

Handleiding: Schoffelen in de rij op basis van de RTK-GPS positie van planten

Dit is een publicatie in het kader van het CCBT-project I-ROWeed



INHOUD

1. INLEIDING.....	3
2. PLANTEN OP RTK-GPS	4
3. SCHOFFELEN OP RTK-GPS POSITIE.....	4
4. BOUWPLAN	6
5. VORM VAN DE MESSEN	8
6. AANSTURING	8
MEER INFO	9
DANKWOORD	9



1. INLEIDING

Mechanische onkruidbestrijding wint de laatste jaren aan belang, mede onder druk van de toenemende maatschappelijke, ecologische en regelgevende bezorgdheid rond het gebruik van chemische herbiciden. Steeds vaker worden telers geconfronteerd met beperkingen op het gebruik van bepaalde middelen, verminderde effectiviteit door resistentie, en een groeiende vraag naar duurzamere teeltpraktijken. In dat kader vormt mechanische onkruidbestrijding een cruciaal alternatief. Voor de biologische productie, waar chemische herbiciden niet zijn toegestaan, is een doeltreffende mechanische aanpak bovendien onmisbaar om de teelt succesvol te laten verlopen.

Voor het bestrijden van onkruid tussen de rijen hebben technieken zoals schoffelen hun waarde ruimschoots bewezen. Ze zijn relatief efficiënt, breed inzetbaar en technisch goed onderbouwd. Echter, de onkruidbestrijding in de rij blijft een grotere uitdaging. Hoewel fingerwieders en torsiewieders gedeeltelijk in deze behoefte voorzien, zijn ze slechts beperkt effectief, zeker bij een grotere onkruiddruk of gevoelige gewassen. Wiedeggen biedt hier enkel soelaas in het vroege groeistadium, wanneer het verschil in grootte tussen gewas en onkruid nog beperkt is. De noodzaak om regelmatig te wiedeggen verhoogt bovendien de arbeidsdruk.

Hightech oplossingen zoals cameraschoffels maken een meer gerichte aanpak in de rij mogelijk. Toch zijn deze systemen vaak duur in aankoop en onderhoud, en bovendien afhankelijk van gesloten, fabrikantgebonden (proprietary) technologieën, waardoor een afhankelijkheid van de fabrikant ontstaat. Bovendien functioneren camera-systemen niet altijd even betrouwbaar, vooral wanneer het gewas al verder ontwikkeld is: het juiste centrum van de plant wordt dan moeilijker herkend, wat de precisie van de schoffelbewerking ondermijnt.

Een alternatieve piste is het inzetten van precieze gewasposities via RTK-GPS. Door bij het zaaien of planten de exacte positie van elke plant vast te leggen, wordt het mogelijk om later met grote nauwkeurigheid in de rij te schoffelen, zonder beroep te doen op camera's of visuele herkenning. Vanwege de openheid van de gebruikte data, kan een systeem ontwikkeld worden dat niet fabrikantgebonden is.

Een opvallend voorbeeld van een commercieel systeem dat volledig op deze logica is gebaseerd, is de FarmDroid FD20. Deze autonome veldrobot zaait gewassen met RTK-nauwkeurigheid en slaat daarbij de exacte positie van elke plant op. Nadien gebruikt hij die gegevens om zowel tussen als in de rij mechanisch te wieden, volledig zonder camera's. Het systeem werkt volledig autonoom op zonne-energie en is inmiddels in gebruik bij tal van biologische telers in Europa, vooral in gewassen met grote plantafstanden zoals bieten, uien of soja. Het is echter belangrijk te benadrukken dat dit gaat om een volledige robot – geen werktuig dat eenvoudig aan een bestaande trekker kan worden gekoppeld. Daardoor is de toegankelijkheid van dit systeem beperkt tot bedrijven die bereid zijn in een aparte, autonome eenheid te investeren.

Er zijn belangrijke uitdagingen verbonden aan deze aanpak. Ten eerste vereist het systeem een zeer precieze en consistente zaai- of plantmethode waarbij de RTK-positie van elke plant exact wordt vastgelegd én opgeslagen in een bruikbaar formaat. Daarnaast moet de schoffelmachine met minstens evenveel nauwkeurigheid die posities kunnen volgen, wat vraagt om een stabiele RTK-correctie en een zeer nauwkeurige mechanische aansturing. Ook opslag, beheer en koppeling van de plantdata aan de juiste bewerkingstijdstippen vormt een technisch knelpunt. Tenslotte ontbreekt het op de markt momenteel nog aan kant-en-klare commerciële oplossingen die deze werkwijze ondersteunen, waardoor maatwerk of onderzoekssamenwerking vaak noodzakelijk is.

Deze handleiding beschrijft hoe je als teler of onderzoeker die positiegegevens praktisch kunt benutten voor mechanische onkruidbestrijding *in de rij*, met behulp van RTK-GPS-gestuurde werktuigen. Omdat de opbouw van zo'n machine afhankelijk is van de reeds aanwezige mechanisering, wordt de handleiding conceptueel benaderd en hoopt deze de inzichten te geven die nodig zijn voor een eigen opbouw.

2. PLANTEN OP RTK-GPS

Er bestaan weinig plantmachines die vanuit de fabriek kunnen planten op RTK-GPS (waar de planten op exacte posities kunnen afgezet worden). Meestal is dus een aanpassing van een bestaande machine nodig. Een plantmachine met een mechanische aandrijving d.m.v. een rol of loopwiel zal uitgerust moeten worden met een elektromotor die kan aangestuurd worden om op bepaalde momenten een plant af te zetten.



Figuur 1: D.m.v. een elektromotor op de plantmachines kunnen planten precies afgezet worden op basis van een signaal afkomstig van het gps-systeem.

3. SCHOFFELN OP RTK-GPS POSITIE

Er zijn twee benaderingen om RTK-GPS te gebruiken voor het aansturen van een schoffelmachine voor in-de-rij-onkruidbestrijding. Beide maken gebruik van RTK-GPS bij het planten, maar verschillen sterk in hoe de plantinformatie daarna wordt gebruikt.

Methode 1: Relatieve positionering op basis van vaste plantafstand

Bij deze methode wordt bij het planten geen logging van individuele plantposities uitgevoerd. In plaats daarvan wordt RTK-GPS gebruikt tijdens het planten om de plantafstand constant te houden ten opzichte van een vast referentiepunt op het veld.

Tijdens het schoffelen wordt deze informatie hergebruikt. De operator stelt de schoffelmachine in met:

- het startpunt van de rij
- de plantafstand (bv. 33 cm tussen planten in de rij);



Vanaf dat moment kan de schoffelmachine zelf de plantposities berekenen en volgen, op basis van het initiële referentiepunt en de opgegeven plantafstand.

Voordelen:

- Loggen tijdens het planten niet nodig
- Data-overdracht is minimaal.

Nadelen:

- Handmatige instellingen zijn cruciaal bij elke bewerking: het juiste startpunt moet exact gekozen worden.
- Geen foutcorrectie mogelijk: als het planten niet perfect gelijkmatig gebeurde, wijkt de schoffel af.
- Meer werk en kans op fouten bij het wisselen van percelen of teelten.

Methode 2: Absoluut georeferendeerde plantlocaties met logging

Bij deze methode wordt de exacte RTK-positie van elke plant geregistreerd tijdens het planten. Dit vereist:

- Loggen van de data tijdens het planten
- Nauwkeurig afgestelde RTK-GPS en plantmachine, zodanig dat de gelogde posities exact overeenkomen met de plaats van de planten.

Bij het schoffelen leest de machine het bestand met plantlocaties in, en kan dan zonder verdere afstemming gewoon het veld in rijden. De schoffel werkt dan op basis van de absolute geolocaties van de planten, ongeacht kleine afwijkingen of variaties in plantafstand of -richting.

Voordelen:

- Geen nood aan manuele instellingen of startpunten bij het schoffelen.
- Robuust tegen afwijkingen bij het planten.

Nadelen:

- Complexere installatie en kalibratie van de planter.
- Meer technische kennis vereist bij opbouw en interpretatie van data.

Deze methode is ideaal voor systemen waar precisie, automatisering en robuustheid prioriteit krijgen. Ze laat ook toekomstige koppelingen toe met andere toepassingen, zoals opbrengstmonitoring of plaats-specifieke teelthandelingen.

Beide systemen hebben hun plaats. Methode 1 is praktischer en toegankelijker voor telers die reeds over RTK-sturing beschikken en bereid zijn om handmatige instellingen te maken. Methode 2 biedt de grootste automatiseringsgraad en precisie, maar vraagt meer voorbereiding, hardware en technische ondersteuning.

4. BOUWPLAN

De machine voor in-de-rij-onkruidbestrijding is opgebouwd rond een eenvoudig principe: twee messen die om een as kunnen draaien en zo tijdelijk uit de rij worden weggeklapt wanneer een plant wordt genaderd. Dit maakt het mogelijk om dicht rond de plant mechanisch te wieden zonder het gewas te beschadigen.



Figuur 2: Deze module voor het schoffelen in de rij kan op een bestaande schoffel opgebouwd worden.

1. Werkende elementen: messen op rotatieassen

Centraal op de constructie bevinden zich twee schoffelmessen, gemonteerd op een horizontale as. Elk mes is afzonderlijk draaibaar en kan met behulp van een pneumatische cilinder in een snelle beweging uit de rij worden gezwenkt. Wanneer de plant is gepasseerd, zwaait het mes terug in werkpositie om opnieuw onkruid te verwijderen tot aan de volgende plant.

Deze eenvoudige mechanische opstelling is robuust, onderhoudsvriendelijk en vlot aanpasbaar aan verschillende rijen of gewastypen.



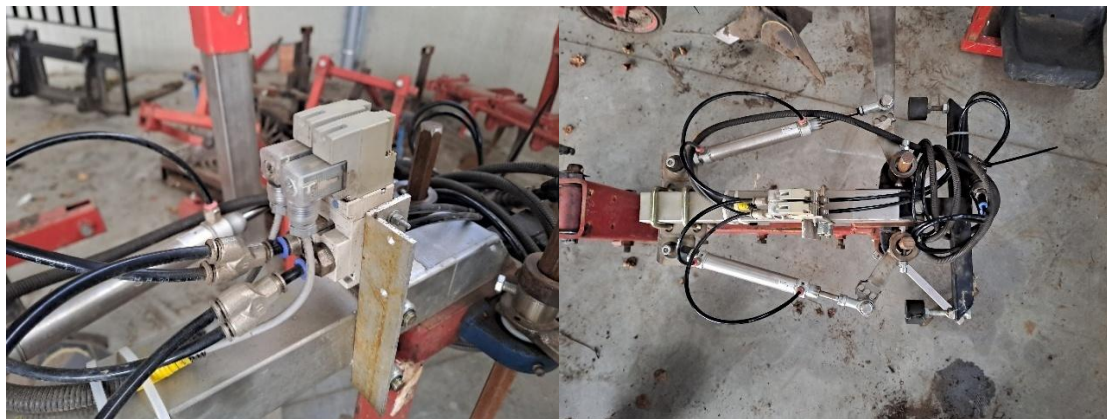


Figuur 3: De messen draaien om een as en kunnen zo in en uit de rij gebracht worden.

2. Aandrijving: pneumatische cilinders met elektrische ventielen

De beweging van de messen wordt aangestuurd via pneumatische cilinders, die elk op een draaipunt van de messen zijn gemonteerd. De cilinders worden op hun beurt gestuurd door een elektrisch bediende ventielgroep, die luchtdruk toekent of ontlast naargelang het signaal van de besturingseenheid.

De elektrische klep reageert op pulsen vanuit het GPS-systeem en schakelt razendsnel tussen open, dicht of neutraal, waardoor de messen op het juiste moment kunnen wegdraaien. Op de foto's zie je dat de ventielgroep stevig op het frame is gemonteerd, met korte luchtslangen richting de cilinders voor minimale drukverlies en reactietijd.



Figuur 4: De messen kunnen in- en uit de rij gebracht worden door twee pneumatisch cilinders die d.m.v. elektrische ventielen gestuurd kunnen worden o.b.v. een elektrisch signaal.

3. Luchtvoorziening: drie mogelijke bronnen

De pneumatische energie die nodig is om de cilinders aan te sturen, kan op verschillende manieren worden geleverd:

- Compressor op de aftakas: een oplossing waarbij een luchttank onder druk wordt gehouden door een compressor aangedreven door de tractor.

- Losstaande compressor met verbrandingsmotor of elektromotor: deze unit kan gemonteerd worden op de machine.
- Groot drukvat: ideaal voor kortere bewerkingen. Deze optie is compact en stil, maar beperkt in capaciteit.

4. Frame en montage

De hele werktuigconstructie is gemonteerd op een bestaande schoffelbalk. Op deze schoffelbalk werd een constructie voorzien voor de bevestiging van de messen met de pneumatische cilinders.

5. Aansturing via RTK-GPS en rasterfunctie

De elektrische aansturing van de pneumatische ventielen gebeurt via een koppeling met het RTK-GPS-systeem op de trekker. Op basis van een ingestelde rasterfunctie weet het systeem exact waar zich planten bevinden in de rij, en stuurt het op die momenten een 12V signaal naar het ventielblok.

Deze timing is cruciaal: bij toenadering tot een plant opent het ventiel kortstondig en laat het mes wegklappen; daarna sluit het ventiel weer en keert het mes terug in werkpositie. Hierdoor wordt telkens een 'gat' in de schoffelbeweging gemaakt net op de plaats van de plant.

5. VORM VAN DE MESSEN

De vorm van de messen is cruciaal. Door de vorm van de messen aan te passen kan een zo groot mogelijk oppervlak van de bodem bewerkt worden, rekening houdend met de beperkingen van de machine. Wij geloven dat de vorm van de messen die bij het Proefstation voor de Groenteteelt gebruikt werden nog verder verbeterd kunnen worden. Zo zouden sikkelvormige messen al voorbij de plant kunnen schoffelen vooraleer de messen zicht terugtrekken.

Bij de toepassing bij het Proefstation voor de Groenteteelt werden dubbele messen gebruikt zowel aan de binnen- als aan de buitenkant van de rij. Dit omdat er een strook aan de binnenkant van de rij anders onbewerkt bleef.

6. AANSTURING

Op het Proefstation voor de Groenteteelt wordt gebruikgemaakt van een RTK-GPS-systeem dat beschikt over een rasterfunctie. Deze rasterfunctie vormt een essentieel onderdeel van het systeem en zorgt ervoor dat de plantafstanden nauwkeurig kunnen worden aangehouden. Wanneer men niet over een dergelijke ingebouwde rasterfunctie beschikt, moet men zelf een combinatie van hardware en software (eventueel met een PLC) ontwikkelen om dit te realiseren. Daarnaast bieden sommige fabrikanten een eenvoudige, externe rastermodule aan als alternatief.

Het is van groot belang dat zowel bij het planten als bij het schoffelen gebruik wordt gemaakt van hetzelfde systeem. De rasterfunctie bestaat uit een stukje software waarin de gewenste plantafstand kan worden ingegeven. Op basis van de GPS-locatie berekent deze software wanneer de ingestelde afstand is bereikt. Op dat moment geeft de rasterfunctie een signaal door aan een hardwarecomponent, die vervolgens een puls genereert naar de plantmachine. Deze puls activeert de plantmachine, waardoor er op het juiste moment een plant wordt geplant. Hetzelfde systeem kan eveneens ingezet worden voor de schoffelmachine: in dat geval wordt de

puls telkens naar de schoffel gestuurd, zodat deze in of uit de rij beweegt, afhankelijk van de positie van de plant.

De software verzorgt het rekenwerk, terwijl de hardware verantwoordelijk is voor het geven van de puls. Wanneer er gewerkt wordt volgens het principe van vaste plantafstand, is het niet nodig om de exacte plantlocatie te loggen. Indien men echter de exacte positie van elke plant wil registreren, wordt de software en de inrichting ervan aanzienlijk complexer. Dan moet er namelijk ook rekening worden gehouden met vertragingen en offsets van de machine ten opzichte van de GPS-antenne.

Wanneer je ervoor kiest om zelf de software te ontwikkelen, is het van groot belang dat je software zeer snel NMEA-data (GPS-locatie) kan inlezen en hierop wiskundige berekeningen kan uitvoeren. Op het moment dat de ingestelde afstand is bereikt moet de software een puls genereren die aan de betreffende machine wordt doorgegeven. Dit vraagt om een nauwkeurige en betrouwbare programmering, want elke afwijking in de berekeningen of timing kan direct invloed hebben op de precisie van het plant- of schoffelproces.

MEER INFO

Renik Van den Eynde

Renik.van.den.eynde@proefstation.be
www.proefstation.be

DANKWOORD

Deze publicatie werd opgesteld in kader van het CCBT-project: “I-ROWeed: Innovatieve onkruidbeheersingstechnieken in de rij voor groenteteelt”, met steun van het Agentschap Landbouw & Zeevisserij van de Vlaamse overheid.

