


	Hoge resolutie ISOBUS sectiebesturing	
	Project Finalization Document	
Date: 25-09-2012	Status: FINAL	Version: 2

Hoge resolutie ISOBUS sectiebesturing



Ir. G. Guns

Navtronics BVBA
September 2012

	Hoge resolutie ISOBUS sectiebesturing	
	Project Finalization Document	
Date: 25-09-2012	Status: FINAL	Version: 2

Colofon

Titel: Hoge resolutie ISOBUS sectiebesturing
Auteur: Ir. G. Guns
Opdrachtgever: SBG Precision Farming BV / Programma Precisielandbouw
Bestandsnaam: 106 Hoge resolutie sectiebesturing - v1.docx

Dit project (106) is uitgevoerd op initiatief van Programma Precisielandbouw (PPL, is uitgevoerd op initiatief van SBG Precision Farming en is gefinancierd door het Programma Precisielandbouw (PPL, www.pplnl.nl)



Navtronics BVBA

Cipalstraat 3
 2440 Geel
 Telefoon 0032 (014)-570642
 E-mail info@navtronics.be
 Internet www.navtronics.be



Contactpersoon

Ir. G. (Guy) Guns
 Telefoon 0032 (014)-570642
 E-mail guy.guns@navtronics.be

© 2012 NAVTRONICS BVBA. 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 NAVTRONICS.



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

Document: 106 Hoge resolutie sectiebesturing - v2.doc	Pagina: 2 - 12
<small>WWW.NAVTRONICS.BE SPECIALISTS IN ON-LAND NAVIGATION</small>	

	Hoge resolutie ISOBUS sectiebesturing	
	Project Finalization Document	
Date: 25-09-2012	Status: FINAL	Version: 2



Inhoudsopgave

1. Achtergrond	4
2. Doel	5
2.1 Algemeen.....	5
2.2 ISOBUS.....	5
2.3 Nauwkeurigheid.....	5
3. Ontwikkeling.....	6
3.1 Systeem overzicht.....	6
3.2 Modellerings	7
3.3 Communicatie.....	8
3.4 Registratie.....	8
3.5 Detectie	9
4. Resultaten	11
5. Conclusies en vervolg ontwikkeling	12

	Hoge resolutie ISOBUS sectiebesturing	
	Project Finalization Document	
Date: 25-09-2012	Status: FINAL	Version: 2

1. Achtergrond

SBG Innovatie levert centimeter nauwkeurige RTK-GPS besturing voor landbouwvoertuigen en werktuigen zodat agrarische ondernemingen daarmee hun efficiëntie kunnen verhogen en kunnen besparen op meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen. Doordat veldspuiten, kunstmest strooien en mestinjecteurs steeds geavanceerder worden en steeds nauwkeuriger aangestuurd kunnen worden is het gewenst dat de sectiebesturing ook met deze hogere resolutie overweg kan. Daarnaast moet het sectiebesturingssysteem via de ISOBUS met het werktuig kunnen communiceren om universele toepassing te kunnen garanderen.

	Hoge resolutie ISOBUS sectiebesturing	
	Project Finalization Document	
Date: 25-09-2012	Status: FINAL	Version: 2

2. Doel

2.1 Algemeen

De doelstelling van dit project is de ontwikkeling en oplevering van een software module om via de ISOBUS veldspuiten en kunstmeststrooiers met de hoogst mogelijke resolutie aan te kunnen sturen.

Met hoogst mogelijke resolutie wordt bedoeld dat een machine met de hoogst mogelijke granulariteit aangestuurd moet kunnen worden. In geval van een veldspuit moet op dopniveau kunnen worden geschakeld. Tot op heden waren veldspuiten uitgerust met secties van enkele meters. Door het gebruik van steeds geavanceerdere spuitdoppen en meer elektronica op veldspuiten worden de secties van veldspuiten steeds kleiner, zelfs tot op dopniveau.

Bestaande sectiebesturingssystemen kunnen niet overweg met een groot aantal secties en zijn veelal beperkt tot zo'n 13 secties. Daarnaast worden veldspuiten ook steeds breder waardoor het aantal secties nog verder toeneemt. Het doel is om een softwaremodule voor hoge resolutie sectiebesturing te ontwikkelen voor spuiten tot 50 meter waarbij nog steeds sectiebesturing op dopniveau kan worden toegepast. Hiervoor zijn zeer efficiënte reken- en databasemodules nodig om real-time overlapdetectie te kunnen berekenen. Tevens moet onder andere rekening worden gehouden met perceel contouren, achteruit rijden, rijnsnelheid, vertragingstijden van de spuit, enz. Het toepassen van deze hoge resolutie bij het toedienen van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen zal een verdere middelenreductie mogelijk maken. Dit heeft zowel een positief effect op de kostprijs per hectare als op de belasting van het milieu.

2.2 ISOBUS

Voor het aansturen van de secties/doppen en voor de uitwisseling van configuratie parameters dient de sectiebesturing module gebruik te maken van de ISOBUS communicatie infrastructuur. Door hier gebruik van te maken moet de module eenvoudig uitwisselbaar zijn met machines van verschillende fabrikanten.

2.3 Nauwkeurigheid

Er wordt verondersteld dat de sectiebesturing overweg kan met verschillende GPS systemen gaande van de low-cost systemen met lagere nauwkeurigheid (EGNOS) tot de high-end systemen met centimeter nauwkeurigheid (RTK-GPS).

3. Ontwikkeling

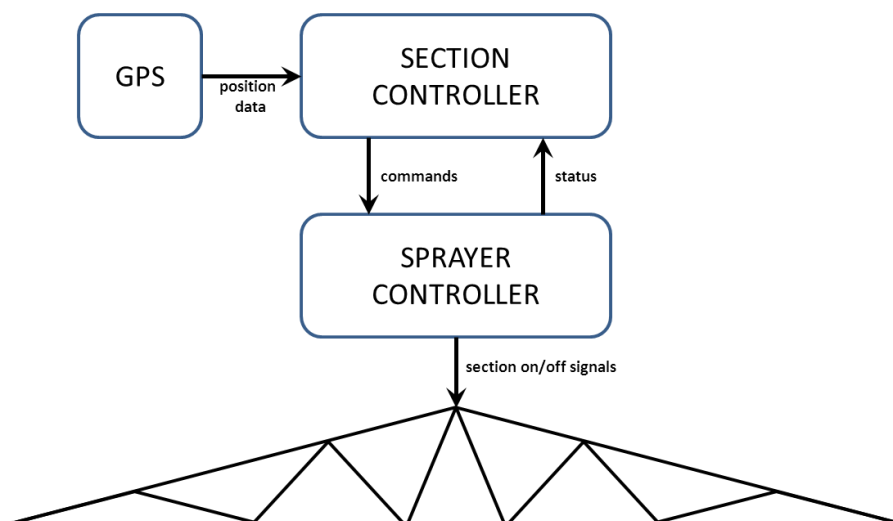
3.1 Systeem overzicht

De sectiebesturingsmodule maakt deel uit van een groter geheel. Vaak is het een optionele module op een bestaande machine zoals een kunstmeststrooier, veldspuit, mestinjecteur of zaaimachine. Binnen dit project gaan we ervan uit dat de machine al is uitgerust met een systeem voor het manueel aansturen van de individuele secties. De hardware die nodig is om automatische secties te kunnen aansturen valt buiten het bereik van dit project.

Naast de hardware voor het aansturen van de secties is er een GPS systeem nodig dat voorziet in de positie data nodig voor het bepalen van de individuele sectie posities. Voor dit project gaan we ervan uit dat dit ook aanwezig is.

Verder maken we geen onderscheid tussen zelfrijdende machines en werktuigen in de hef van de tractor. Voor getrokken machines geldt een andere benadering aangezien we daar te maken hebben met een iets complexere positie bepaling indien we ervan uit gaan dat de GPS antenne zich op de tractor bevindt.

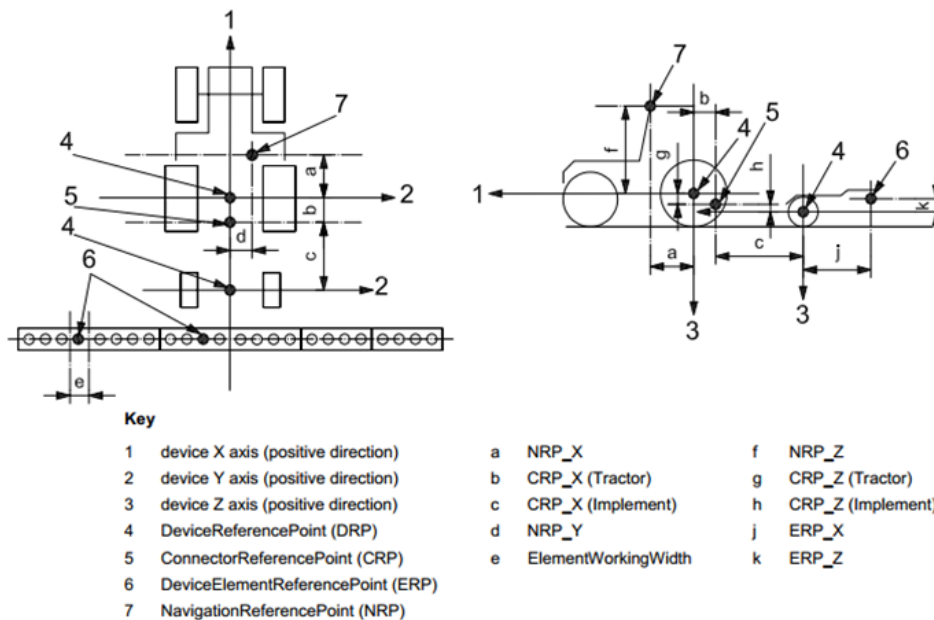
In onderstaand schema nemen we het voorbeeld van de veldspuit, maar hetzelfde principe kan ook worden toegepast voor andere machines (zaaien/bemesten). Het onderdeel waaraan binnen dit project gewerkt wordt is de *section controller*.



Figuur 1: Systeem overzicht

3.2 Modelling

Voor een correcte werking van de sectiebesturing is het van groot belang om exact te weten waar de individuele secties zich bevinden. Om de locaties van de secties te bepalen wordt gebruik gemaakt van een GPS systeem. Vaak bevindt dit GPS systeem zich op de tractor, maar in de praktijk kan het voorkomen dat de GPS ontvanger zich op het werktuig zelf bevindt. Het is daarom van belang dat men de correctie configuratie kan opgeven ten opzichte van het referentie punt (de GPS ontvanger). Voor het vastleggen van deze configuratie baseren we ons op de specificaties zoals deze zijn opgelegd door de ISOBUS normering (zie NEN ISO11783 onderdeel 10: *Task controller and Management information system data interchange*).





Figuur 2: Device Geometry Definitions

Vanuit het NavigationReferencePoint (NRP) wordt het DeviceReferencePoint (DRP) berekend. Optioneel wordt vanuit het DRP van de tractor het DRP van het werktuig berekend. Vanuit het DRP worden de DeviceElementReferencePoints (ERP) berekend. Dit zijn de posities van de individuele secties.

Het berekenen van de ERP's hangt af van de machine configuratie:

- Tractor met machine in de hef (ook zelfrijders vallen hieronder)
- Tractor met getrokken machine (extra complexiteit voor dynamisch voertuigmodel)

Naast het bepalen van de individuele sectie posities wordt ook rekening gehouden met de vertragingstijden. Deze vertragingstijden worden bepaald door het meten van de tijd die nodig is tussen het commando om een sectie te openen en de tijd dat er effectief spuitmiddel/kunstmest/zaad uit de sectie komt. Hetzelfde geldt voor het sluiten van een sectie. Voor het modelleren van deze vertragingstijden introduceren we een

	Hoge resolutie ISOBUS sectiebesturing	
	Project Finalization Document	
Date: 25-09-2012	Status: FINAL	Version: 2

virtuele spuitboom waarvan de positie afhankelijk is van de ingestelde vertragingsparameters, de rijsnelheid en rijrichting.

3.3 Communicatie

Voor de communicatie tussen de verschillende systeemcomponenten maken we gebruik van de ISOBUS. Dit is een communicatiebus die veel gebruikt wordt binnen de landbouw. ISOBUS is de fysieke verbinding tussen tractor en werktuig als het gaat om overdracht van data. De ISOBUS is gebaseerd op het SAE J1939 protocol. Sommige spuitcomputers (*sprayer controller*) bieden de mogelijkheid om de boomconfiguratie op te slaan. Voor de gevallen dat dit niet mogelijk is, wordt de configuratie opgeslagen door de sectiebesturing zelf. In het eerste geval dient de communicatie afgestemd te worden zodat de configuratie uitgewisseld kan worden tussen sprayer controller en section controller.

Voor de aansturing van de secties wordt het meest compacte formaat gekozen, namelijk 1 bit per sectie (on/off) . Hierdoor kan je tot 56 secties in 1 CAN bericht aansturen. Hiervoor worden 7 data bytes gebruikt. De 8^e data byte wordt gebruikt als control byte waardoor het mogelijk is om meer dan 56 secties te schakelen:

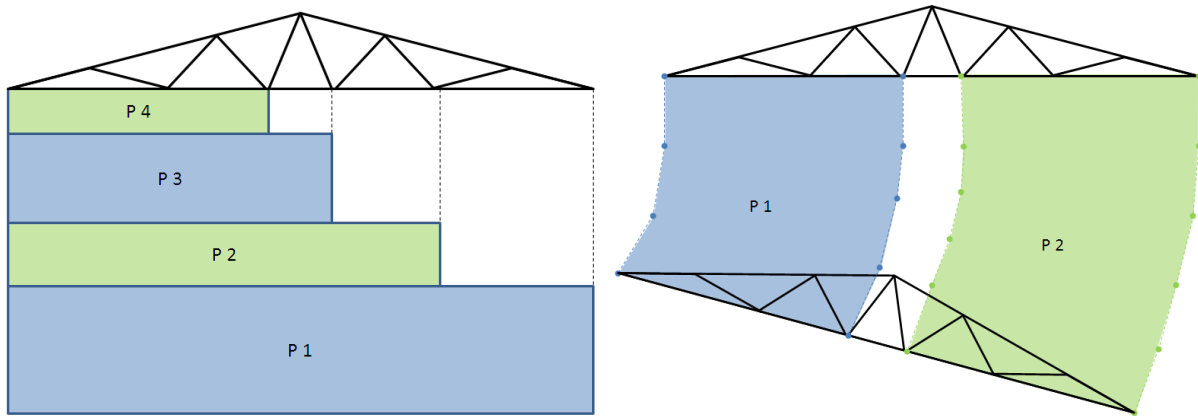
- Control byte 0: secties 1 t.e.m. 56
- Control byte 1: secties 57 t.e.m. 112
- Control byte 2: secties 112 t.e.m. 167
- etc.

Hetzelfde mechanisme wordt gebruikt voor het versturen van de sectie statussen (open/closed).

3.4 Registratie

Onder registratie verstaan we het vastleggen van de bewerkte oppervlakte of anders gezegd de locaties waar de secties open hebben gestaan. Hiervoor het is van belang om dit op een efficiënte manier te doen gezien de doelstelling van het project (hoge granulariteit/nauwkeurigheid). Er is gekozen om hiervoor een meetkundige benadering te gebruiken. Dit houdt in dat de secties vlakken (polygonen) genereren welke op hun beurt gebruikt worden voor het bepalen of de oppervlakte onder de sectie al dan niet bewerkt is (zie paragraaf 3.5).

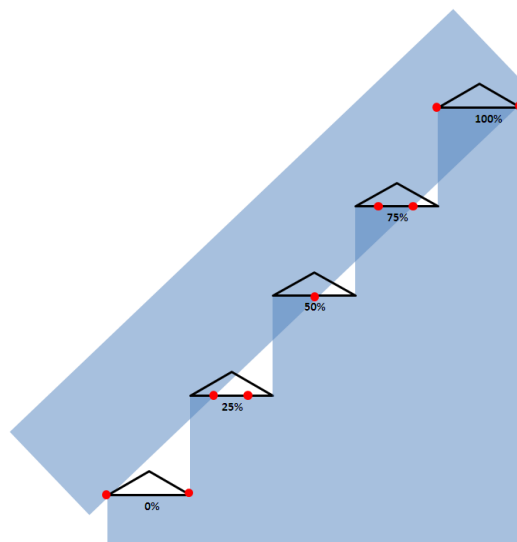
Voor het genereren van de polygonen wordt er gekeken naar de status van de secties. Daarbij wordt ook rekening gehouden met de status van aangrenzende secties. Op die manier kunnen secties gegroepeerd worden waardoor het aantal polygonen sterk wordt gereduceerd. De hoeveelheid polygonen bepaald namelijk ook de hoeveelheid rekentijd die nodig is bij de detectie (zie paragraaf 3.5).



Figuur 3: Het registreren van de bewerkte oppervlakte onder verschillende omstandigheden

3.5 Detectie



De detectie is het proces waarbij gekeken wordt of de actuele sectiepositie samenvalt met reeds bewerkte oppervlakte. De status van de sectie op dat moment bepaalt of er dubbel gespoten/bemest/gezaaid wordt. Dit hangt onder meer af van de overlap instelling. Deze instelling bepaalt of er géén overlap getolereerd wordt (0% overlap) of dat er géén onbewerkte oppervlakte getolereerd wordt (100% overlap).



Figuur 4: Verschillende overlap instellingen [%]

Afhankelijk van de overlap instellingen worden er per sectie controle punten gedefinieerd welke al dan niet binnen een bestaande polygoon mogen vallen.

Het algoritme voor het bepalen of een punt binnen een polygoon valt in C-code:

	<h2>Hoge resolutie ISOBUS sectiebesturing</h2>	
	<h3>Project Finalization Document</h3>	
Date: 25-09-2012	Status: FINAL	Version: 2

```

int PtInPoly(int nvert, float *vertx, float *verty, float testx, float testy)
{
    int i, j = 0;
    int a, b, c = 0;
    float num, denom = 0;

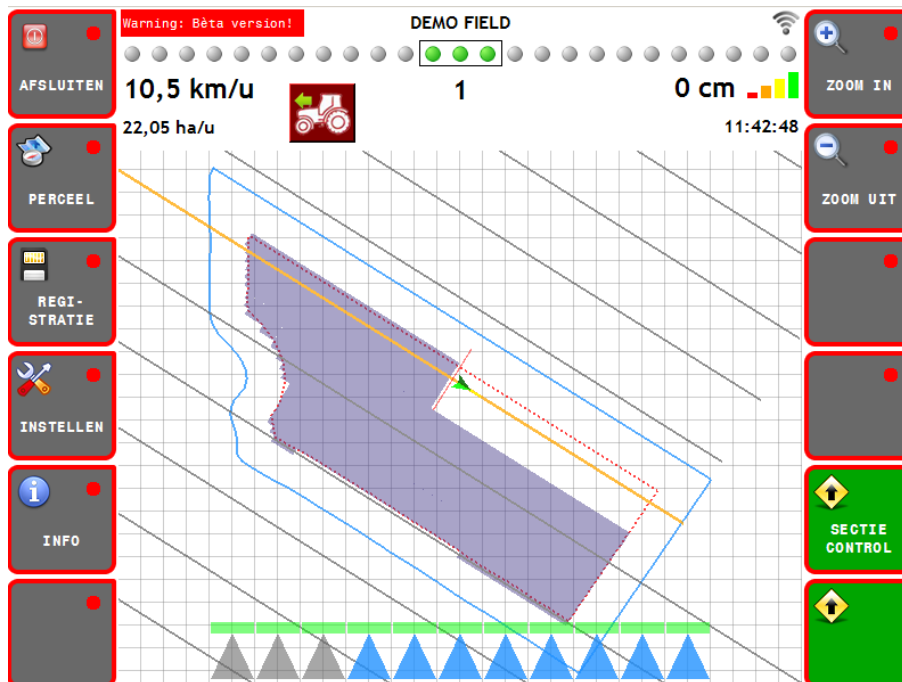
    for (i = 0, j = nvert-1; i < nvert; j = i++)
    {
        num = (vertx[j]-vertx[i]) * (testy-verty[i]);
        denom = (verty[j]-verty[i]);

        a = ((verty[i]>testy) != (verty[j]>testy));
        b = (testx < (num/denom + vertx[i]));



        if (a && b) c = !c;
    }
    return c;
}

```

Volgens de doelstelling van het project moet ook voldaan worden aan de mogelijkheid om enkel te spuiten binnen een perceel contour. Dit wil zeggen, als de rand van het perceel bekend is, mag daarbuiten niet gespoten worden. Hiervoor kan hetzelfde principe gebruikt worden. Voor de perceel contour geldt dat sectie posities buiten de contour uitgeschakeld dienen te worden. Voor de gebruiker is er een instelmogelijkheid toegevoegd om deze contour te verkleinen zodat rekening kan gehouden worden met een spuitvrije kopakkerrand.



Figuur 5: Perceelcontour (blauw) met kopakkerrand (rood)

	Hoge resolutie ISOBUS sectiebesturing	
	Project Finalization Document	
Date: 25-09-2012	Status: FINAL	Version: 2

4. Resultaten



De meeste resultaten werden verkregen door veldproeven met een zelfrijdende spuit met 48 secties. Daarnaast is er ook 1 proef gedaan met een spuit met 96 secties (individuele doppen). Hoewel de software module ook beschikbaar was voor het testen met getrokken spuiten, heeft dit vanwege tijdsgebrek niet meer plaats kunnen vinden.

Uit de veldproeven is gebleken dat de software module uitstekende resultaten levert voor zowel de 48 als de 96 sectieconfiguratie.



Figuur 6: Overzicht registratie data (48 secties)

Bovenstaande figuur geeft het resultaat weer van een veldproef waarbij een zelfrijdende spuit met 48 secties gebruikt werd en waarbij 100% overlap werd betracht.

	Hoge resolutie ISOBUS sectiebesturing	
	Project Finalization Document	
Date: 25-09-2012	Status: FINAL	Version: 2

5. Conclusies en vervolg ontwikkeling

Dit project heeft aangetoond dat het mogelijk is om een hoge resolutie sectiecontroller te ontwerpen en te implementeren. Ondanks de beperkte tijd die beschikbaar was voor het testen van de module, konden we toch aantonen dat de module goede prestaties leverde voor spuitboomconfiguraties met 48 secties en met 96 secties. Verder testwerk dient nog te gebeuren voor getrokken spuiten waarbij de machine een hoek maakt ten opzichte van de tractor. We verwachten echter geen noemenswaardige impact op de prestaties van de module.

De sectiecontrole module vergt wel wat rekencapaciteit van de terminal waarop de applicatie draait. De vereiste rekenkracht neemt uiteraard toe met het aantal secties, maar is verder ook afhankelijk van vorm en afmetingen van het perceel en het pad dat gereden wordt om het perceel te bewerken. Voor de tests werd gebruik gemaakt van Intel Atom gebaseerde platformen (Atom N455 en Z530) en bleek de module weinig/geen problemen te ondervinden bij een groot aantal secties. Er is echter niet concreet nagegaan bij welke configuratie en bij welke omstandigheden de module door de knieën zou gaan. Hoewel de praktijktesten uitwijzen dat er niet echt nood is aan optimalisatie van het rekenwerk, zijn er toch enkele punten aangestipt om de hoeveelheid bewerkingen tot een minimum te beperken. Zo is er nog ruimte voor optimalisatie tijdens de registratie en de detectie.

Tijdens het testen werden ook nog enkele verbeterpunten toegevoegd die in de initiële opdracht niet ter sprake waren gekomen. Zo is het onder andere mogelijk om naast een overlap percentage ook een voorwaartse overlap in meters op te geven. Hiermee kan een gebruiker aangeven dat er altijd een bepaalde overlap gewenst is. Dit komt voor als men loodrecht op een gespoten stuk van het perceel rijdt. Zonder deze instelling zou het algoritme immers altijd op de grens een commando geven waardoor er theoretisch nooit overlap kan ontstaan.

Ten slotte kwam tijdens dit project de mogelijkheid voor variabele dosering per sectie ter sprake. Aangezien de positie van elke individuele sectie gekend is, kan er ook aan de hand van een doseerkaart bepaald worden wat de gewenste dosering is op de plek waar de sectie zich bevindt.

Voor meer informatie betreffende de hoge resolutie sectiebesturing en de ontwikkelde software kunt u contact opnemen met SBG Precision Farming:

SBG Precision Farming BV

Hoornseweg 22

1775 RB Middenmeer

Nederland

Telefoon 0031 (0227) 54 93 00

E-mail info@sbg.nl