stap in de ontwikkeling van het software framework binnen CIMAT. De software laat automatische navigatie toe op basis van gps. Via de front-end applicatie kunnen eindgebruikers taken opladen op de robot. Deze software bestaat uit verschillende onderdelen hieronder is een eerste versie van de front-end applicatie gegeven, die ontwikkeld werd op het ILVO.



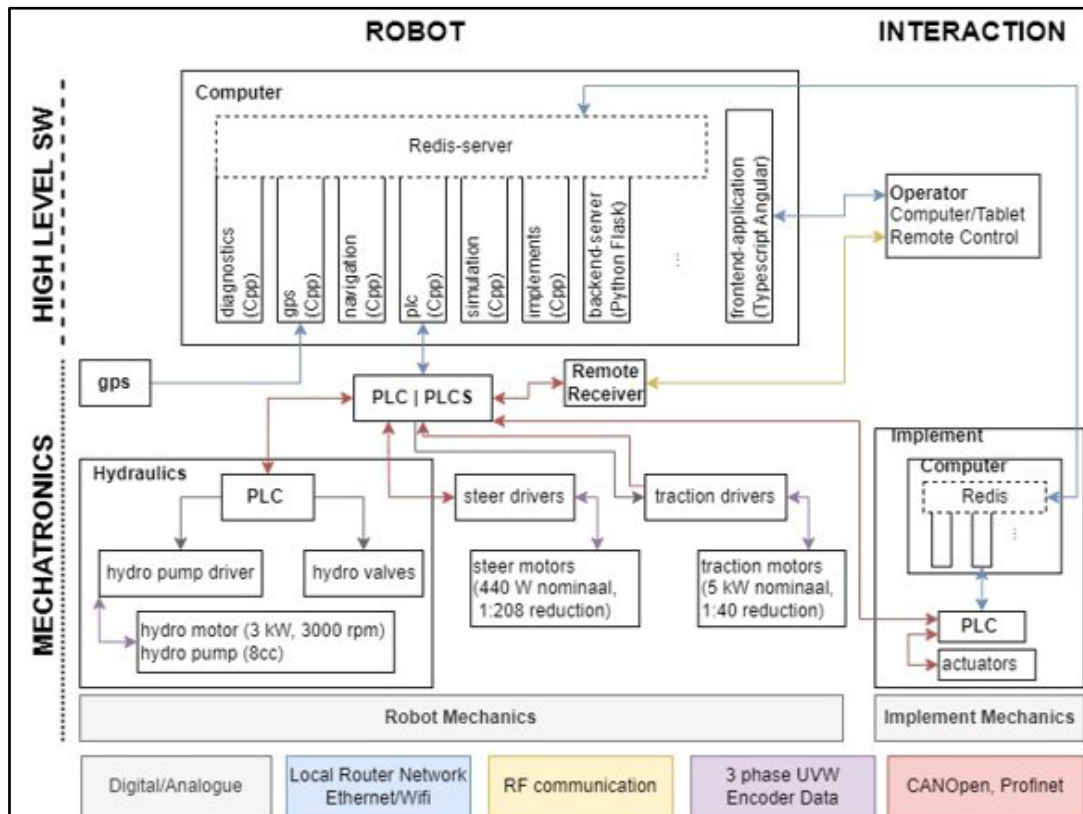
Figuur: Printscreens front-end applicatie robot framework v1

Met de input van de veldtesten wordt op ILVO verder gewerkt aan de software (zie hieronder enkele schermafbeeldingen meest recente software).



Figuur: Printscreens front-end applicatie robot framework v2

De totale architectuur wordt vormgegeven (zie *schema hieronder*). Dit betreft de interactie van de verschillende mechatronische onderdelen van de robot en zijn implementen.



Figuur: Schematische voorstelling interactie robot sub-systemen

Erste iteratie nieuw platform (versie 2)

(voortgangsrapporten 3 en 4)

Het frame werd in samenwerking met het consortium vormgegeven door een machine constructeur Lambers LMB. Deze samenwerking leidde tot het tweede ontwerp en prototype van de autonome eenheid.



Figuur: Mechanische assemblage CIMAT robot v1

Deze 2^{de} versie reed op 23 juni 2021 voor de eerste keer rond (zie foto rechts hierboven).

Parallel aan de constructie werd gewerkt aan de uitbouw van het mechatronische en software ontwerp. Ook het veiligheidsconcept kreeg speciale aandacht. In de context van het TETRA

SAFETY ASSURANCE 4.0 project werd co-creatie sessie 2 (10 juni 2021 – via MS Teams) georganiseerd waarbij het veiligheidsconcept van de CIMAT robot voorgesteld en feedback hierop, van industriële stakeholders, werd gecapteerd.

In co-creatie sessie 3 (4 april 2022 - ILVO) en co-creatie sessie 4 (28 juni 2022 - Herent) werd in co-creatie met de witloof boeren de opportuniteiten en valkuilen van de CIMAT robot binnen de witloofteelt besproken.



Figuur: Co-creatie sessie 3 (4 april 2022 - ILVO) met witloof telers

Het platform werd uitvoerig getest in veldopstandigheden. De bevindingen over het ontwerp van het eerste prototype, opgedaan tijdens deze veldtesten, zijn samengebracht in het rapport "Rapport-autonome-eenheid-en-gereedschappen".

Tweede iteratie nieuw platform (versie 3)

(voortgangsrapportage 5)

Op basis van veldtesten en in co-creatie met de stakeholders is beslist de volgende aanpassingen te doen:

- De ophoging van de centrale midden koker en het verzwaren van de middenhef naar CAT II om een grotere variëteit aan werktuigen te kunnen koppelen.
- De integratie van een snelheidsgergelde en efficiëntere hydraulische pompmotor, die gekoppeld kan worden met het bestaande accupakket (48V) om nauwkeuriger en energiezuinig de hydraulische heffen te kunnen bedienen.
- Het koppelen van de verschillende batterijen op een vermogen bus en het voorzien van de mogelijkheid tot capaciteitsuitbreiding wat de autonomie van het platform ten goede komt.



Figuur: Mechanische assemblage CIMAT robot v2

Deze **2^{de} versie reed op 17 mei 2022** voor de eerste keer rond (zie foto rechts hierboven).

Na de aanpassingen werd de robot reeds uitvoerig getest in verschillende veldomstandigheden en met verschillende werktuigen, in samenwerking met de partner onderzoeksinstituten en landbouwers. De robot vertoonde telkens stabiel gedrag en heeft ruim voldoende vermogen voor de beoogde crop-care toepassingen. Op basis van de feedback van elke test werd het ontwerp iteratief nog verder verbeterd op software vlak.

Op basis van verdere veldtesten werden de bevindingen over het ontwerp van het fijngestelde prototype opgedaan tijdens deze veldtesten. Eveneens terug te vinden in het rapport "Rapport-autonome-eenheid-en-gereedschappen".



Figuur: Veldtesten CIMAT robot