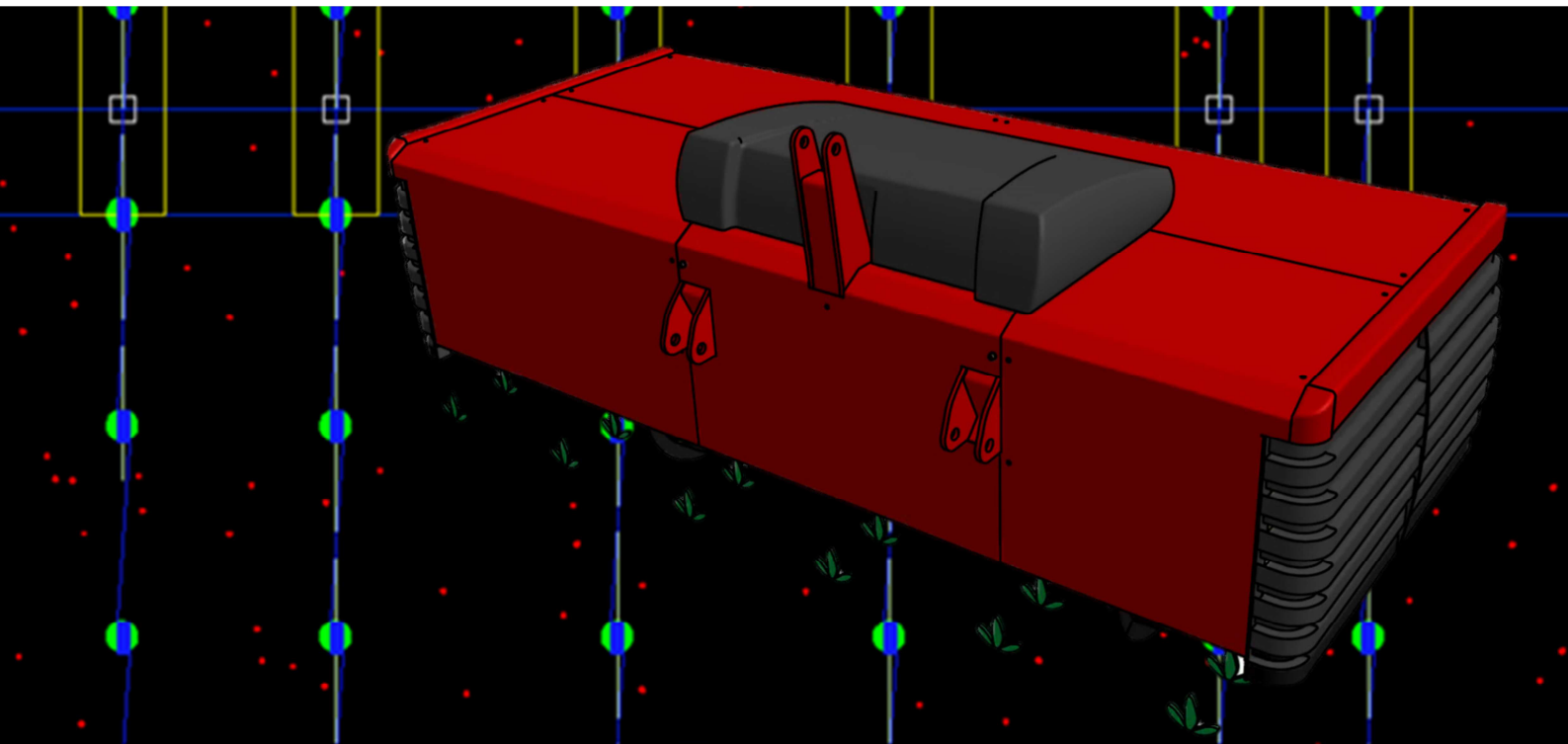




Ontwikkelen algoritmes voor het vaststellen van de variatie van opkomst in suikerbietenplanten

Ard Nieuwenhuizen & Ben Verwijs





Ontwikkelen algoritmes voor het vaststellen van de variatie van opkomst in suikerbietenplanten

Ard Nieuwenhuizen & Ben Verwijs

© 2013 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Plant Research International. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Plant Research International, Agrosysteemkunde.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.



PPL-Project: Ontwikkelen algoritmes voor het vaststellen van de variatie van kieming in suikerbietenplanten

PPL-Projectnr/kenmerk: PPL-132 / ZGLE.12.0142

Opdrachtgever: Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie

PRI-Projectnummer: 3310390407 / Suikerunie PPL

Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Agrosysteemkunde

Adres : Postbus 616, 6700 AA Wageningen
: Wageningen Campus, Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
Tel. : 0317 – 48 05 82
Fax : 0317 – 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.wageningenUR/nl/pri

Inhoudsopgave

	pagina
1. Inleiding en doelstelling	1
2. Onderzoeksopzet	3
3. Ontwikkeling machine	5
3.1 Programma van eisen	5
3.2 Hardware	5
3.2.1 Frame	5
3.2.2 Hoogtecorrectie	7
3.2.3 Lichtbronnen, camera's en rekeneenheid	8
3.2.4 Oplevering in het veld	8
3.3 Software	10
3.3.1 User Interface	10
3.3.2 Remote service	16
3.4 Data uitwisseling en visualisatie	17
Conclusies en discussie	21
Literatuur	23

1. Inleiding en doelstelling

De opkomst van zaaigewassen is, naast de weersinvloeden, afhankelijk van vele factoren. Vooral een goed zaaibed en kwalitatief goed zaad is hierbij van wezenlijk belang. Een goed zaaibed heeft een vlakke ondergrond en voldoende losse grond om het zaad af te dekken (IRS, 2013a). De zaai-bedbereiding is sterk grondsoortafhankelijk waarbij het vochtgehalte van de grond bepaalt of een grond bekwaam is of niet om bewerkt te worden. Kwalitatief goed zaad bevat voldoende kiemenergie.

Voor een goede opbrengst zijn zowel het aantal planten per oppervlakte-eenheid als de verdeling van het aantal planten over het perceel van invloed. Bij voldoende planten en een regelmatige verdeling over het veld is zowel een kwantitatieve als kwalitatieve goede opbrengst te bereiken. Andere factoren die een rol spelen bij het bepalen of een goede opbrengst bereikt kan worden zijn:

- Schade door nachtvorst. Dit komt zeer perceelsgewijs voor. Ligging van het perceel ten opzichte van de omgeving en de grondsoort zijn hierbij van grote invloed.
- Kwaliteit van de zaaimachine. Variatie tussen rijen wijst op afwijkingen in elementen en dus een signaal voor onderhoud. Variatie in de rij wijst op dubbelen en missers en is ook een reden voor het plegen van onderhoud.
- Plekgewijs optreden van ziekten en plagen. Dit kunnen bijvoorbeeld zijn bodemschimmels, vrij levende aaltjes en rhizomanie. Ook slakkenvraat aan jonge planten kunnen een rol spelen bij de opkomst en regelmaat van het gewas.
- Bemesting en gewasbescherming. Door een gerichte bemesting (precisie) en gewasbescherming kan een hoger opbrengstpotentieel bereikt worden.

Omdat niet alle individuele factoren altijd optimaal zijn, is er geen garantie voor een vlotte kieming, opkomst en het doorgroeien van zaad. Wanneer zowel de hoeveelheid planten als de verdeling over het perceel niet ideaal zijn kan de keuze tot overzaaien gemaakt worden. Dit overzaaien vergt veel energie voor een grondbewerking en brengt kosten met zich mee voor het zaaien en zaaizaad (IRS, 2013b). Daarnaast moet, in verband met een korter aantal groeidagen bij overzaai, rekening gehouden worden met een lagere opbrengst. Om in de periode na het zaaien tijdig te bepalen of het aantal planten en de regelmaat over het perceel voldoende is, worden planttellingen uitgevoerd. Op IRS-proefvelden worden teeltmethoden en rassen onderzocht. Met behulp van plantentellingen wordt de invloed van de teeltmethoden en rassen vastgesteld op het aantal planten en de regelmaat van de verdeling

Plant aantallen worden, tot op heden, handmatig geteld. Het is een tijdrovende en intensieve activiteit die over een beperkte oppervlak plaatsvindt. Namens de initiatiefnemers IRS en Suiker Unie is door Suiker Unie een ontwikkelverzoek ingediend voor het automatisch tellen van planten van suikerbieten. IRS is een van de bedrijven in Nederland die veel proefvelden heeft waarop informatie wordt verzameld voor zowel de teler als voor de eigen planning van onder andere de verwerking van de suikerbieten.

Doel van het onderzoek

Doel van het project is het ontwikkelen van hardware en software voor het IRS waarmee de opkomst van suikerbietenplanten vastgesteld kan worden nadat deze gezaaid zijn in een volvelds situatie. Om dit te realiseren dient een frame ontwikkeld te worden met een werkbreedte van 3 meter waarin camera's zijn gemonteerd die opnamen maken van rijen suikerbieten. De te ontwikkelen software moet de gemaakte beelden analyseren waarbij bepaald wordt of er bietenplanten zijn en zo ja dan dienen de planten gekarakteriseerd te worden. De resultaten van de analyse worden gekoppeld aan de GPS locatie. Uiteindelijk dient de verkregen informatie gevisualiseerd te worden en uitgewisseld te worden naar de eindgebruiker.

2. Onderzoeksoopzet

Het onderzoek is in fases opgedeeld om gestructureerd naar het eindresultaat toe te werken.

Fase 1

In fase 1 wordt, in samenwerking met de initiatiefnemers van het PPL project, het programma van eisen opgesteld. Aan de hand van de gestelde eisen wordt een hardware lijst samengesteld en de unit opgebouwd. Na opbouw wordt de unit ingeregeld voor gebruik van de opnamesoftware. Met de unit gaan de opnames gemaakt worden van pas opgekomen suikerbietenplanten.

Fase 2

De opnamesoftware wordt ontwikkeld die de camerabeelden van de machine en hardware unit kan opslaan en analyseren. Voor het analyseren van de opgeslagen beelden worden prototypes algoritmes en rekenregels gemaakt die de suikerbietenplanten onderscheiden van grond, de suikerbietenplanten tellen, grootte van planten bepaalt en enkele andere kwaliteitseigenschappen van de kiemplanten. De berekende data wordt weggeschreven in bestanden die zoveel mogelijk aansluiten bij bestaande GEO standaarden zoals Editeelt dat gebruik maakt van geo componenten voor perceel- en perceelsgedeelten.

Fase 3

In onderdeel 3 wordt de in het veld gegenereerde data in tabellen gepresenteerd. De data dient dusdanig gepresenteerd te worden dat het direct gebruikt kan worden door de eindgebruiker, in dit geval IRS. Daarnaast dient de data dusdanig toegankelijk te zijn dat het gepresenteerd kan worden op een webportaal en is kaartregistratie gekoppeld aan geolocatie ook mogelijk.

Fase 4

Rapportage van de gerealiseerde output aan PPL en initiatiefnemers, middels onderhavige rapportage.

Omdat vanuit eerdere PPL projecten camerabeelden van bietenplanten beschikbaar zijn, worden de activiteiten in fase 1 en 2 gelijktijdig uitgevoerd. Opgemerkt moet worden dat de ontwikkeling van de software wel sterk afhankelijk is van de camera's en andere hardware die in de unit geïnstalleerd gaat worden. Zodra de unit beschikbaar is wordt software afgestemd op de huidige hardware.

3. Ontwikkeling machine

3.1 Programma van eisen

Voor het samenstellen van de hardware unit is in samenspraak met opdrachtgever Suiker Unie een programma van eisen vastgesteld:

- Een werkbreedte van drie meter; De werkbreedte van 3 meter sluit aan bij de werkbreedte van de zaaimachine(s) die gebruikt wordt bij het inzaaien van de proefvelden. Bij een rijafstand van 50 cm betekent dit dat er 6 rijen gelijk geteld moeten worden. Ondanks mogelijke randeffecten worden ook de buitenste rijen geteld.
- Makkelijk vervoerbaar; Omdat de proefvelden verspreid over Nederland zijn aangelegd moet de machine eenvoudig te vervoeren zijn op een vrachtauto / autoaanhanger. Wanneer voor transport diverse onderdelen gedemonteerd of omgebouwd dienen te worden, zal de capaciteit afnemen waardoor het doel van meer efficiëntie niet bereikt worden.
- Ingericht voor mogelijk toekomstige ontwikkeling; Indien het tellen voldoende betrouwbare informatie geeft, kan de machine mogelijk ingezet gaan worden voor het bepalen van het groeiverloop gedurende het seizoen. Eveneens zou de machine ingezet kunnen worden voor het detecteren van ziekten en plagen.

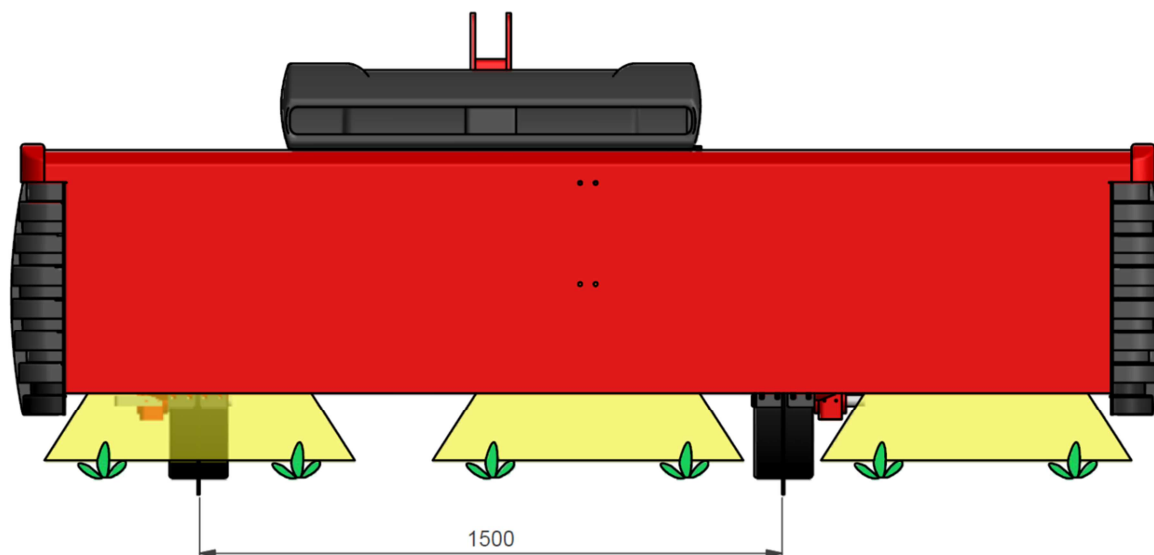
Naast het goed kunnen tellen van planten dient de software aan de volgende eisen te voldoen:

- De uitvoer van de data dient in een tab delimited format te zijn; dit is het format voor het inlezen van de verkregen data voor de statistische verwerking.
- De resultaten per geteld veldje dienen in 1 regel weergegeven te worden en bestaat uit de datum en tijdstip van het tellen, een veldcode en het totaal aantal planten per rij; dit is de volgorde voor het inlezen van de verkregen data voor de statistische verwerking.
- De veldcode moet verkregen worden vanuit een van te voren gemaakt en in de software van de machine geïmporteerde databestand met de veldcodes per locatie.
- De verkregen data moet gevisualiseerd kunnen worden in een webportaal met kaartachtergronden van Google Maps of vergelijkbare kwaliteit.

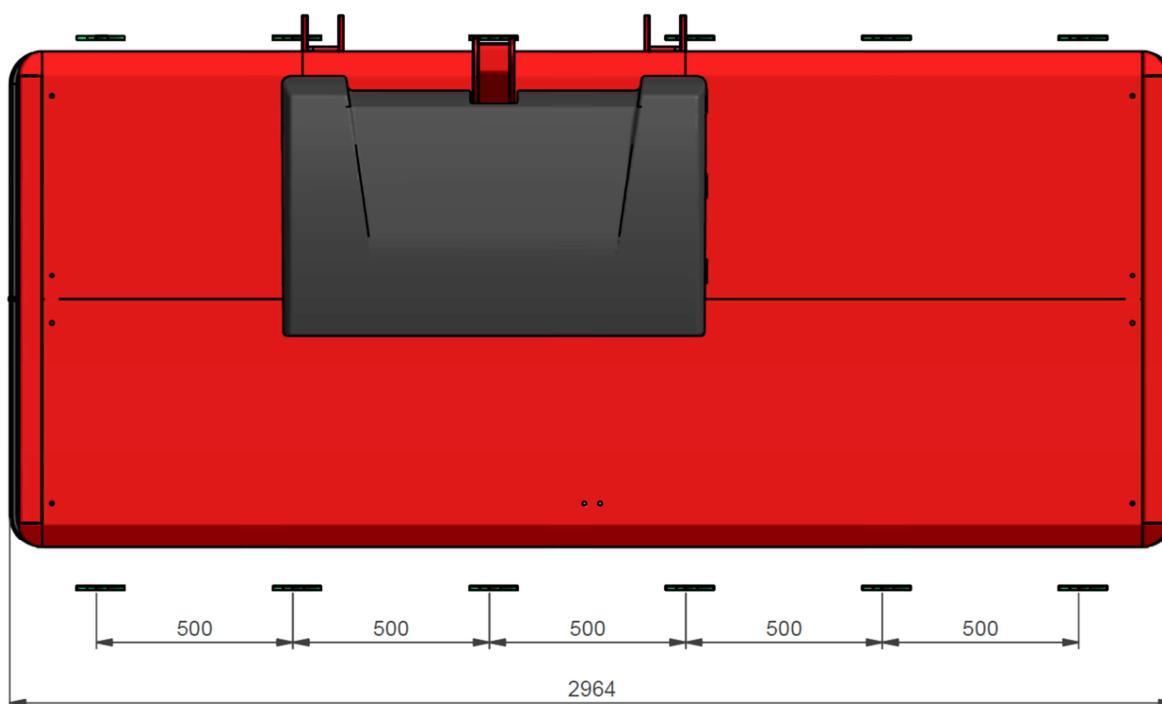
3.2 Hardware

3.2.1 Frame

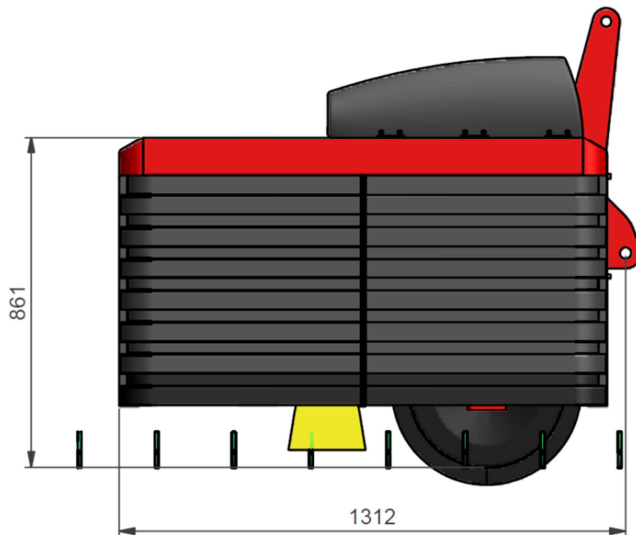
De basis van het frame komt voort uit de Steketee intrarijwieder en bestaat uit een framework met aan de voorzijde de aanspanpunten voor de driepunshfinrichting van de trekker (Figuur 1). Het framework wordt omsloten door beplating om de invloed van licht van buitenaf op de camera's te beperken. Bovendien wordt door de beplating de camera's en lichtbronnen beschermd tegen mechanische schade en weersinvloeden. Op het frame is een controllerbox gemonteerd waar de nodige elektronica in is bevestigd. De hardware unit wordt, voor het realiseren van een constante afstand tussen de camera's en het zaaibed, afgesteund op 2 loopwielen. De spoorbreedte van de loopwielen is met 1,5 meter afgestemd op de teelt van suikerbieten. Dit is een spoorbreedte die gebruikelijk is voor trekkers en werktuigen die gebruikt worden voor de verzorging van gewassen gedurende het groeiseizoen en past dus in de normalisatie van 12,5 cm voor rijafstanden voor gewassen (Figuur 2). Met een totale breedte van de machine van 2,96 meter valt deze binnen de maximaal toegestane breedte op de weg zonder dat er ontheffing aangevraagd hoeft te worden. Wel dient er bij vervoer over de weg een zwaailicht gevoerd te worden. De totale lengte van de machine is 131 cm (Figuur 3).



Figuur 1. Achteraanzicht van de machine en de maatvoering van de spoorbreedte van de steunwielen. In gele kleur ingetekend de breedte van de opnamevelden van de drie gemonteerde camera's.



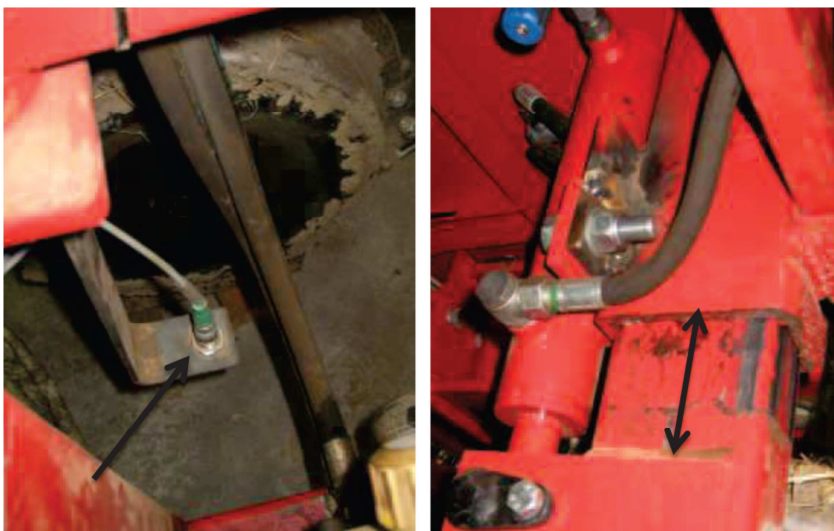
Figuur 2. Bovenaanzicht van de machine met de maatvoering van de rijafstand van het gewas suikerbieten en de totale machinebreedte.



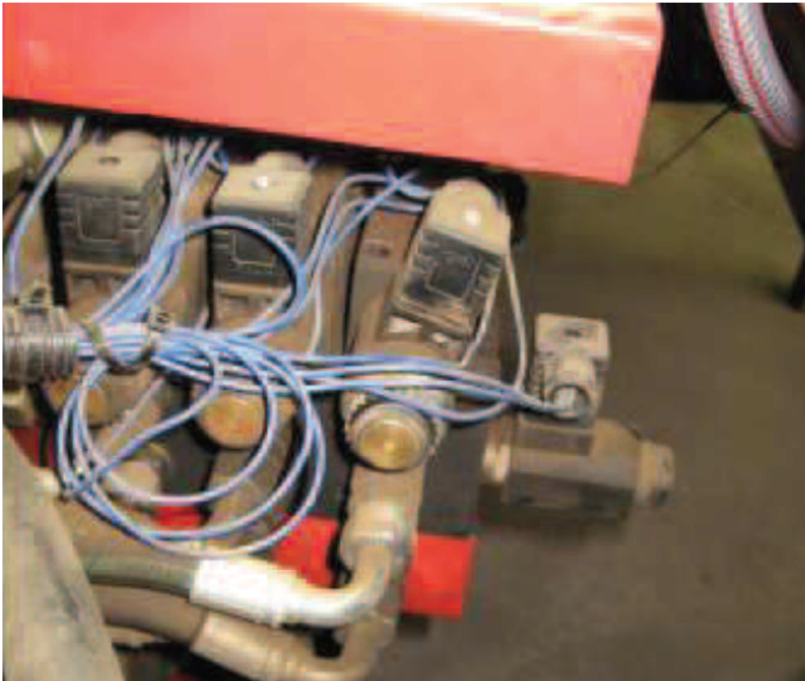
Figuur 3. Zijaanzicht van de machine. In gele kleur ingetekend de lengte van het opnameveld van de gemonteerde camera's.

3.2.2 Hoogtecorrectie

Door bijvoorbeeld insporing of verschil in niveau van het zaaibed wordt een hoogteverandering van de machine veroorzaakt met als gevolg een verschil in afstand van de camera tot de opgenomen planten. De hoogteverandering heeft invloed op de geometrie van de camerabeelden onderling en de kwaliteit van de camerabeelden. Om er voor te zorgen dat de camera's een constante hoogte boven de grond en de planten hebben, wordt de machine afgesteund op 2 verstelbare loopwielen. Het meten van de hoogteverschillen door insporing of een ongelijk zaaibed wordt continue uitgevoerd met een ultrasoon hoogtesensor aan de linker en rechterzijde van de machine (Figuur 4). In een microcontroller worden de ruwe waarden van de ultrasone sensoren gedempt door een voortschrijdend gemiddelde te berekenen over de laatste 2 meter die met de machine zijn gereden. De gemeten hoogten worden vergeleken met de ingestelde hoogte (setpoint). Valt de waarde buiten de ingestelde dode zone (dead band) worden elektronische stuurschuiven (Figuur 5) aangestuurd die de hydraulische cilinders aansturen (Figuur 4).



Figuur 4. Ultrasoon sensor voor het meten van de afstand tussen de camera's en het zaaibed (links) en de cilinder voor de hydraulische verstelling van de hoogte (rechts).



Figuur 5. Elektrische stuurschuif voor het aansturen van de hydraulische cilinder van de hoogte verstelling.

3.2.3 Lichtbronnen, camera's en rekeneenheid

Door licht van buitenaf kunnen de opnamebeelden van de camera bij zeer zonnige weersomstandigheden overbelicht worden en bij donker weersomstandigheden onderbelicht. Om deze lichtinvloeden ondergeschikt te maken en te zorgen voor constante lichtomstandigheden is led verlichting gemonteerd. De zes gebruikte lampen hebben een koel witte kleurtemperatuur (minimaal 4750 K, gemiddeld 5600 K en maximaal 7000 K), een lichtopbrengst van 800 lumen en een stralingshoek van 120 graden. De stroomvoorziening voor belichting gaat via een 12 naar 24 Volt omvormer.

In de machine zijn 3 camera's gemonteerd (met Sony HAD CCD) die elk opnamen maken van 2 rijen. De camera's detecteren niet het volledige grondoppervlak binnen de 3 meter werkbreedte van de machine omdat alleen de planten in de rij geteld hoeven te worden. In Figuur 1 en Figuur 3 worden de 'werkbreedte' en de 'werk lengte' van de camera's weergegeven. In de cabine van de trekker is een outdoor touchscreen gemonteerd welke via een VGA interface en USB verbonden is met de embedded industrial PC. Het 12 inch grootte en IP65 (International Protection Rating) scherm heeft een 12V, 8A voeding kan zowel in de trekkercabine als achterop de machine gemonteerd en bediend worden. De stroomvoorziening van de machine verloopt via direct aan de accu gemonteerde kabels. Daardoor kan de machine blijven draaien, ook als de trekker gestart en gestopt wordt.

3.2.4 Oplevering in het veld

Op 6 mei 2013 is de machine om planten te tellen opgeleverd en in het veld getest samen met Steketee, IRS en Wageningen UR. Kleine aanpassingen in het gebruikersinterface zijn aangebracht om het tellen gemakkelijk te administreren. In Figuur 6 en Figuur 7 is de hardware in een praktijkopstelling weergegeven.



Figuur 6. De plantentelmachine achter de trekker op een proefveld van het IRS.



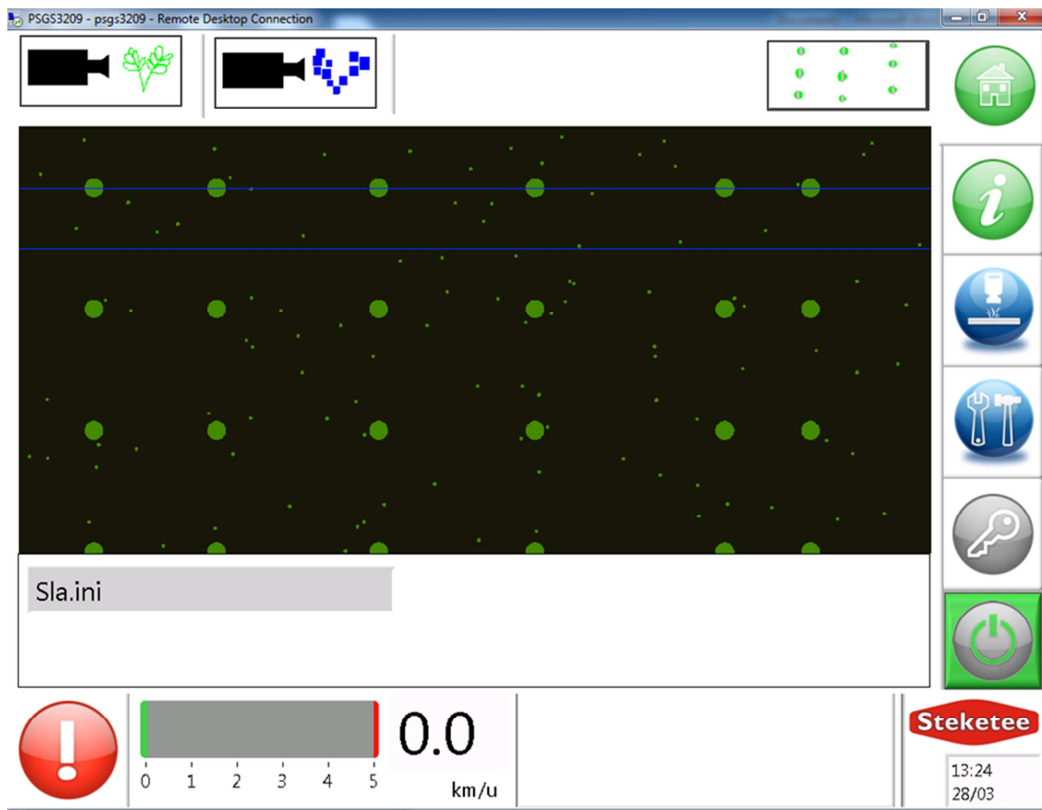
Figuur 7. Onderaanzicht van de plantentelmachine met LED belichting, camera's en hoogteregeling.

3.3 Software

Gelijktijdig met de ontwikkeling van de hardware unit is de ontwikkeling van de software gestart. Het project is, op dit moment, alleen gericht op het onderscheiden van net opgekomen suikerbietenplanten ten opzichte van grond en eventueel reeds gekiemde onkruidzaden. De net opgekomen suikerbietenplanten dienen geteld te worden per (proef)veldje en per rij weggeschreven te worden naar een bestand.

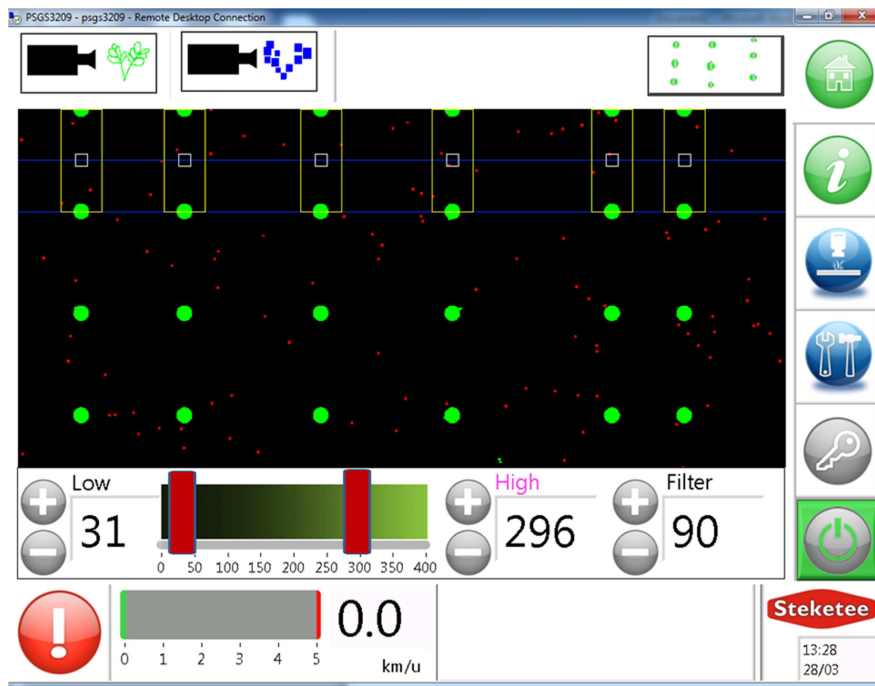
3.3.1 User Interface

De Grafische gebruikersomgeving (GUI (Graphical User Interface) is via een VGA en USB verbonden met de embedded industrial PC. Na het opstarten van de software wordt het hoofdmenu getoond. Wanneer het icoon met de camera en de groene plantjes (Figuur 8) wordt geactiveerd en de machine wordt met de trekker over het veld voortbewogen, worden de echte beelden van de camera's op de monitor getoond. Tussen de twee blauwe lijnen vinden de opnames plaats van de camerabeelden. In Figuur 8 wordt een gesimuleerd beeld getoond waarbij de settings voor het gewas sla zijn gebruikt. Deze gesimuleerde beelden worden gebruikt voor het testen van de software waarmee wordt gewerkt. Omdat elke gewas zijn unieke kenmerken heeft, is het analyseren van camerabeelden ontwikkeld voor diverse gewassen.



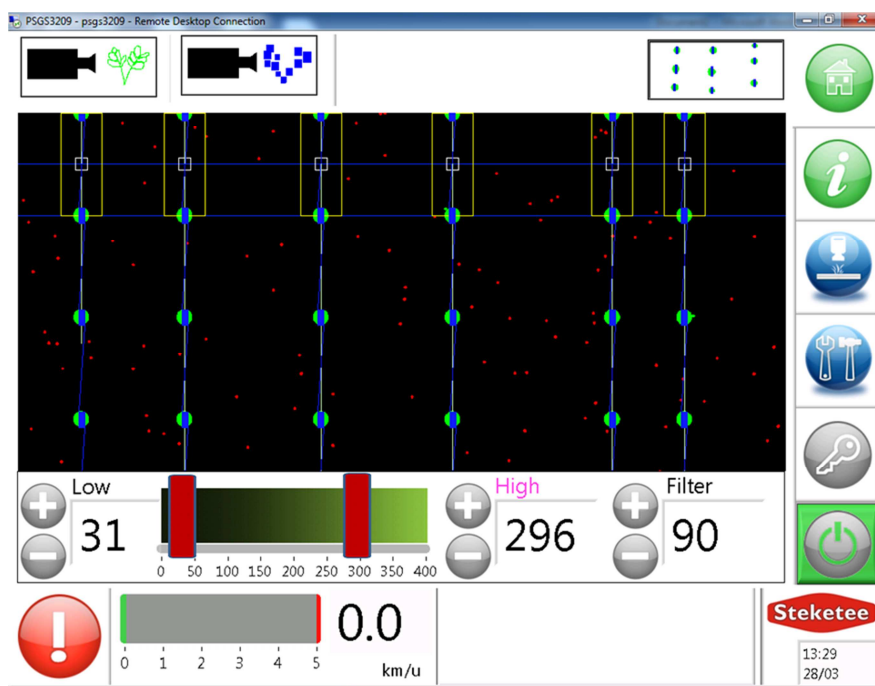
Figuur 8. Hoofdscherm plantentellen na het opstarten van de machine.

Onder de knop met de camera en de blauwe plantjes (links bovenin; Figuur 9) wordt een binaire weergave van de groene vegetatie weergegeven. Hierbij worden de planten (in dit voorbeeld slaplanten) gescheiden van de achtergrond. Op basis van de felgroene planten worden de tellingen uitgevoerd. Voor het scheiden van het groen van de planten ten opzichte van de overige informatie is, in de situatie van Figuur 9, een onder- en bovengrens ingesteld. In de gradient met de rode verticale balkjes worden de ingestelde waarden ook visueel weergegeven. Omdat ook (kleine) onkruiden al aanwezig kunnen zijn, is een filter ingebouwd.



Figuur 9. Binaire weergave van de groene vegetatie waarbij de felgroene slaplanten gescheiden worden van de achtergrond en van (kleine) onkruiden.

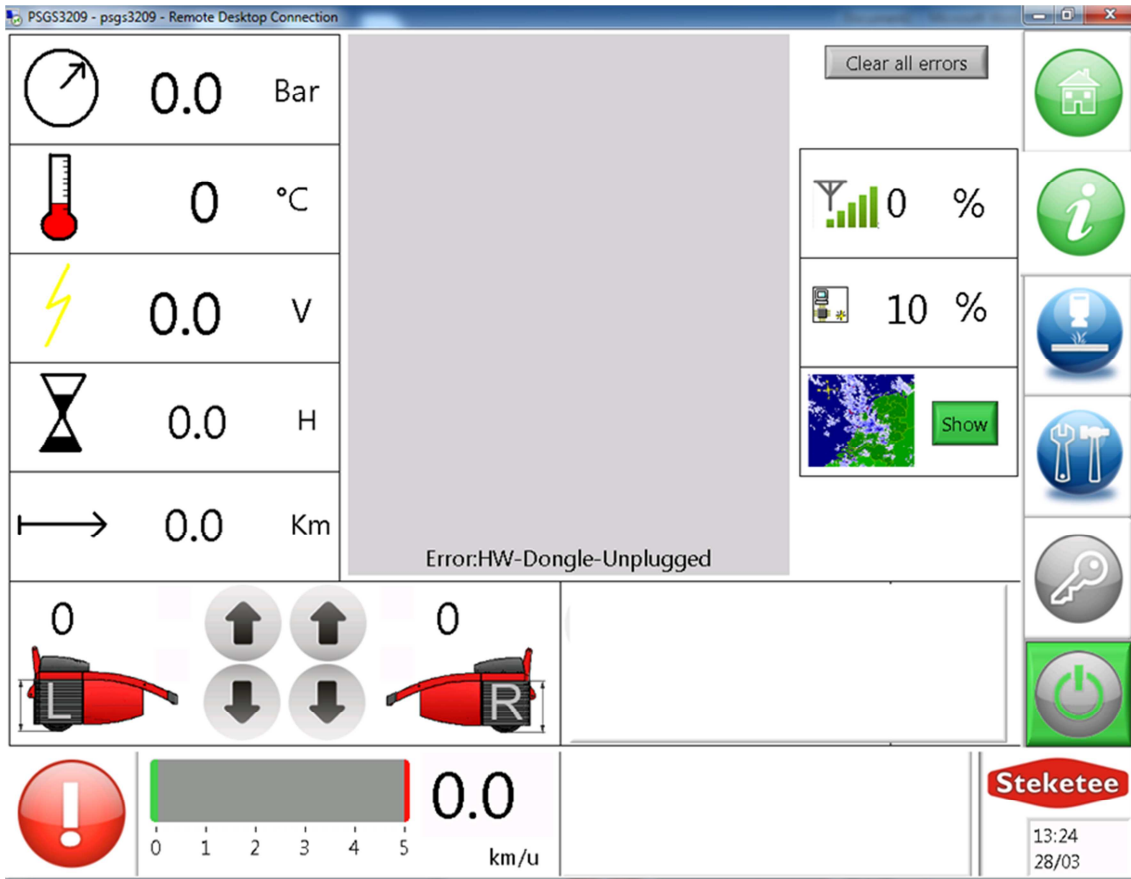
Figuur 10 geeft een screenshot weer van het beeldscherm waarbij het plantdetectie signaal is ingeschakeld. Tussen de twee blauwe horizontale lijnen bevindt zich het beeld waarin op dat moment de planttelling wordt verricht. Waar het brede blauwe balkje wordt getoond, is een plant geteld. Omdat het een gesimuleerd beeld is wordt er geen rijnsnelheid aangegeven waarbij de opname worden gemaakt c.q. de beelden worden geanalyseerd en de telling wordt gedaan.



Figuur 10. Weergave van het plantdetectiesignaal.

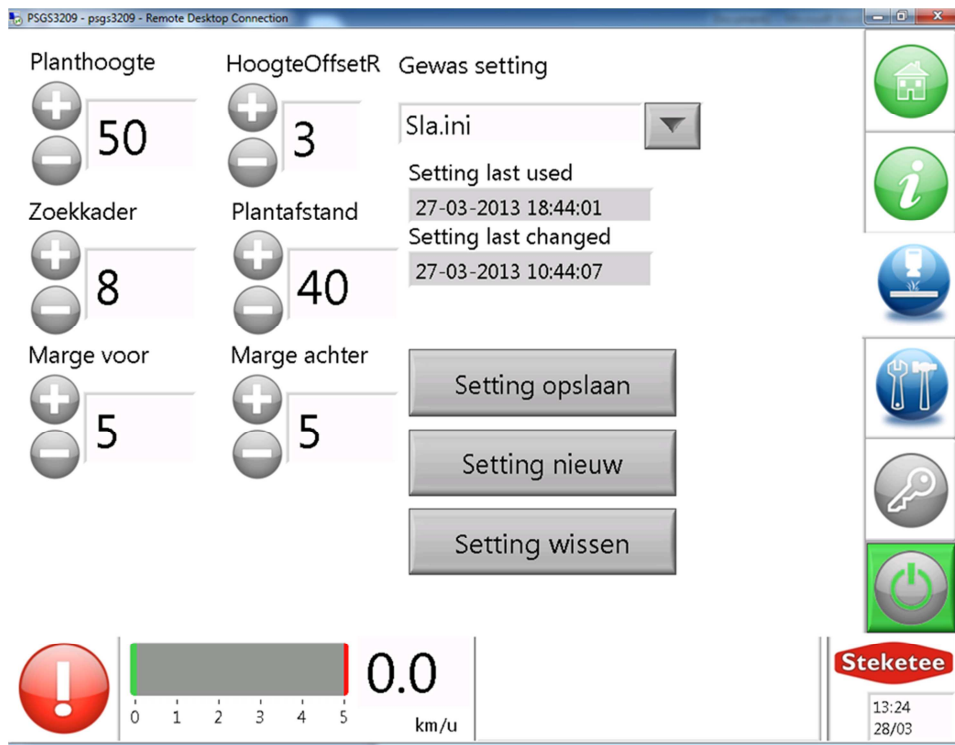
Onder de knop met de groene letter **i** (Figuur 11) wordt aan de linker zijde in het scherm de status van de machine weergegeven. In het grijze vlak worden eventuele storingen gemeld. Op het gebied van de automatisering worden de foutmeldingen van de werking van de machine, de signaalsterkte van het netwerk en de aangesproken capaciteit van het computersysteem weergegeven.

In automatische stand wordt de hoogte van de camera's boven het grondoppervlak gemeten en gecorrigeerd met behulp van een ultrasoon sensor en hydraulische cilinders. De hoogtecorrectie kan ook handmatig uitgevoerd worden voor zowel de linker als de rechterzijde van de machine.

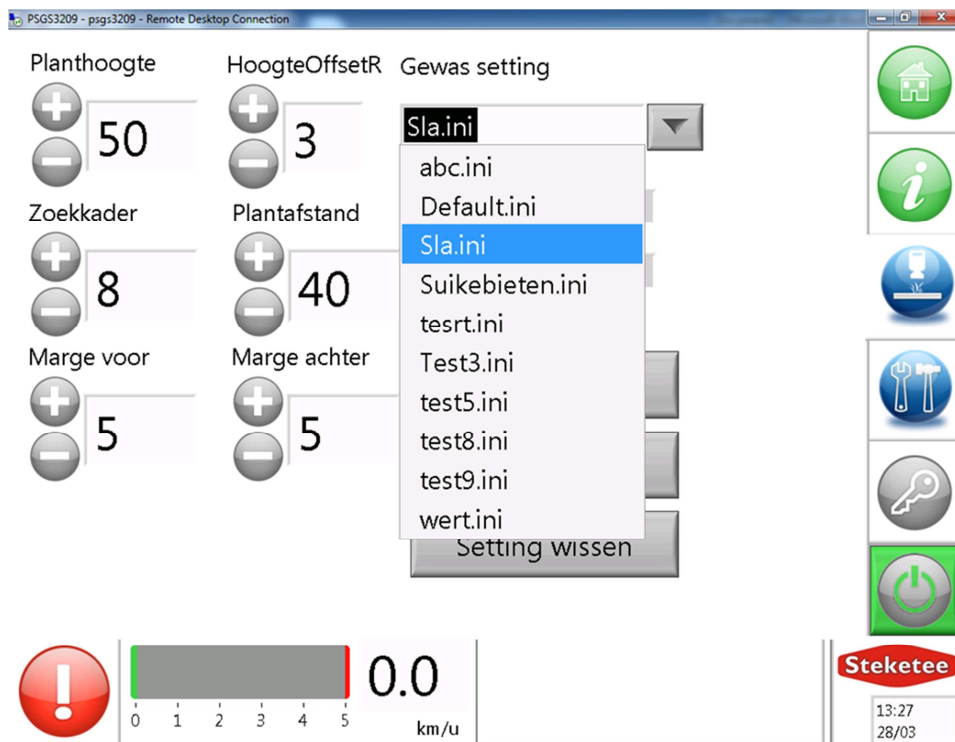


Figuur 11. Actuele informatie over de machine en de eventuele foutmeldingen.

Onder het tabblad met de blauwe camera worden camera en detectie instellingen ingesteld (Figuur 12). Na de keuze van het initialisatiebestand (in dit project suikerbieten.ini; Figuur 13) worden 'standaard' instellingen voor het gewas weergegeven. Wanneer er volgens de gebruiker andere instellingen gehanteerd dienen te worden kunnen deze bij Planthoogte, HoogteOffsetR, Zoek kader, Plantafstand, Marge voor en Marge achter gewijzigd worden. De ingestelde waarden kunnen vervolgens onder hetzelfde initialisatiebestand opgeslagen worden of er kan een nieuw bestand aangemaakt worden.



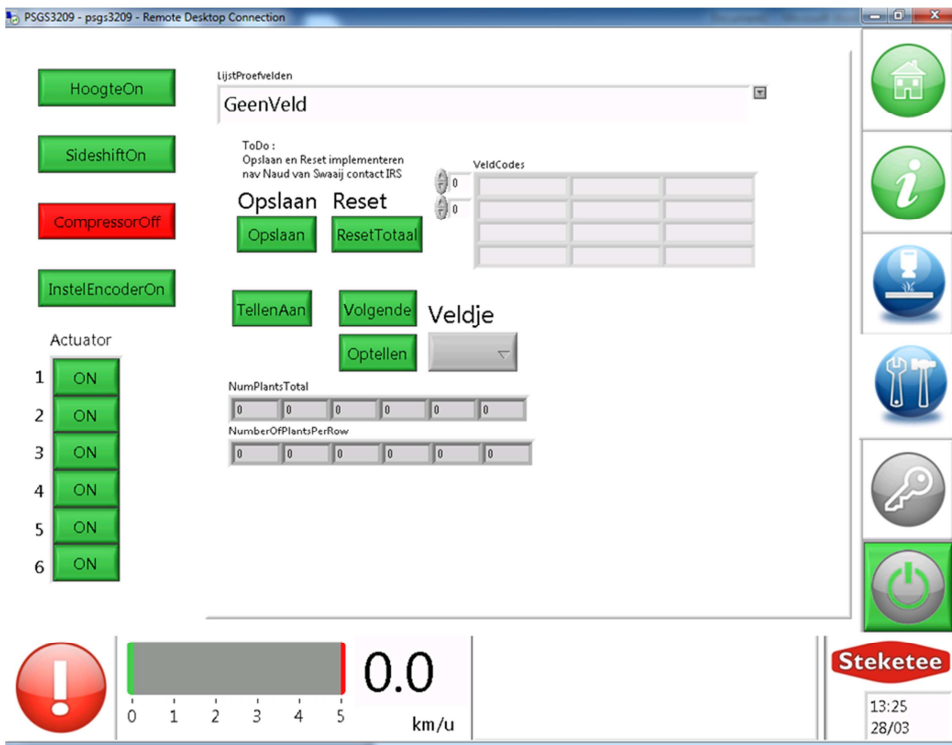
Figuur 12. Tabblad voor het instellen van de camera's en de gewasplant detectie.



Figuur 13. Pull down menu voor het selecteren van een gewas of gewassettings.

Op het tabblad met de hamer en de sleutel (Figuur 14) kan de automatische hoogteregeling (Figuur 4) aan of uit gezet worden, de sideshift aan/uit gezet worden en de wiel encoder op instelmodus worden gezet. Met de sideshift

aan wordt de machine automatisch boven de rijen planten gestuurd. Gebruik van de sideshift kan voorkomen wanneer gewerkt wordt op een perceel met (diepe) sporen of op hellingen. Wanneer de instelmodus van de wiel encoder op aan wordt gezet worden camerabeelden gemaakt met vaste tijdsintervallen. Dit is handig voor het inregelen van de gewassettings zonder dat daarbij hoeft te worden gereden. Als in de praktijk geen wielencoder wordt gebruikt dan zouden de camerabeelden overlappend kunnen zijn bij een lage rijsnelheid of ruimten tussen de beelden bij een hoge rijsnelheid. Met de wiel encoder worden de camera's aangestuurd zodat er geen planten dubbel worden geteld of planten worden overgeslagen. De rijsnelheid waarmee de camerabeelden aaneengesloten zijn en de actuele rijsnelheid worden op de diverse tabbladen van het User Interface weergegeven.

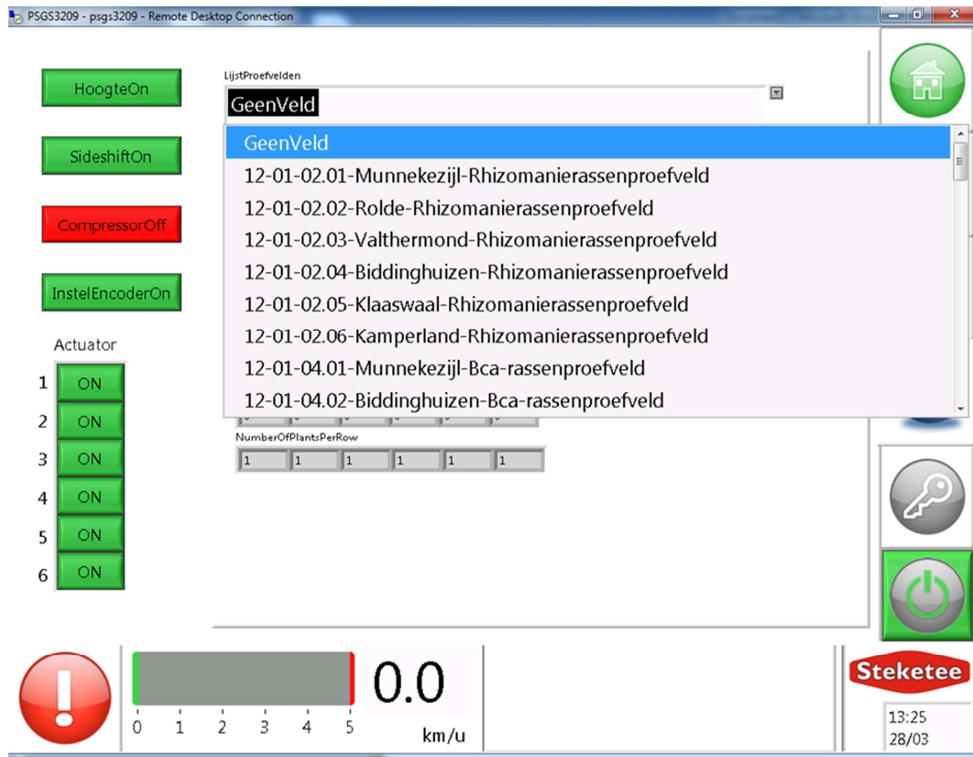


Figuur 14. Tablad voor het aan-/uitzetten van de hoogteregeling, de sideshift, de wielencoder en het selecteren van de benodigde informatie over de te tellen veldjes.

Op het tabblad voor de instellingen worden verder de knoppen en informatie weergegeven voor het plantentellen (Figuur 15). Voorafgaand aan het seizoen kunnen twee gegevensbestanden ingelezen worden. Het eerste bestand bevat een uniek nummer van de proefveldlocatie, de naam van het betreffende proefveld en de plaatsnaam waar het veld geografisch is gelegen. In het tweede bestand zijn de diverse detailgegevens opgenomen waaronder het proefveldnummer, de veldjencode binnen het proefveld, welke herhaling, een IRS code en een omschrijving van de behandeling van het betreffende veldje binnen het proefveld.

Bij het afhandelen van de administratieve zaken voordat het tellen gestart kan worden, wordt ook gevraagd een keuze te maken welk proefveld geteld gaat worden (Figuur 15). Eenmaal deze keuze te hebben gemaakt, worden automatisch ook de detailgegevens van het proefveld uit het detailbestand geladen en wordt een logbestand aangemaakt. De naam van het logbestand wordt gevormd door de naam van het proefveld en de datum en tijd van het moment van starten van de telling. Na de keuze van het proefveld dient aangegeven te worden met welk veldnummer het tellen wordt gestart en of de veldjesnummers op- of aflopend gevolgd worden. Het oplopend af aflopend zijn van de nummering is afhankelijk van de rijrichting bij het tellen t.o.v. de nummering van de te tellen veldjes. Tussentijds kan in het menu het veldnummer of de richting van de nummers aangepast worden (Figuur 16). Bij het wegschrijven van de resultaten van een automatische telling wordt er vanuit het bestand met detailgegevens, een unieke veldcode aan de dataregel toevoegd. Deze unieke veldcode worden gebruikt voor de statistische analyse en het verwerken van de onderzoeksresultaten.

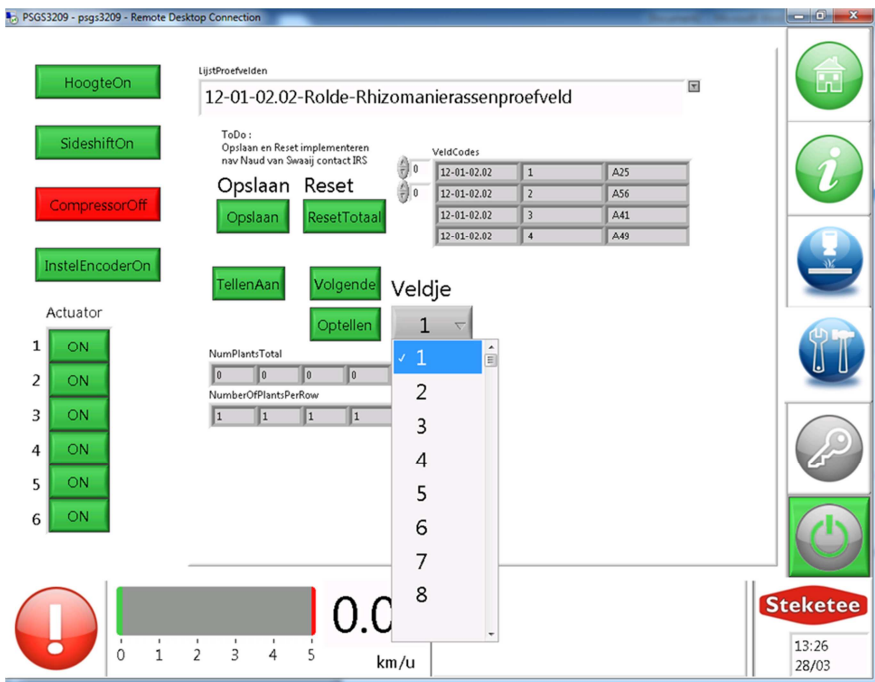
Per proefveldlocatie wordt een gegevensbestand in een tab delimited format opgebouwd. Omdat de machine in de testfase is, worden de velden ook handmatig geteld. De naamgeving van de gegevensbestanden van dezelfde proefveldlocatie die handmatig en machinaal zijn geteld zijn vrijwel identiek. Het bestand van de machinale telling is, voor herkenning, uitgebreid met een getal.



Figuur 15. Keuzescherf voor het selecteren van het te tellen proefveld met suikerbieten.

Niet alleen in de werkbreedte gezien worden er door de drie camera's aparte opnames gemaakt maar ook in de rijrichting gezien worden er individuele camerabeelden gemaakt. In de rijrichting gezien wordt elk beeld geanalyseerd op het wel of niet aanwezig zijn van een bietenplant. Naast het tellen en wegschrijven van de aantallen bietenplanten over een veldje, wordt ook het telresultaat per beeldopname en per bietenrij naar een databestand weggeschreven. Aan deze resultaten per beeldopname wordt het GPS coördinaat van de beeldopname gekoppeld.

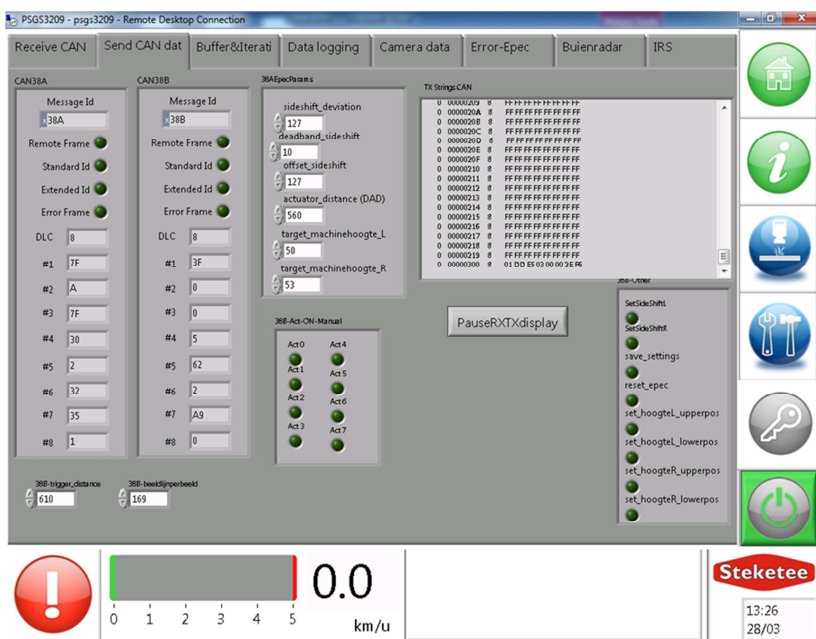
Zowel voor Steketee als voor het IRS is het van belang om te weten waar de machine zich op een bepaald bevindt. Met een GPS signaal kan Steketee bepalen of er op de diverse locaties door het land een voldoende krachtig signaal is om, indien nodig, hulp op afstand te kunnen geven. Het IRS kan met het GPS signaal eenvoudig bepalen waar en wanneer een telling heeft plaatsgevonden. In combinatie met rtk GPS positiebepaling kunnen ook bijvoorbeeld de plantdichtheid, het groeiverloop, ziektebeelden binnengehaald worden en gekoppeld worden aan de exacte positie van de planten. Op de huidige machine wordt samen met de verkregen data wel een GPS signaal opgeslagen maar dit wordt niet gebruikt om op dit moment plaats specifieke data weer te geven



Figuur 16. Indien nodig kan tussentijds de volgorde van het veldjenummer en het op- of aflopend tellen gewijzigd worden.

3.3.2 Remote service

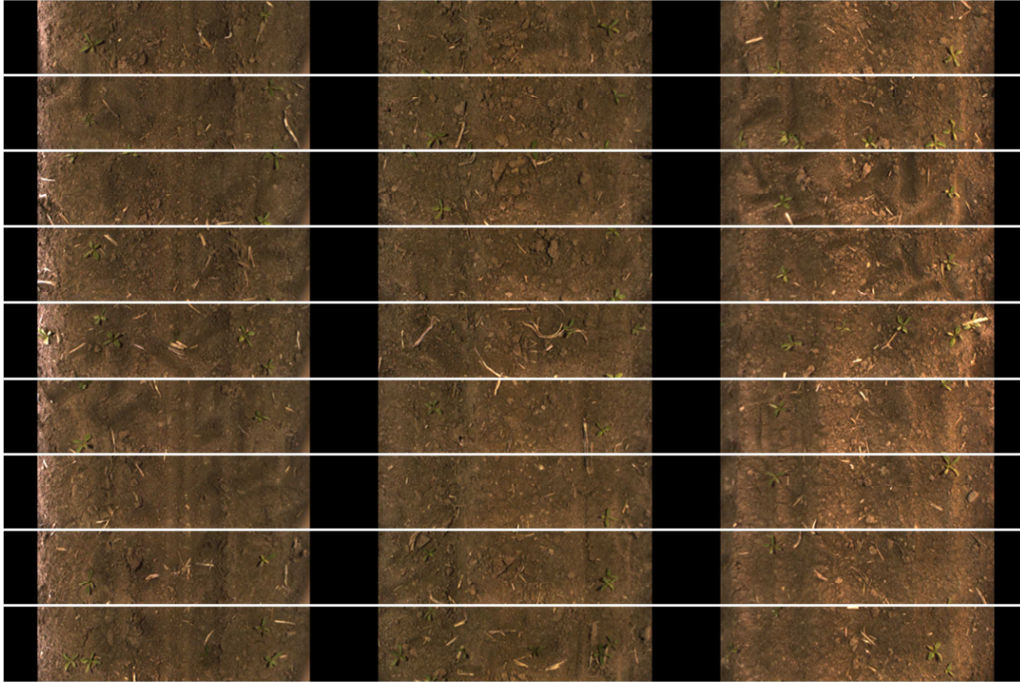
De diverse gegevens over de werking van de machine worden via een apart service menu bijgehouden en opgeslagen. Deze informatie kan gebruikt worden voor het controleren van de juiste werking en de werking te verbeteren. Het service menu is opvraagbaar via de sleuteltoets (Figuur 17). Via een internetverbinding zou op afstand de machine data gecontroleerd kunnen worden. Met deze zelfde verbinding kunnen, indien nodig, software update's plaatsvinden of bij acute problemen in het veld hulp geboden worden.



Figuur 17. Via de sleuteltoets kan het service menu opgeroepen worden waarin de werking van de machine wordt weergegeven.

3.4 Data uitwisseling en visualisatie

Vanuit het programma kan data gelogd worden evenals beeldmateriaal. Voorbeeld van het loggen van beeldmateriaal staat in Figuur 18. Te zien is dat drie cameras gebruikt zijn met daartussen en aan de zijkanten een kleine zwarte strook omdat niet het hele beeld vastgelegd wordt met de camera's. In elk beeld staan twee rijen suikerbieten waarvan de gegevens verzameld worden, zes rijen suikerbieten totaal.



Figuur 18. Weergave van aan elkaar gekoppelde beeldopnames door de plantentelmachine.

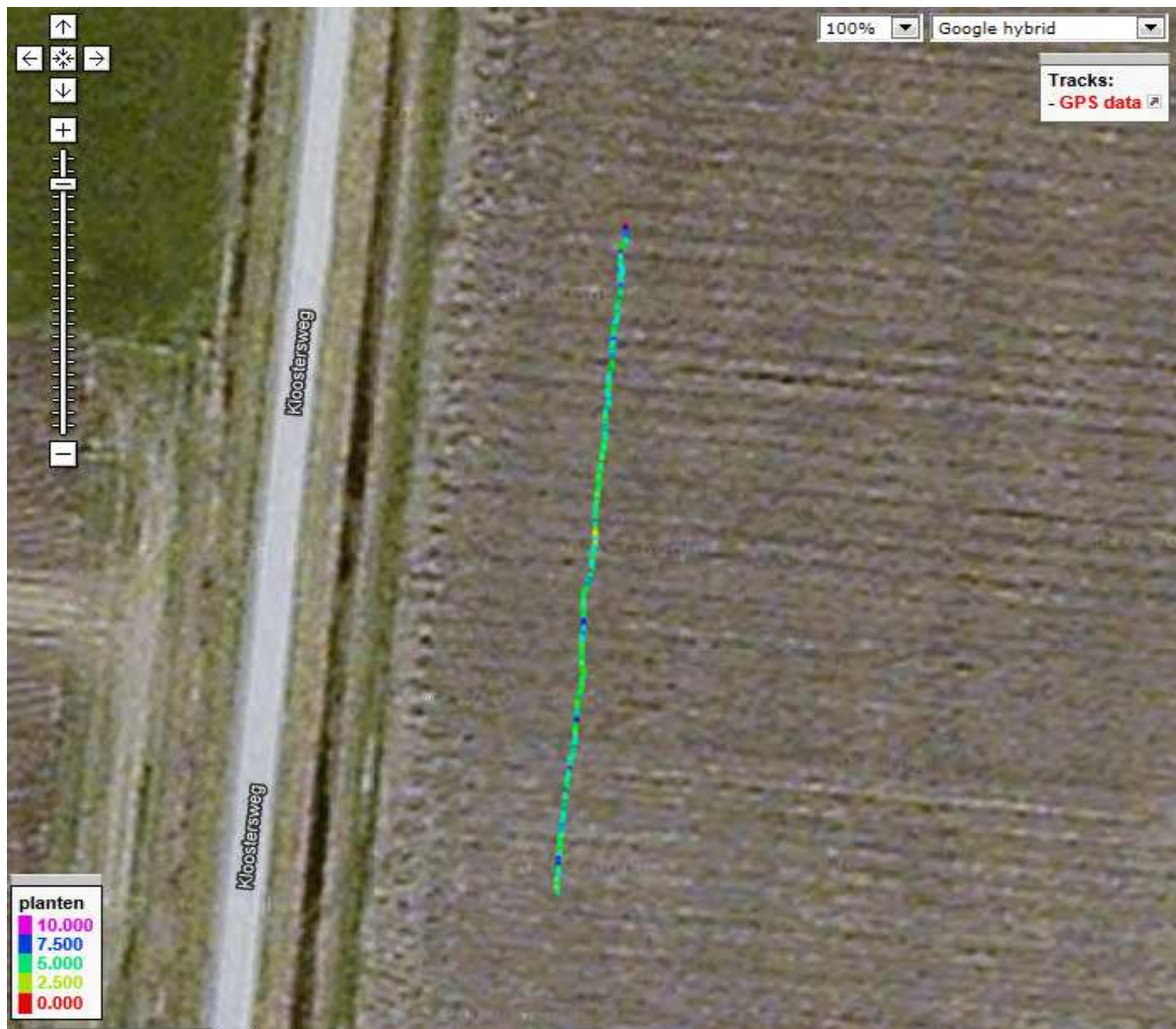
In Figuur 19 is een voorbeeld getoond van de gelogde data per beeld dat wordt opgenomen door de machine. Van elk beeld wordt de GPS positie vastgelegd evenals de belangrijke machine informatie. Ook de berekende getallen worden vastgelegd, aantal planten per rij en totaal aantal planten in het beeld.

#	buf	pos	in queue	CAN #	elements	in queue	CPU usage	TrigNumber	BufIndex	System
00	0.000000			143426.	500000	51.7639000000000	4.481451666667	0	0	0
00	0.000000			143429.	500000	51.763896666667	4.481450000000	2	1	1
00	0.000000			143430.	250000	51.7638950000000	4.481451666667	2	1	0
00	0.000000			143430.	750000	51.7638933333333	4.481451666667	1	1	1
00	0.000000			143431.	500000	51.7638900000000	4.481451666667	1	2	1
00	0.000000			143431.	750000	51.7638900000000	4.481451666667	1	1	1
00	0.000000			143432.	500000	51.763886666667	4.481450000000	1	1	1
00	0.000000			143433.	250000	51.7638850000000	4.481450000000	1	1	1
00	0.000000			143433.	750000	51.7638833333333	4.481450000000	0	0	1
00	0.000000			143441.	250000	51.7638833333333	4.481450000000	2	1	1
00	0.000000			143441.	750000	51.763881666667	4.4814483333333	1	1	1
00	0.000000			143442.	500000	51.7638783333333	4.481445000000	1	1	0
00	0.000000			143443.	000000	51.7638750000000	4.481445000000	1	0	1
00	0.000000			143443.	500000	51.7638733333333	4.4814433333333	2	1	2
00	0.000000			143444.	250000	51.7638700000000	4.4814433333333	1	1	1
00	0.000000			143444.	750000	51.7638683333333	4.4814433333333	1	1	1
00	0.000000			143445.	250000	51.763866666667	4.4814433333333	1	1	1
00	0.000000			143446.	000000	51.7638633333333	4.4814433333333	1	1	0
00	0.000000			143446.	500000	51.7638633333333	4.4814433333333	1	1	1
00	0.000000			143447.	250000	51.763861666667	4.4814433333333	1	0	1
00	0.000000			143447.	750000	51.7638600000000	4.4814433333333	1	1	1
00	0.000000			143448.	250000	51.7638583333333	4.4814433333333	1	0	1
00	0.000000			143449.	000000	51.763856666667	4.481445000000	1	1	1
00	0.000000			143449.	500000	51.7638550000000	4.481445000000	2	1	0
00	0.000000			143450.	000000	51.7638533333333	4.481445000000	1	2	0
00	0.000000			143450.	500000	51.763851666667	4.481445000000	1	1	1
00	0.000000			143451.	000000	51.7638500000000	4.481445000000	1	0	1
00	0.000000			143451.	500000	51.7638483333333	4.4814433333333	1	1	1
00	0.000000			143452.	250000	51.763846666667	4.4814433333333	2	1	0
00	0.000000			143452.	750000	51.7638433333333	4.4814433333333	1	1	0
00	0.000000			143453.	500000	51.763841666667	4.481441666667	1	0	1
00	0.000000			143454.	000000	51.7638400000000	4.481441666667	0	1	0

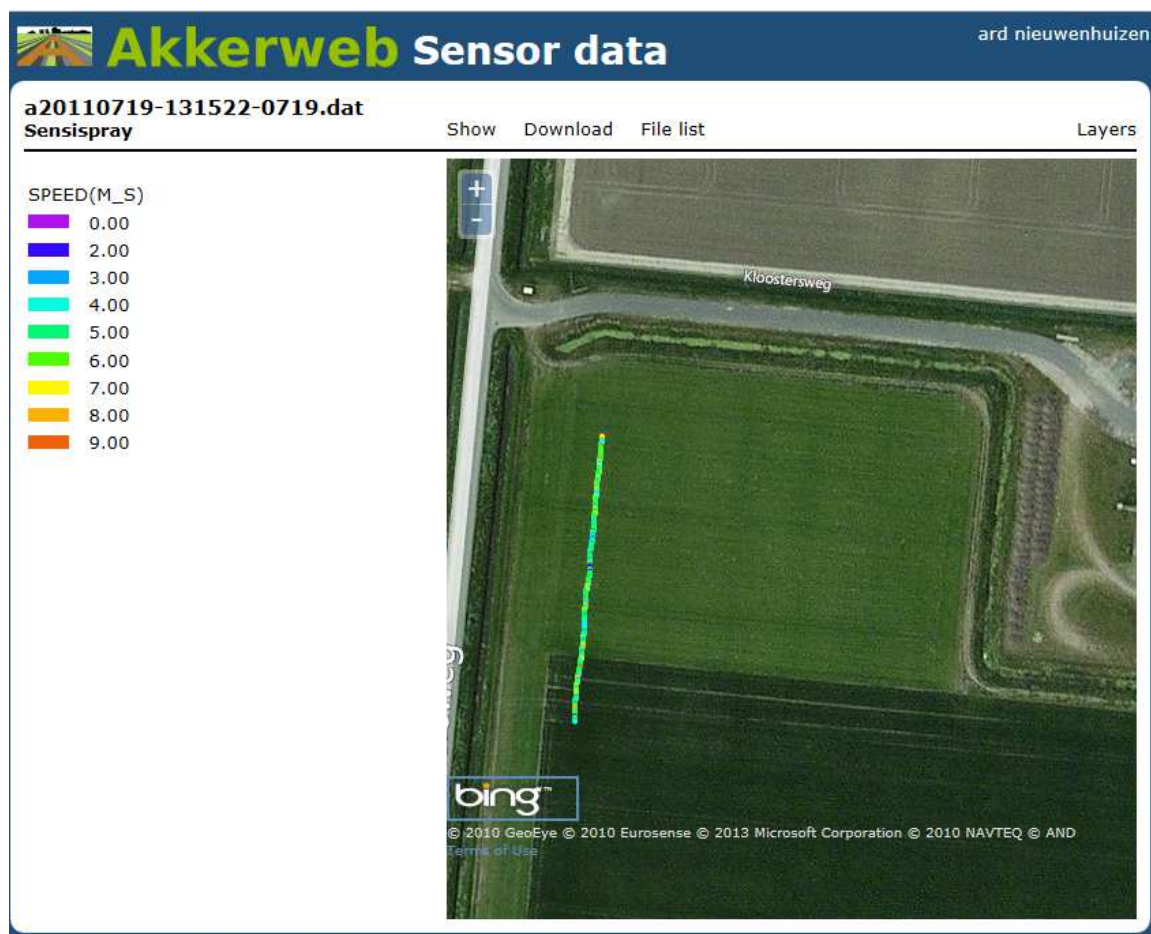
Figuur 19. Databestanden worden tab-delimited opgeslagen en kunnen ingelezen worden met excel of andere software om verder verwerkt te worden.

De gelogde data kan gebruikt worden om de data geotagged weer te geven op kaartmateriaal. Hierdoor wordt informatie locatiespecifiek weergegeven en kunnen de overgangen tussen de verschillende proefveldjes zichtbaar worden gemaakt. Dit is voor een eerste test met de machine weergegeven in Figuur 20. Hier is de data gevisualiseerd met www.gpsvisualizer.com. Deze service kan op meerdere manieren data visualizeren, maar heeft beperkte mogelijkheden. Uitgebreider zijn de mogelijkheden en meer toegespitst op precisielandbouw, van Akkerweb getoon in Figuur 21.

Op akkerweb kan gekozen worden van welke kolom de data getoond moet worden. Akkerweb berekend zelf polygonen om punten in datafiles heen. Tevens kan data berekend worden, en ook geexporteerd als pdf. Waardoor bijvoorbeeld een plantentelling direct als pdf doorgestuurd kan worden aan een proefveldhouder.



Figuur 20. De gelogde data is geotagged. Positieinformatie samen met de getelde planten kan gevisualiseerd worden op kaartmateriaal.



Figuur 21. In Akkerweb kan data van sensoren getoond worden. Hierdoor wordt zichtbaar hoe groot de variatie van het plantbestand is in de percelen.

Conclusies en discussie

Kleine telstroken op percelen suikerbieten en ook proefvelden worden tot op heden handmatig geteld en wordt het plantbestand beoordeeld. De output van een telling met de telmachine is gelijk aan een handmatige telling en bestaat uit een tab delimited tekstbestand. In de rijen van het bestand staan de diverse getelde veldjes. De kolommen zijn gevuld met een unieke veldcode en daarachter per rij in een veldje het getelde aantal planten in een veldje. De unieke veldcode geeft weer de 'behandeling' die is uitgevoerd op het betreffende veldje. De code wordt gebruikt voor de statistische analyse en het verwerken van de onderzoeksresultaten. Omdat de machine in de testfase is, worden de velden ook handmatig geteld. De naamgeving van de gegevensbestanden van dezelfde proefveldlocatie die handmatig en machinaal zijn geteld zijn vrijwel identiek. Het bestand van de machinale telling is, voor herkenning, uitgebreid met een getal dat de datum en tijd van de meting representeert.

Zowel in de werkbreedte als in de rijrichting worden aparte beeldopnames gemaakt door de camera's. De beelden worden geanalyseerd op het wel of niet aanwezig zijn van bietenplanten. Het telresultaat van elk beeldje wordt gekoppeld aan het GPS coördinaat behorende bij de locatie van de telling en wordt opgeslagen in een databestand. Met deze combinatie van gegevens kan de variatie van opkomst over het veld berekend worden. In de testfase van de machine wordt nog geen aandacht besteed aan deze variatie. Naast de variatie over het veld kan door het analyseren van de camerabeelden ook een detectie van de grootte van de planten uitgevoerd worden. Met de bedekkingsgraad kan een uitspraak gedaan worden over het groeiverloop van het gewas. Met detectie op ziekten en gebreken kan in een vroeg stadium een juiste (bij)bemesting of ziektebestrijding uitgevoerd worden. Bij een benadering op individueel plantniveau, zoals nu met het tellen van de suikerbietenplanten wordt uitgevoerd, kan ook een individuele bestrijding of bemesting uitgevoerd worden.

De verzamelde data wordt gelogd in tekstbestanden welke gevisualiseerd kunnen worden op platforms zoals www.akkerweb.nl of www.gpsvisualizer.com. Door gebruik te maken van deze platforms kan de data gestandaardiseerd aangeboden worden aan telers en belangenorganisaties als bijvoorbeeld teeltadviseurs.

Literatuur

IRS, 2013a.

<http://www.irs.nl/alle/teelthandleiding>

IRS, 2013b.

<http://www.irs.nl/alle/teelthandleiding/3.5-overzaaien-of-niet-overzaaien>