



# Generiek besturingsplatform

Modulair softwareplatform voor precisielandbouw



0.0 km/u      3R      12:30:32  
0 cm

**Logging - Active**

Stop Logging	GPS	EM38	
	Lon	0.0000000	0.5m
	Lat	0.0000000	1.0m
	Alt	0.00	
		Q/P 0.0 mS/m	Q/P 0.0 mS/m
		I/P 0.0 mS/m	I/P 0.0 mS/m
		Temp 0.0 degr	Temp 0.0 degr

Menu  
Kijkrichting  
Zoom In  
Zoom Uit  
Info  
Stop

Ir. V.T.J.M. Achten

**PROBOTIQ B.V.**  
September 2012

## Colofon

Titel	Generiek besturingsplatform
Auteur	Ir. V.T.J.M. Achten
Opdrachtgever	Naaijkens Innovative Design / Programma Precisielandbouw
Projectnummer	404
Bestandsnaam	Rapportage PPL099-Generiek Besturingsplatform-v1.docx

Dit project (099) is uitgevoerd op initiatief van Naaijkens Innovative Design en is gefinancierd door het Programma Precisielandbouw (PPL, [www.pplnl.nl](http://www.pplnl.nl))



### **PROBOTIQ B.V.**

Kleefkruid 74  
5432EE Cuijk  
Telefoon 0485-393812  
Fax 0485-785287  
E-mail [info@probotiq.com](mailto:info@probotiq.com)  
Internet [www.probotiq.com](http://www.probotiq.com)

#### **Contactpersoon**

*Ir. V.T.J.M. (Vincent) Achten*  
Telefoon 06-13626371  
E-mail [vincent.achten@probotiq.com](mailto:vincent.achten@probotiq.com)

© 2012 PROBOTIQ B.V. 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 PROBOTIQ.

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

## INHOUDSOPGAVE

<b>1.</b>	<b>INLEIDING EN DOELSTELLING .....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>ARCHITECTUUR .....</b>	<b>4</b>
2.1	ISOBUS interface .....	4
2.2	Plaatsbepaling .....	5
2.3	Data opslag .....	5
2.4	Visualisatie .....	6
<b>3.</b>	<b>TOEPASSING .....</b>	<b>8</b>
3.1	De bodem en opbrengstpotentie .....	8
3.2	Metten van bodemeigenschappen .....	8
3.3	Automatische besturing .....	10
3.4	Systeemcomponenten .....	10
3.5	Applicatie .....	12
<b>4.</b>	<b>RESULTATEN .....</b>	<b>13</b>
4.1	Automatische besturing .....	13
4.2	Vastleggen bodemeigenschappen .....	14
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN .....</b>	<b>16</b>

## 1. INLEIDING EN DOELSTELLING

Binnen precisielandbouw wordt gebruik gemaakt van elektronica op trekkers en werktuigen om onder meer doelgericht meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen toe te dienen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van sensoren, actuatoren, elektronica op het werktuig en/of trekker en veelal een bedieningsterminal in de cabine van de trekker. Om de communicatie tussen elektronica van verschillende aanbieders te standaardiseren is de ISO11783 (ISOBUS) standaard ontwikkeld. Deze voorziet in een standaardmanier van communiceren (via CAN-bus) tussen bijvoorbeeld een werktuig en het display (terminal) in de cabine. Hierdoor kan met één display ('Virtual Terminal' in ISOBUS termen) meerdere werktuigen worden bediend. Een Virtual Terminal (VT) is ondergeschikt aan het werktuig; d.w.z. dat het werktuig bepaalt (via CAN) wat er op de terminal wordt weergegeven. De VT is bedoeld voor de bediening van het werktuig en dat gaat over het algemeen prima omdat hiervoor geen grote hoeveelheden data hoeven te worden uitgewisseld. Wanneer grotere hoeveelheden data, real-time, in 3D weer dienen te worden weergegeven is dit niet mogelijk vanwege de beperkte bandbreedte (250 kbps) van ISOBUS.

Om dit te omzeilen wordt door aanbieders van 'standaard' terminals vaak gebruik gemaakt van software die lokaal, op de terminal zelf, draait en gebruik maakt van data die via ISOBUS binnenkomt. Hierdoor wordt het dataverkeer via ISOBUS beperkt.

Aanbieders van 'standaard' bedieningsterminals laten het veelal niet toe om gebruik te maken van de hardware om ook andere (niet-eigen) toepassingen op deze hardware te laten draaien. Deze geslotenheid maakt de ontwikkeling van nieuwe- en kleinschalige toepassingen moeilijker omdat voor iedere toepassing nieuwe bedieningshardware moet worden gemaakt. Daarnaast zorgt het ervoor dat cabines vol komen te hangen met bedieningsterminals voor allerlei toepassingen.

Om voor niche markten en 'voorloperboeren' nieuwe zaken te ontwikkelen is een 'open', generiek, besturingsplatform gewenst. Door een open omgeving te creëren kan snel en efficiënt op vragen uit de markt worden ingespeeld. Deze open omgeving communiceert volledig via de bestaande standaarden met de trekker-werktuigcombinatie, maar biedt de vrijheid om lokaal (op het platform zelf) functionaliteit toe te voegen. ISOBUS biedt reeds vele mogelijkheden, maar met name applicaties voor (real-time) 3D visualisatie en closed-loop control moeten lokaal plaats vinden om het ISOBUS systeem niet te overbelasten.

Met dit open platform ontstaat een basisplatform dat aansluit bij de bestaande standaarden en waarmee snel en efficiënt op vragen uit de markt kan worden ingespeeld. Dit maakt het ontwikkelen van nieuwe toepassingen voor precisielandbouw gemakkelijker waardoor in een kortere tijd en met lagere kosten nieuwe applicaties ('Apps') kunnen worden ontwikkeld. Deze 'Apps' maken het mogelijk om plaatsspecifiek data vast te leggen en ook plaatsspecifiek handelingen te verrichten met als doel om

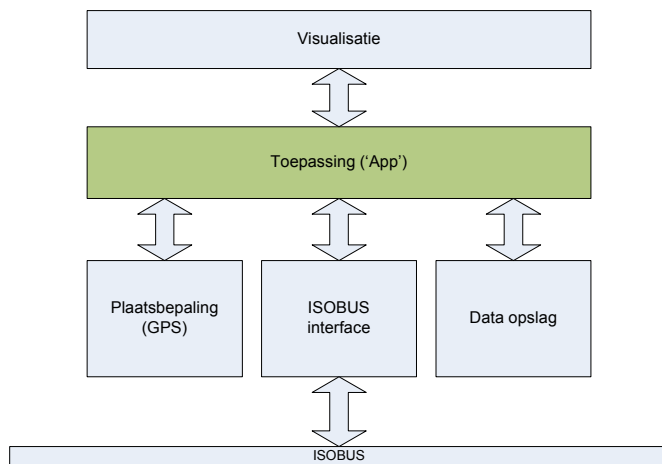
kwaliteit te verbeteren, opbrengsten te verhogen en het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen doelmatiger te maken.

Het doel is om een besturingsplatform (software) te ontwikkelen dat geschikt is voor zowel ISOBUS als on-platform (3D visualisatie, real-time control) toepassingen. De te ontwikkelen software zorgt onder meer voor een correcte communicatie met het ISOBUS systeem en biedt de mogelijkheid om via een gedefinieerd interface nieuwe toepassingen en functionaliteiten toe te voegen. Hierdoor ontstaat een open platform voor nieuwe toepassingen dat vergelijkbaar is met bijvoorbeeld een iPhone, waaraan ook functionaliteiten en toepassingen ('Apps') kunnen worden toegevoegd. Data overdracht vindt plaats via bestaande standaarden (CSV, XML).

Om de functionaliteit te realiseren moeten basislagen worden ontwikkeld die op een PC-gebaseerd platform (XP/XPe) moeten kunnen functioneren. Dit biedt een grotere vrijheid voor de keuze van de besturingshardware (processor, schermgrootte, etc.) en zodoende kan voor iedere toepassing de juiste hardware worden gekozen, zonder de basissoftware te hoeven aanpassen. De ontwikkelde software voor het besturingsplatform wordt getest in de praktijk op een standaard 'off-the-shelf' PC platform met een applicatie waarbij real-time besturing, visualisatie en data-opslag worden gecombineerd.

## 2. ARCHITECTUUR

De software is modulair ontwikkeld waarbij via gestandaardiseerde interfaces data wordt uitgewisseld tussen de modules. Door de definitie van interfaces is het mogelijk om in een later stadium individuele modules 'intern' aan te passen of te upgraden, zonder dat andere modules binnen het systeem daarvoor hoeven te worden aangepast. De manier waarop de module communiceert blijft immers ongewijzigd. Het systeem is onderverdeeld in modules voor de ISOBUS communicatie, plaatsbepaling, data opslag en visualisatie. De globale architectuur is weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1. Globale software-architectuur van het generieke besturingsplatform

### 2.1 ISOBUS interface

Om met de toepassing met een ISOBUS CAN-bussysteem te communiceren is een module ISOBUS interface module ontwikkeld. Omdat weinig off-the-shelf hardware platformen CAN-bus ondersteunen is een CAN-USB interface module ontwikkeld op basis van een ARM7TDMI microcontroller. Deze zorgt voor de vertaalslag tussen USB en CAN en is in staat om twee CAN-bussen tegelijk aan een PC te koppelen. Hierdoor is vrijwel ieder PC platform van een dubbele CAN-bus aansluiting te voorzien.

De ISOBUS interface module communiceert via de microcontroller met de fysieke CAN bus en de toepassing ('App') communiceert via een gestandaardiseerd interface met de ISOBUS interface module. De module zorgt ervoor dat de toepassing zich niet hoeft te bemoeien met de communicatieprotocollen van ISOBUS. Netwerkfunktionaliteit als aanmelden en het versturen van lange berichten (zie o.m. ISO11783-3, ISO11783-5 en ISO11783-6) wordt door de module volledig voor haar rekening genomen. De toepassing hoeft daarbij alleen aan te geven hoe deze zich wil identificeren op het ISOBUS systeem en van welke andere modules, gekoppeld aan het bussysteem, het data wenst te ontvangen. Het

aanmelden, het ontvangen van data en het verzenden van data wordt dus volledig geregeld door de ISOBUS interface software module.

Met de ontwikkelde module kan een toepassing zich met een paar eenvoudige commando's aanmelden op het ISOBUS systeem en volledig gestandaardiseerd communiceren met andere ISOBUS compatible modules. De module is ondergebracht in een zogenaamde dynamic link library (dll) en kan eenvoudig aan nieuw te ontwikkelen toepassingen worden gekoppeld. De ontwikkelaar van de toepassing hoeft dan ook niet tot op bit-niveau kennis te hebben van de ISOBUS standaard (1000+ pagina's) en ook het risico van een verkeerde implementatie of interpretatie van de standaard is door deze module ondervangen.

## **2.2 Plaatsbepaling**

Om plaats specifiek te kunnen werken is het nodig om te beschikken over een positie. Hiervoor wordt GPS gebruikt. Een GPS ontvanger gebruikt signalen van GPS satellieten om de positie op aarde te berekenen. Gegevens worden m.b.t. tijd, plaats, snelheid, enz. wordt door de meeste GPS ontvangers serieel uitgestuurd via het NMEA-0183 protocol. Sommige GPS ontvangers zijn tevens voorzien van een CAN uitgang waarmee via het ISOBUS compatible NMEA-2000 protocol GPS informatie wordt uitgestuurd.

Om deze gegevens te ontvangen, te verwerken en te interpreteren is een plaatsbepalingsmodule ontwikkeld. Deze ontvangt informatie serieel of via CAN, haalt hieruit de relevante informatie (tijd, lengtegraad, breedtegraad, hoogte, etc.) en stelt deze beschikbaar voor de toepassing. De ontwikkelaar van de toepassing hoeft daarmee geen kennis te hebben van de low-level communicatieprotocollen.

Een van de GPS ontvangen positie is uitgedrukt in bolcoördinaten (lengtegraad en breedtegraad in graden) en voor veel toepassingen is het eenvoudiger om in een Cartesisch coördinatenstelsel (x,y en z in meters) te werken. Hiervoor biedt de module de mogelijkheid om deze automatisch om te rekenen naar de Cartesische coördinatenstelsels als Rijksdriehoek, ECEF (Earth Centered, Earth Fixed) en ENU (East, North, Up). Met name de laatste is relevant voor veel precisielandbouwtoepassingen; hierbij wordt een lokaal plat vlak gedefinieerd in een rechthoekig coördinatenstelsel en waarbij de oorsprong dichtbij een perceel kan worden gekozen. Hierdoor wordt het rekenwerk aanmerkelijk vereenvoudigd.

## **2.3 Data opslag**

Om data beschikbaar te maken voor een breed scala aan bureau softwarepakketten is gekozen om de data in CSV (comma separated values) op te slaan. Dit heeft als voordeel dat de data door vrijwel alle GIS pakketten kan worden ingelezen en ook eenvoudig worden kan worden verwerkt met programma's als Microsoft Excel. De CSV data kan naderhand worden omgezet naar ISOXML, zodat de data ook kan worden ingelezen door pakketten die reeds ISOXML ondersteunen.

Om plaatsspecifiek data op te kunnen slaan is een data storage module ontwikkeld die data tijd- en plaatsspecifiek vastlegt in CSV bestanden. Dit is modulair uitgevoerd; de toepassing biedt tijd, plaats en bijbehorende data aan en de module zorgt ervoor dat de data correct wordt weggeschreven. Hierbij is rekening gehouden met de real-time aspecten van de toepassing. Door interne buffering wordt de toepassing niet opgehouden wanneer het wegschrijven van data tijdelijk wat langer duurt. Dit kan voorkomen bij grote datastromen en door het schrijven op media met een lagere schrijfsnelheid (bijvoorbeeld SD kaarten) of media met een sterk gefragmenteerde bestandsindeling.

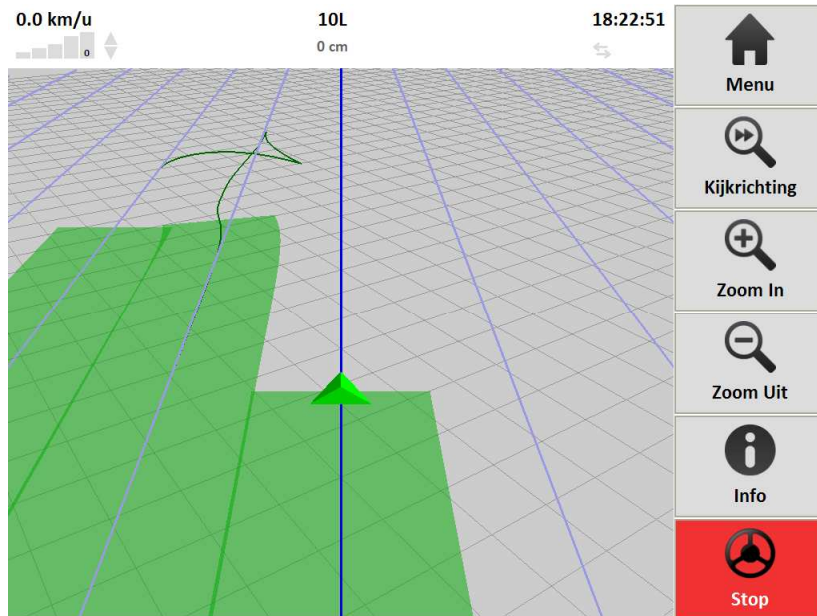
#### **2.4 Visualisatie**

Om data plaatsspecifiek, in 3D en real-time weer te geven wordt gebruik gemaakt van OpenGL. OpenGL is een open-source software bibliotheek waarmee o.m. complexe 3D scènes kunnen worden afgebeeld op een computerscherm. OpenGL maakt hierbij maximaal gebruik van de grafische processor van de PC zodat de CPU zo min mogelijk wordt belast met 'tekenwerk'. Hierdoor is het mogelijk om grafische 3D voorstellingen op een zeer efficiënte manier, nagenoeg real-time, op het scherm af te beelden. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van verschillende camerapositions, belichting en andere visuele effecten. Om die reden wordt OpenGL veel toegepast bij computerspellen en CAD programma's. Het afbeelden van 3D data is ondergebracht in een aparte visualisatiemodule en geïmplementeerd in een Dynamic Linked Library (dll).

Bij de ontwikkeling van de software voor de toepassing worden een of meerdere delen van het scherm aangewezen als 3D afbeeldvlak. Via het interface met de visualisatiemodule wordt dit afbeeldvlak doorgegeven. De visualisatiemodule zorgt voor de 3D weergave (camerapositie, zoomen, verversen) en de applicatie bepaald daarbij wat afgebeeld moet worden. Hierdoor hoeft bij de ontwikkeling van een nieuwe applicatie niet telkens de 3D visualisatie te worden ontwikkeld.

Via het interface kan de applicatie lijnen, punten en vlakken worden doorgegeven die vervolgens door de visualisatiemodule worden afgebeeld. Figuur 2. geeft een voorbeeld van de modulaire OpenGL visualisatie binnen een toepassing ('App').





Figuur 2. Grafische 3D visualisatie. Het gedeelte rechts(onder) wordt door de visualisatiemodule ingetekend. De overige zaken (boven en rechts) worden door de toepassing zelf afgebeeld.

De frequentie van het verversen van de scène op het beeldscherm wordt door de toepassing geregeld en kan worden ingesteld op de grafische capaciteiten van de gebruikte hardware. Hierbij heeft het visualisatieproces een lage prioriteit; d.w.z. dat wanneer de CPU het druk heeft met kritische processen (hoge prioriteit, zoals besturing) de visualisatie enigszins vertraagd kan worden. Door deze prioritering wordt voorkomen dat tijdkritische besturingstaken te laat worden uitgevoerd ten koste van de visualisatie.

### 3. TOEPASSING

De basislagen zijn object georiënteerd geïmplementeerd in Windows 32bit Dynamic Linked Library's (dll's). De basislagen binnen deze modules zijn vervolgens afzonderlijk getest en getoetst aan de standaarden (met name ISBOBUS). De modules tezamen bieden generiek besturingsplatform (software) waarop/waarmee 'Apps' (toepassingen) kunnen worden ontwikkeld. Om dit te testen is een praktijkgerichte toepassing ('App') geïmplementeerd op de ontwikkelde modules: 'Automatische besturing en bepaling van bodemeigenschappen'. Deze toepassing is bij Van den Borne Aardappelen in Reusel (N-Br) in praktijk gebracht en wordt in onderstaande paragrafen nader toegelicht.

### **3.1 De bodem en opbrengstpotentie**

Binnen de landbouw is de bodem een van de meest bepalende factoren voor het ontstaan van gewassen opbrengstverschillen binnen percelen. Om in te spelen op deze lokale verschillen is het dan ook belangrijk om inzicht te krijgen in de variatie van bodemeigenschappen binnen percelen. Vanuit de bodemeigenschappen kan vervolgens een inschatting worden gemaakt van de verschillen in opbrengstpotentie binnen het perceel op basis waarvan vóór en gedurende de teelt plaats specifieke maatregelen kunnen worden genomen.

### **3.2 Meten van bodemeigenschappen**

Om fysische bodemeigenschappen te kunnen bepalen zijn verschillende instrumenten beschikbaar. Eén van deze instrumenten is de EM38 MKII bodemsensor van Geonics. Deze sensor meet de geleidbaarheid van de bodem quad-fase (Q/P), en de aanwezigheid van magnetische componenten door middel van de in-fase (I/P). Door de aanwezigheid van elektrisch geleidbare delen kan de geleidbaarheid van de bodem in kaart worden gebracht. De geleidbaarheid wordt beïnvloed door diverse bodemeigenschappen als vochtgehalte, organische stof gehalte, zoutgehalte, temperatuur en porositeit. De meting van magnetische componenten kan duiden op metalen in de grond. Met de sensor is het mogelijk relatieve informatie (verschillen binnen percelen) van de bodem te verschaffen. De sensor meet daarbij op twee verschillende dieptes tegelijk.



Figuur 3. EM38 MKII bodemsensor.

De EM38 sensor is voor een breed scala aan toepassingen ontwikkeld: van geologie en archeologie tot landbouwtoepassingen. De sensor kan stand-alone worden gebruikt door de bodemeigenschappen af te lezen op het display van de sensor, maar heeft ook een seriële (RS232) uitgang van waaruit dezelfde data ook digitaal beschikbaar is. Door deze data te koppelen aan GPS coördinaten kunnen plaatsspecifiek de door de sensor gemeten bodemeigenschappen worden vastgelegd.

De sensor is daarvoor geplaatst op een houten slede die via een kunststof koord door een voertuig kan worden voortgetrokken. De slede mag geen metalen componenten bevatten omdat deze de metingen van de sensor beïnvloeden.



Figuur 4. EM38 MKII sensor op houten slede.

Omdat de metingen met de EM38 sensor het beste op veldcapaciteit (met water verzadigde bodem) kunnen worden uitgevoerd wordt de sensor voortgetrokken met een licht voertuig (Kubota RTV-900) op rupsbanden. Hierdoor is de bodemverdichting minimaal en wordt insporing voorkomen. Het voertuig is voorzien van centimeterprecieze RTK-GPS voor plaatsbepaling en een standaard tablet PC als hardware platform. Hierop is met behulp van de modulaire basislagen een toepassing ontwikkeld om de EM38-

MKII sensordata te visualiseren en plaats specifiek vast te leggen in CSV bestanden; dit is gecombineerd met automatische besturing (zie hieronder).

### 3.3 Automatische besturing

Om de metingen op percelen efficiënt uit te kunnen voeren moet het perceel systematisch worden afgereden. Hiervoor is de toepassing met behulp van de ontwikkelde software modules uitgebreid om het voertuig automatisch langs rechte lijnen op een onderling instelbare afstand te laten rijden. Hiermee hoeft alleen op de kopakker handmatig te worden gestuurd, in de werkgangen stuurt het voertuig automatisch. In Figuur 5 is het voertuig met getrokken EM38 sensor (in de slede) weergegeven.



Figuur 5. De Kubota RTV-900 op rupsen met daarachter de EM38-MK2 bodemsensor op slede.

### 3.4 Systemcomponenten

De toepassing is gerealiseerd op een standaard tablet-PC platform met een Intel Atom processor. Om het voertuig elektronisch te kunnen besturen is het voertuig uitgerust met een elektrohydraulische stuurschuif waarmee stuurhoek van de voorwielen proportioneel kon worden gewijzigd. Om de stuurschuif te kunnen bedienen is een standaard ISOBUS-compatible Kverneland Mini-IO module gebruikt. Daarnaast is een ISOBUS IMU (Inertial Measurement Unit) gebruikt om de oriëntatie

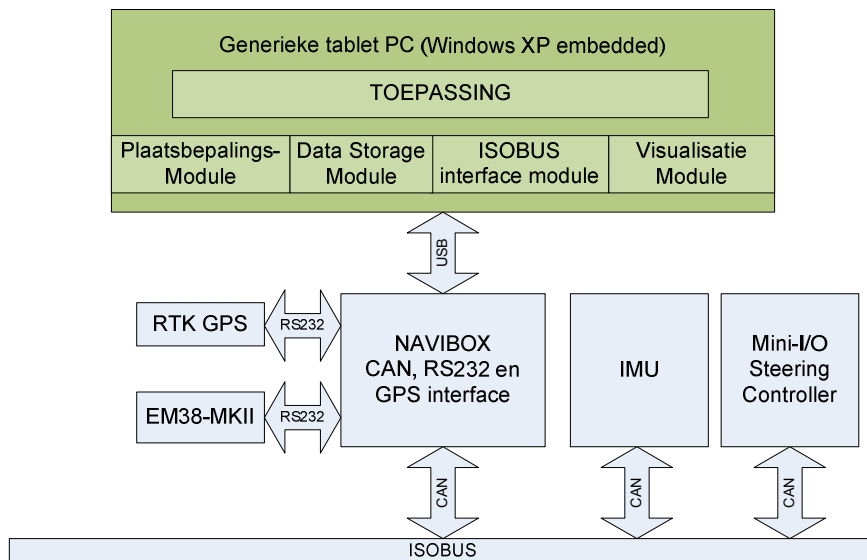
(scheefstand, richting) van het voertuig te kunnen bepalen. Voor de plaatsbepaling is gebruik gemaakt van een Septentrio AsteRx2 ontvanger en een Digi ConnectCore modem voor de RTK-GPS correcties (FLEPOS).

Om de verschillende hardware componenten aan de standaard PC te koppelen is een PROBOTIQ NaviBox gebruikt (Figuur 6).



Figuur 6. PROBOTIQ NaviBox.

In de compacte NaviBox is de RTK-GPS ontvanger, het modem, een dual CAN-controller en een RS232 interface gehuisvest. Hieraan zijn de GPS antenne, de GSM antenne (modem), de EM38-MKII sensor (RS232), de IMU en de Steering Controller (ISOBUS) gekoppeld. Dit is schematisch weergegeven in Figuur 7.



Figuur 7. Schematische weergave van de gebruikte componenten en hun interfaces.



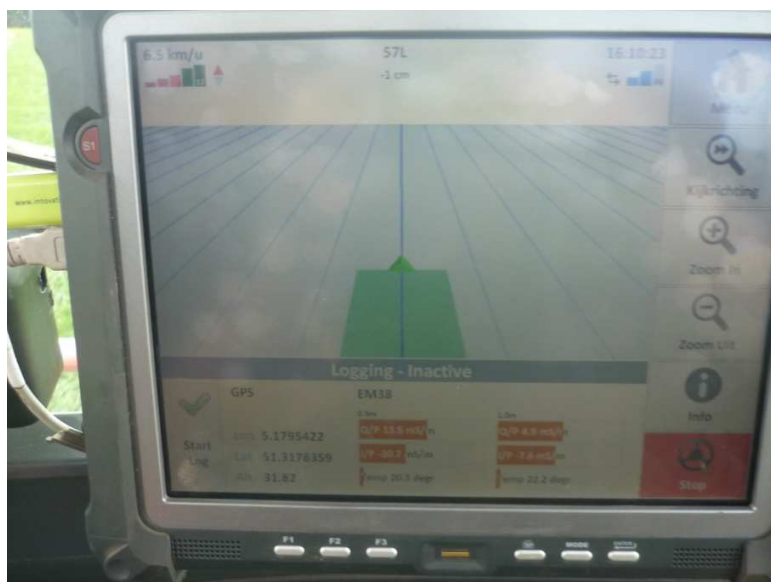
### **3.5 Applicatie**

Via de NaviBox en de ontwikkelde basislagen is, vanuit een toepassingsperspectief, de communicatie van en naar alle hardware geregeld. Boven op de basislagen is een toepassing ontwikkeld voor automatische besturing en het vastleggen van bodemeigenschappen. Hiervoor zijn de ontwikkelde softwaremodules gebruikt en via hun interfaces gekoppeld aan de applicatie-software.

De RTK-GPS data wordt automatisch verwerkt door de plaatsbepalingsmodule tot cartesische coördinaten. De ISOBUS koppeling en datastromen van en naar IMU en Steering controller worden beheerd door de ISOBUS module. De data opslag (op de harddisk van de tablet-PC) is met behulp van de data storage gerealiseerd en de 3D visualisatie is met de visualisatiemodule in de applicatie 'geplakt'. Hierdoor kon in een relatief korte ontwikkelingstijd een applicatie worden ontwikkeld en getest in de praktijk.

## 4. RESULTATEN

De ontwikkelde toepassing is in praktijk beproefd bij Van den Borne Aardappelen in Reusel. Door de ontwikkelde generieke software was het mogelijk om ISOBUS, GPS en sensordata te combineren en tot een praktijkgerichte toepassing te komen. De ontwikkelde software draaide stabiel op de standaard PC door de prioritering van de verschillende processen (real-time besturing in combinatie met 3D visualisatie). De visualisatie van de besturing vond plaats in 3D (via de visualisatiemodule) en de sensordata werd daaronder in 2D weergegeven (door de toepassing zelf). De verwerking en het decoderen van de (RS232) data van de EM38 sensor (geen generieke component) vond plaats binnen de toepassing zelf.



Figuur 8. De tablet-PC op het voertuig. Rechts is de USB stekker te zien waarmee de PC, via de NaviBox, werd verbonden met alle andere componenten. Onderin is de EM38 data zichtbaar in staafdiagrammen en tekst.

### 4.1 Automatische besturing

De automatische besturing is gerealiseerd door gebruik te maken van zogenaamde AB-lijn. Hierbij worden twee punten op een perceel genomen waarover een virtuele werklijn wordt getrokken. Deze werklijn herhaalt zich op werkbreedte afstand. De werkbreedte is instelbaar. De werklijnen, de positie van het voertuig en de gescande delen van het percelen werden in 3D weergegeven op de tablet PC (zie Figuur 2). Met behulp van de ISOBUS IMU en Steering Controller konden de percelen systematisch worden gescand waarbij de automatische besturing het voertuig

precies (centimeterniveau) op de werklijnen hield (Figuur 9). De rijsnelheid varieerde tussen de 6 en 16 km/u.



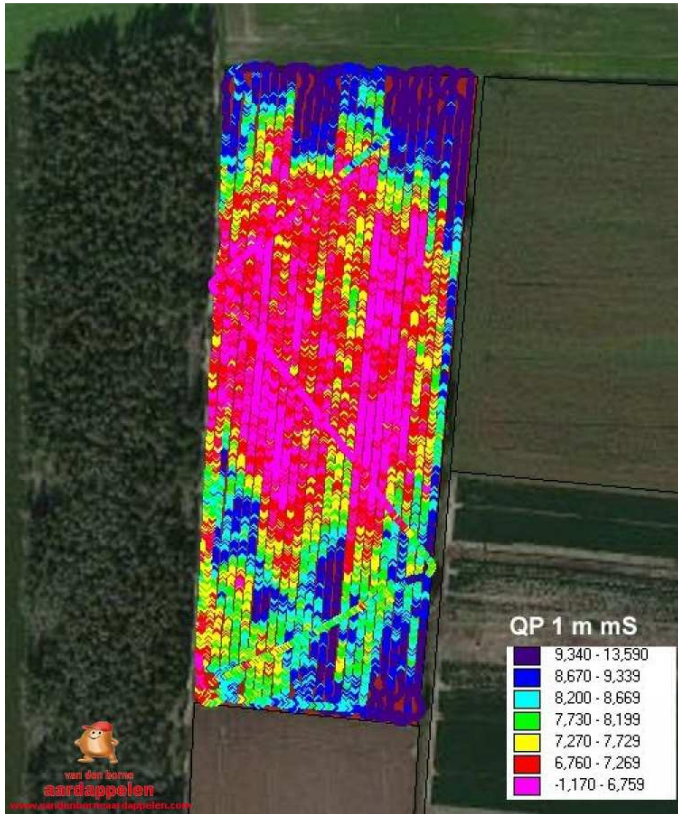
Figuur 9. GPS antenne op het dak van het voertuig en de rechte parallelle werklijnen die met de toepassing kunnen worden gereden.

#### **4.2 Vastleggen bodemeigenschappen**

De EM38 sensor biedt met 10 Hz data aan (I/P en Q/P op twee diepten en de temperatuur van de spoelen). Deze data is binnen de toepassing verwerkt. Omdat de sensor zich enkele meters achter het voertuig bevindt is met behulp van de gemeten GPS positie en de rijrichting de positie van de sensor berekend. De berekende (werkelijke) positie van de sensor en de bijbehorende sensordata is in CSV bestanden opgeslagen met behulp van de data-storage module (enkele MB's per perceel).

Door het gekozen CSV bestandsformaat was de data gemakkelijk in te lezen in een pakket als FarmWorks. Hiermee is de data, na het meten, gevisualiseerd op een achtergrondkaart. Figuur 10 geeft een gescand perceel weer.





Figuur 10. EM38 data, weergegeven met FarmWorks op basis van een CSV bestand.

## 5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Met de ontwikkelde modulaire basislagen is een generiek besturingsplatform met vrijwel elk type PC gebaseerde hardware te realiseren. Door de low-level afhandeling voor ISOBUS, GPS, data storage en 3D visualisatie onder te brengen in koppelbare dynamic link libraries kunnen snel en efficiënt toepassingen ('Apps') worden ontwikkeld waarbij de ontwikkelaar zich niet druk hoeft te maken over de details van communicatieprotocollen op bit-niveau. De basislagen voldoen aan de standaarden ISO11783, NMEA-0183/NMEA2000.

Met de basislagen voor een generiek besturingsplatform is een applicatie ontwikkeld voor automatische besturing in combinatie met het plaats specifiek vastleggen van bodemeigenschappen. Deze toepassing kon op deze manier in een relatief korte tijd worden gerealiseerd. Door de juiste prioritering binnen de basislagen is stabiele real-time besturing gerealiseerd met 3D visualisatie en data opslag.

Een mogelijke doorontwikkeling voor het generieke besturingsplatform is de implementatie van ISOBUS functionaliteit ('Apps') als Virtual Terminal (werktuigbediening) en File Server (data opslag voor werktuigen). De basislagen (ISOBUS interface) zijn hiervoor immers aanwezig. Deze functionaliteit zou ook modulair moeten worden ondergebracht. Deze toepassingen maken het generieke besturingsplatform breed inzetbaar, ook voor conventionele toepassingen.

De basislagen bieden dus de mogelijkheid om snel en (kosten)efficiënt 'Apps' te ontwikkelen voor nieuwe precisielandbouwtoepassingen in niche-markten en voor 'voorloperboeren'. Door de ontwikkeling van nieuwe, kleinschaligere, 'high-end' toepassingen wordt de weg vrijgemaakt voor geavanceerdere 'mainstream' toepassingen waarmee de precisie van bewerkingen verder kan toenemen en waardoor er efficiënter kan worden omgegaan met brandstof, meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen.

Voor meer informatie omtrent de ontwikkelde functionaliteit ten behoeve van een generiek besturingsplatform kunt u contact opnemen met Naaijkens Innovative Design:

**Naaijkens Innovative Design**

Goudrenet 5

5056 DJ Berkel-Enschot

Nederland

Telefoon (013) 13 533 35 76

E-mail [jorrit@naaijkens.nu](mailto:jorrit@naaijkens.nu)