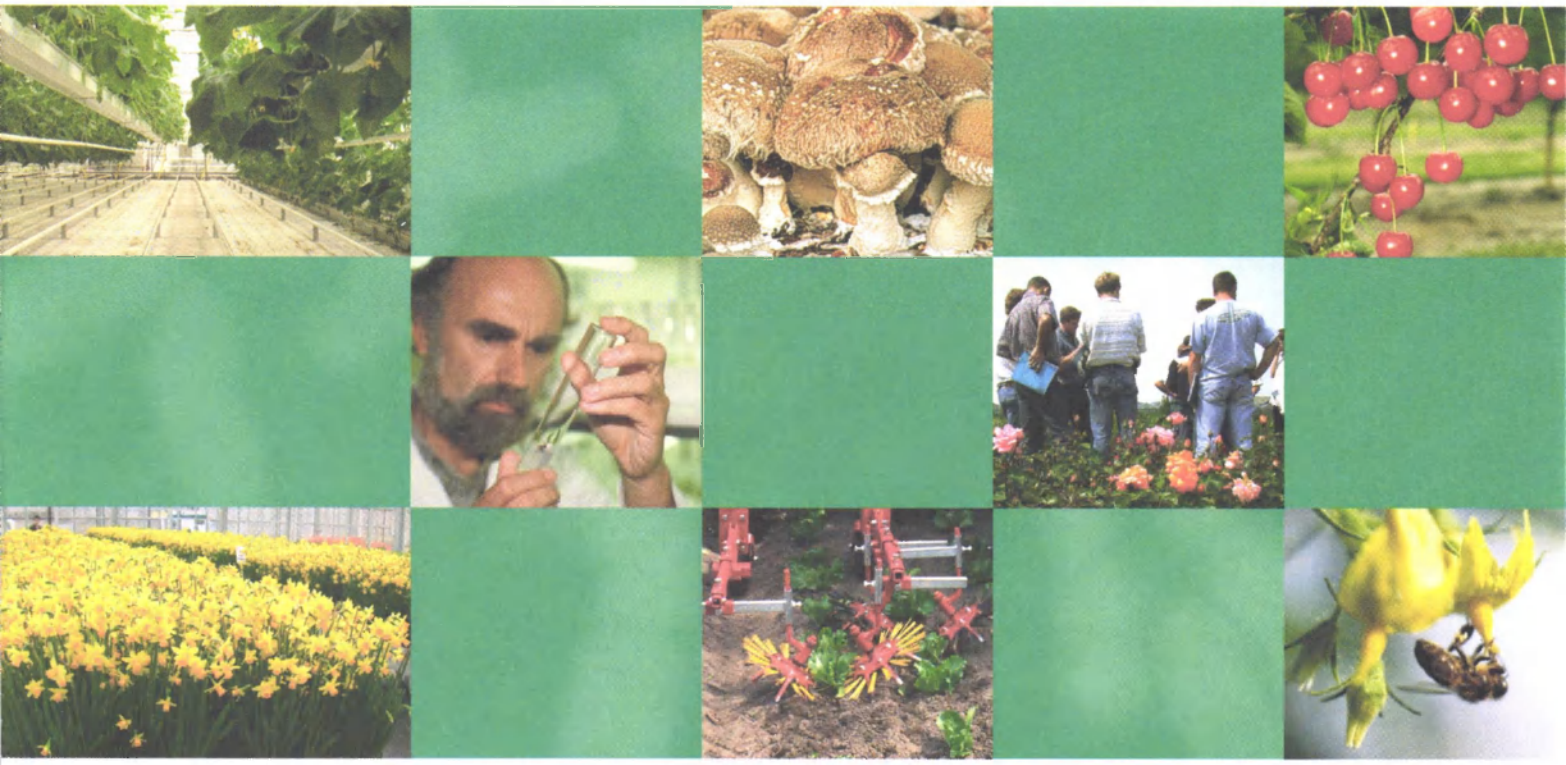
PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING
WAGENINGEN UR

Radio Frequenced Identification in de laanbomenteelt

Toepassing RFID bij Ebben boomkwekers

J.W. van der Wekken
R. Schreuder



Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit
Juni 2007

PPO nr. 3236040200

BIBLIOTHEEK
PPO sector Bloembollen
postbus 85
2160 AB Lisse
0252 462121

Radio Frequenced Identification in de laanbomenteelt

Toepassing RFID bij Ebben boomkwekers

J.W. van der Wekken
R. Schreuder

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit
Juni 2007

PPO nr. 3236040200

913
MA
2286560

© 2007 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving 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 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit is een vertrouwelijk document, uitsluitend bedoeld voor opdrachtgever Ebben boomkwekers en voor intern gebruik binnen PPO. Niets uit dit document mag worden gebruikt, vermenigvuldigd of verspreid voor extern gebruik.

Projectnummer: 3236040200

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Bloembollen, Bomen & Fruit

Adres	:	Prof. Van Slogterenweg 2, Lisse
	:	Postbus 85, 2160 AB Lisse
Tel.	:	0252 – 46 21 21
Fax	:	0252 – 46 21 14
E-mail	:	infobollen.ppo@wur.nl
Internet	:	www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

MANAGEMENT SAMENVATTING 5

1 INLEIDING 7
1.1 Doelstelling 7
1.2 Aanpak 7
1.2.1 Kader 7

2 TEELTHANDELINGEN EN ADMINISTRATIE 9
2.1 Voorbereidingen teelt 9
2.2 Teelt 9
2.3 Afleveren en handel 10
2.4 Handelingen kwekerij 10
2.5 Administratie 12

3 RFID TECHNIEK 15
3.1 RF-tags 15
3.2 Toepassingsgebieden van diverse RF-tags 16
3.3 Dataopslag en RF-tags 16
3.4 Communicatie 17
3.5 RF-tags versus Barcodes 18
3.6 Implementatie 19
3.7 Wetgeving en standaardisatie 20

4 RFID EN BOOMKWEKERIJ 21
4.1 Inleiding 21
4.1.1 Type tag 21
4.1.2 Ervaringen 21
4.2 RFID en Ebben boomkwekers 22
4.3 Scenario's 23
4.3.1 Scenario 1 Registreren op partijniveau zonder tag 23
4.3.2 Scenario 2 Tag in boom tijdens gehele teelt 24
4.3.3 Scenario 3 Tag aan boom vanaf verkoopbaar stadium 26
4.3.4 Elektronisch kwekerijboek; Scenario 4 Tag aan boom tag per rij 26
4.3.5 Kosten van de scenario's 28

5 VERVOLG EN PILOT 31

6 SAMENVATTING EN CONCLUSIES 33

LITERATUUR 35

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Management samenvatting

Dit rapport is bedoeld als inventarisatie van de mogelijkheden van Radio Frequency Identification (RFID) voor Ebben boomkwekers. Dit als basis voor een pilot om te testen of deze ideeën in de praktijk werken.

RFID wordt toegepast in de bomen. De afnemers van laanbomen vragen steeds vaker om een boom voorzien van een RFIDtag met als belangrijkste reden tracking&tracing van de boom. De tags worden met het afleveren aangebracht.
Het is wellicht aantrekkelijk om het toepassingsgebied van de chips uit te breiden naar de teeltfase in de boomkwekerij. Gevraagd wordt om een inventarisatie welke meerwaarde deze chips kunnen hebben in de kwekerij, welke mogelijke problemen er zijn bij het toepassen en welke extra kosten er gemaakt moeten worden.

Dit leidt tot de volgende doelstellingen:
a) Verkenning scenario's voor toepassen RFID tags in laanbomenteelt
b) Toetsing economische haalbaarheid gebruik RFID tags (meerwaarde tov meerkosten)
c) Identificatie van onderzoeksvragen voor een pilotstudie onder veldomstandigheden

De scenario's richten zich op de administratie en registratie die bij de teelt nodig zijn. Dat is ten slotte de basis voor de benodigde informatie. Hieronder zijn drie scenario's geformuleerd, waarvan één zonder RFID en twee met RFID.

Scenario 1 Registreren op partij niveau zonder tag
In dit scenario worden alle handelingen in de teelt geregistreerd in een software pakket. Hiervoor zou bijvoorbeeld het pakket van Opticrop een goede optie zijn.
Uit Tabel 4 blijkt dat de meeste van de handelingen met een partij of perceelsregistratie toekunnen. Een beperkt deel van registraties is de RFID tag een hulpmiddel. Dit scenario is bedoeld om te kijken of het nu werkelijk nodig om te investeren in een systeem met RFID.

Werkwijze
Tijdens het teeltseizoen worden alle handelingen in het systeem ingevoerd. Als bijvoorbeeld een perceel bemest is, moet daarna deze handeling ingevoerd, de hoeveelheid en type bemesting. Dat geld ook voor bespuitingen en onkruidbestrijding. Aan het einde van het jaar of teelt kunnen alle activiteiten opgevraagd en vergeleken worden. Wanneer de uitgevoerde handelingen gekoppeld worden aan een tijdsregistratie kan een goed overzicht in teelthandeling en kostprijs verkregen worden.
De handelingen kunnen ook op partij niveau worden verwerkt om nauwkeuriger informatie te verkrijgen. Het invoeren van de informatie gebeurd door op een kaart het betreffende perceel of de betreffende partij en te selecteren en de handeling in te voeren. Deze kaarten worden door middel van GPS (Global Positioning System) ingetekend. De registratie kunnen op een pocket computer in het veld uitgevoerd worden.

Scenario 2 Tag in boom tijdens gehele teelt
Dit scenario is een verlengde van het principe dat nu bij gemeenten wordt toegepast. De tijd dat de boom op de kwekerij is, is hij te identificeren door middel van tag in de boom. Wanneer de boom de kwekerij verlaat stopt de identificatie De verkregen informatie blijft in de databases op de kwekerij.

Werkwijze
Wanneer de spil de boomkwekerij inkomt krijgt hij een chip en wordt in het systeem geïdentificeerd. Doordat de boom vanaf dat moment een uniek element is kan alles wat de boom ondergaat geregistreerd worden. De registratie vind plaats door een handheld computer met daarin een Rfid leesapparaat. Deze lezer zal met de huidige techniek nog dicht (zo'n 20 cm) bij de boom gehouden moeten worden.
Dat begint bij de kroonsnoei in de loods, bij het planten wordt de locatie op perceels- en rijniveau vastgesteld, de werkzaamheden als spuiten en bemesten kunnen op perceelsniveau ingevuld worden.

Het meten en tellen wordt nu een handeling. De boom wordt gemeten, de maat ingevoerd en daarmee geteld. Als alle bomen gemeten zijn is het aantal per maat via, een nog te ontwikkelen, software op te vragen. Als de boom gerooid wordt om af te leveren kan de verkoper met de klant in het perceel de boom uitzoeken, dit met de handheld registreren, een order opmaken en de rooiploeg opdracht geven om deze op de gewenste tijd te rooien en af te leveren. In feite zoals orderpicken in een magazijn.

Scenario 3 Tag aan boom vanaf verkoopbaar stadium
In dit scenario wordt de boom niet de gehele tijd in de kwekerij gevolgd, maar slechts het laatste deel, in het jaar dat boom voldoende groot voor verkoop is. Dat zal het derde teeltjaar zijn. Omdat de tag niet meerwaarde levert van het volgen van alle werkzaamheden is hier gekozen voor een tag die aan de boom bevestigd wordt en na het afleveren weer opnieuw gebruikt kan worden.

Werkwijze
In de zomer van het derde teeltjaar wordt de tag aan de boom gehangen en geregistreerd. Dat kan op een geschikt moment in de arbeidsfilm van het bedrijf. Tijdens het meten van boomdikte wordt de dikte in het systeem opgeslagen bij die gemeten boom. Daardoor kan eenvoudig de voorraad bepaald worden. Ook met uitzoeken van de boom door klant kan van de chip gebruikt gemaakt worden: de verkochte bomen worden uitgezocht en in een order geplaatst. Het systeem is minder waterdicht om de tag aan de boom verplaatsbaar is. Tijdens de logistieke afhandeling zijn ook voordelen te behalen door te controleren of het orderpicken correct is gedaan.

In dit scenario wordt een partij bomen tijdens de tijd in de kwekerij gevolgd. Het registreren richt zich op de aantallen bomen in de kwekerij. Het systeem bestaan uit een tag aan de boom en een tag per rij in het perceel.

Scenario 4 Elektronisch kwekerijboek, Tag aan boom en in rij

Werkwijze
Net na het planten worden de tags per rij in het perceel geplaatst, en de tag aan de boom gehangen. Vanaf dat moment kunnen aantallen bomen bepaald worden ten behoeve van het kwekerijboek.
Momenteel zal tijdens het planten een administratie bijgehouden worden welke partij op welke plaats geplant is. Wanneer iemand van de plantploeg dat meteen tijdens het planten in zijn pocket pc invoert is direct de meest actuele versie beschikbaar. Hij hoeft daartoe de eerste boom van een partij (die momenteel ook al met een tag is uitgerust) te scannen en het rijnummer en aantal van die partij op te geven.
Tijdens werkzaamheden die invloed op de voorraad hebben moeten deze wijzigingen in de pocketpc ingevoerd worden.
Dat betreft de volgende werkzaamheden:

1. Verwijderen en opruimen
2. (selectief) Rooien
3. Perceel leegmaken

1 Inleiding

Ebben boomkwekers is een bedrijf met een omvang van circa 200 hectare. De laan- en parkbomen, vormbomen en solitaire heesters vanaf de maten 12-14 cm tot en met een stamomvang van 80-100 cm vinden hun weg in geheel Europa. Het leveren van een kwalitatief product staat hoog in het vaandel. Een goed advies bij de soortenkeuze, het bieden van cultuurtechnische oplossingen in alle omgevingen en de mogelijkheid van garantie en nazorg van het product onderstrepen dat.
Om al deze activiteiten tot stand te brengen is een administratief proces voor de gehele kwekerij beschikbaar. Het belangrijkste onderdeel; de orderverwerking en facturering is geregeld met een managementsysteem (VACC van TSD software). Momenteel wordt In de kwekerij wordt nog veel spreadsheets en schriften gewerkt. De techniek van Radio Frequenced Identification, kortweg RFID, kan hier wellicht ondersteuning bij bieden. Dit rapport inventariseert de mogelijkheden. Basis hiervoor zijn verschillende gesprekken met mensen van Ebben boomkwekers.

1.1 Doelstelling

Radio Frequency Identification (RFID) wordt toegepast in bomen. De afnemers van laanbomen vragen steeds vaker een gechipte boom met belangrijkste reden tracking&tracing en beheer van de boom. De chips worden met het afleveren aangebracht door de boomkweker aangebracht, of door de afnemer zelf.
Het is wellicht aantrekkelijk om het toepassingsgebied van de chips uit te breiden naar de teeltfase. Dit rapport geeft een inventarisatie over welke meerwaarde deze chips kunnen hebben in de kwekerij, welke mogelijke problemen er zijn bij het toepassen en welke extra kosten er gemaakt moeten worden.

Dit leidt tot de volgende doelstellingen:
d) Verkenning scenario's voor toepassen RFID tags in laanbomenteelt
e) Toetsing economische haalbaarheid gebruik RFID tags (meerwaarde tov meerkosten)
f) Identificatie van onderzoeksvragen voor een pilotstudie onder veldomstandigheden

1.2 Aanpak

Bij deze inventarisatie is de Boomkwekerij Ebben uitgangspunt. Als basis voor de inventarisatie dienen de bedrijfsprocessen beschreven in het kwaliteitshandboek. Op basis van het kwaliteitshandboek zullen schematisch implementatie scenario's opgesteld worden. Op basis van deze scenario's wordt een overzicht (praktische) voor- en nadelen en kosten en opbrengsten gemaakt.

De Haalbaarheidsstudie maakt gebruik van de hoeveelheid kennis die bij PPO aanwezig is op het gebied van teelt van laanbomen en boomkwekerijgewassen. Dit betreft niet alleen teelttechnische kennis, maar ook kennis op het gebied van economie en bedrijfskunde.

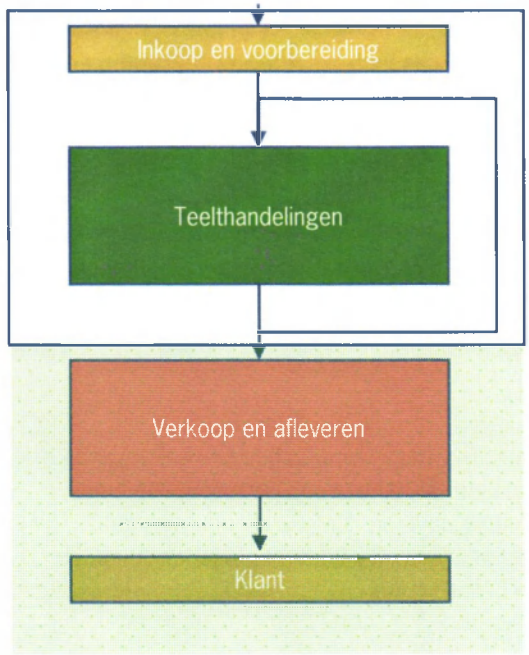
Gedurende de haalbaarheidsstudie zullen geen experimenten worden uitgevoerd.

1.2.1 Kader

De activiteiten bij Ebben bestaan uit inkoop van bomen. Deze worden geteeld en afgeleverd of doorgeteeld tot een grotere maat. De activiteiten na de teelt zijn verkoop en logistiek afhandeling. Zie hiervoor figuur 1.
In dit rapport zijn de bedrijfsactiviteiten Inkoop en teelt aan de orde. De verkoop en logistieke afhandeling

naar de klant wordt niet behandeld. Deze activiteiten worden op dit moment in VACC[1] bijgehouden en aangestuurd. De activiteiten bij Inkoop en teelt worden verder in het rapport beschreven en gekoppeld aan de administratieve handelingen.

Figuur 1 Overzicht van de teelt van laanbomen bij Ebben



Dit is overzicht is basis voor verder schema's in dit rapport.

[1] VACC: management systeem voor verkoop, voorraad en handel van TSD software

2 Teelthandelingen en administratie

Om de vernieuwingen met Radio Frequenced Identification (RFID) inzichtelijk te maken zijn in figuur 2 de huidige teelthandelingen weergegeven. Op basis van de huidige teeltopbouw wordt gekeken waar RFID geïmplementeerd kan worden en wat de nieuwe informatie op kan leveren. Daarbij wordt vooral gekeken naar kosten en handelingen van het administratieve proces van de teelt. Deze handelingen laten zich indelen in drie categorieën zoals ook in figuur 1 is weergegeven:

1. voorbereiding (bijv. Inkoop en ontvangst en planten)
2. teelt (bijv. snoeien, bemesting, gewasbescherming)
3. afleveren (bijv. rooien en verkoop) naar klant

De administratie van de handelsfase (verkoop), die buiten figuur 2 valt wordt momenteel in management systeem voor verkoop en inkoop (VACC) verwerkt. Hieronder worden de handelingen bij de categorieën beschreven.

2.1 Voorbereidingen teelt

De start van een nieuwe teelt begint met de aankoop van spillen, meestal in de maat 10-12/ 12-14. Nadat de spillen bij de leverancier gerooid zijn worden ze of afgeleverd bij Ebben of afgehaald. Deze inkopen worden geregistreerd in VACC. De belangrijkste kenmerken die bijgehouden worden zijn: leverancier – soort – prijs - maat – inkoopdatum – afleverdatum
Na ontvangst van de spil wordt deze in de bedrijfshal beoordeeld, de ontvangstcontrole. Als de kwaliteit goedgekeurd is wordt in de bedrijfshal de kroon van de spil gesnoeid. Meestal wordt de spil zonder kluit geleverd, de wortels worden dan ook gesnoeid. Wondjes in de bast worden behandeld. Tot de opplant worden de spillen in de hal opgeslagen of opgekuild.
De opplant van de spillen wordt nauwkeurig op basis van tijd gepland. Als dat zover is, worden de spillen met een wagen naar het perceel gebracht en daar opgeplant. Op papier wordt bijgehouden waar en welke bomen geplant worden.

2.2 Teelt

Ieder teeltjaar kent een aantal bewerkingen. Deze zijn gericht op een evenwichtige en gezonde ontwikkeling van de spil tot boom.

Handelingen per jaar
In het eerste jaar wordt na het planten, meestal in de zomer, wordt een stok naast de boom gezet. Gedurende het seizoen wordt de boom meerdere malen aangebonden. Nadat de stok gezet is, wordt drie keer met katoen aangebonden. Het katoen verweerd gedurende het eerste jaar en is bedoeld om de boom recht te laten ontwikkelen. Na het katoen volgt aanbinden met groen plastic bindbuis. In de kroon wordt geel plastic bindbuis gebruikt. Tevens wordt maxtape gebruikt.
Jaarlijks worden ook gewasbescherming en bemestingen uitgevoerd. Hiervan wordt een administratie bijgehouden. De onkruidbestrijding vindt chemisch en mechanisch plaats. Vooral tijdens het eerste jaar wordt water gegeven door middel van een waterkanon. Hiervan wordt geen registratie bijgehouden.
Tegen het einde van de zomer en in de herfst vind de kroonsnoei op het veld plaats. Dit is bedoeld voor een juiste lengte en dikte verhouding en de gewenste vorm van de boom. Het rekening houden met soortspecifieke kenmerken zijn onderdelen van het vakmanschap van degene die het snoeiwerk uitvoert.
In dezelfde periode worden de bomen gekeurd: slechte exemplaren worden gemerkt door het aanbrengen van rode tape. Daarna worden de bomen verwijderd en opgeruimd. Alleen bij hele extreme uitval wordt een

aantekening gemaakt, verder wordt er geen registratie bijgehouden.
In het tweede jaar zijn ongeveer dezelfde werkzaamheden aan de orde. Het derde jaar is bedoeld om de boom door te ontwikkelen. Er wordt niet meer bemest en de snoei bestaat alleen uit correcties. In dit derde groei-jaar wordt de dikte van de bomen bepaald. Hiermee wordt in september een start gemaakt. De dikte van de boom wordt met een bepaalde kleur tape aangegeven. Er zijn dus dikteklassen. Daarna worden de bomen geteld.
Deze telling is basis voor de beschikbare voorraad voor de verkoop.
In het derde wordt selectief gerooid naar behoefte van de klant. Vanaf de verkoop wordt de verwerking administratief in VACC verwerkt.
In het vierde en vijfde jaar zijn gericht op de verdere groei van de boom. Er wordt vrijwel geen bemesting gegeven en geen water. In maart of april worden de bomen soms rondgestoken. Ook is diktemeting en tellen weer aan de orde. De gekleurde tapes aan de bomen geven voor de klant een visueel beeld van de maat in dat perceel.
Na het vijfde jaar, afhankelijk van het aflopen van de pacht op dat bepaalde perceel wordt het perceel leeggerooid. Soms wordt een deel van de bomen verplant. Dat op verschillende manieren: verplanten binnen het perceel, dus ruimer zetten en weer bij elkaar zetten; verplanten naar een perceel elders op het bedrijf; in bepaalde gevallen worden de bomen vernietigd. Het verplanten betreft een klein deel van het bedrijf. De belangrijkste teelthandelingen zijn ook hier aan de orde: gewasbescherming en onkruidbestrijding. Er wordt vrijwel geen bemesting gedaan en in vervolg groei-jaren wordt niet beregend. Eventueel worden de bomen in maart of april rondgestoken. In het najaar worden ze op dikte gemeten en geteld ten behoeve van het kwekerijboek en voorraad.

2.3 Afleveren en handel

De verkoop van bomen vind na de teelt plaats, dus vanaf het derde teelt jaar. Een deel van de verkopen bestaat uit handel; waarbij de bomen ingekocht zijn. Dit onderdeel wordt administratief ondersteund door VACC. Deze processen zijn beschreven en niet in dit rapport opgenomen.

2.4 Handelingen kwekerij

In figuur 2 zijn de handelingen die in de vorige paragrafen beschreven zijn weergeven.

1. voorbereiding
2. teelt
3. afleveren

Tijdens de hierboven beschreven en weergegeven (teelt)handelingen om de spil tot een verkoopbare boom te maken, vinden verschillende administratieve handelingen plaats om overzicht in alle processen te behouden.

	1e teeltjaar	2e teeltjaar	3e teeltjaar	4e teeltjaar	5e teeltjaar	jaar t/m n
Voorbereidingen	Inkoop bij de leverancier					
	Rooien door leverancier					
	Afhalen					
	Ontvangstcontrole					
	In de hal ondergronds (wortel) en bovengronds (kroon) snoeien					
	Opslag					
	Transport naar teeltperceel					
Teeltbewerkingen	Planten					Planten
	Stok plaatsen					
	Aanbinden	Aanbinden				
	Gewas-bescherming	Gewas-bescherming	Gewas-bescherming	Gewas-bescherming	Gewas-bescherming	Gewas-bescherming,
	Onkruid-bestrijding	Onkruid-bestrijding	Onkruid-bestrijding	Onkruid-bestrijding	Onkruid-bestrijding	Onkruid-bestrijding
	Bemesting	Bemesting				Bemesting
				Rondsteken	Rondsteken	Eventueel rondsteken in maart/april
	Watergeven	Watergeven				Watergeven
	Kroonsnoei op het veld	Kroonsnoei op het veld	Snoei			Snoei
			Dikte meting	Dikte meting	Dikte meting	Dikte meting
			Tellen	Tellen	Tellen	Tellen
	Verwijderen en opruimen	Verwijderen en opruimen				
Afleveren			Rooien voor afleveren 3 jarige teelt.	Rooien voor afleveren	Rooien voor afleveren	
					Perceel leegmaken, rooien	
			Verkoop	Verkoop	Verkoop	Verkoop

Figuur 2 Schema handelingen kwekerij Ebben

2.5 Administratie

Handelingen
In het schema hieronder zijn de huidige administratieve handelingen opgenomen. Deze uitgangssituatie wordt in het scenario rekenen de As Is situatie genoemd. Uit het schema blijkt dat de meeste administratieve handelingen in een apart bestand of drager opgeslagen worden. Dat kan het verkoopondersteunende VACC systeem zijn of in een spreadsheet of in een schrift opgenomen. Voor de beschikbare hoeveelheid voor de verkoop zitten ook veel gegevens ' in het hoofd' van de betreffende mensen.

Kwekerijboek
Het kwekerijboek is de papieren versie van het teeltbedrijf. Per perceel worden hierin soort, aantal bomen per rij, op welk perceel de bomen staan, wanneer ze geplant zijn en wie de toeleverancier was.
Deze gegevens worden jaarlijks opgenomen en in een spreadsheet verwerkt. Meestal is de nieuwe versie ongeveer half in het jaar beschikbaar. Het tellen van de bepaalde maten bomen per perceel wordt apart bijgehouden ten behoeve van de voorraad. Iedere (teelt)medewerker van het bedrijf heeft de beschikking over het kwekerijboek en dient als basis voor de werkzaamheden. Doordat er wel eens bomen gerooid of verwijderd worden is het kwekerijboek nooit helemaal up to date. Bovendien duurt het meestal lang voordat een nieuwe versie opgeleverd is. Het boek is voor het gehele bedrijf een belangrijk werkdocument. Daarom is het belangrijk dat het actueel en snel beschikbaar is.

In het schema is het huidige registratieniveau ook weergegeven. In de meeste gevallen word de administratieve handeling op partij of perceelsniveau weergegeven.

Dit schema zal na de beschrijving van de RFID techniek opnieuw weergegeven worden met daarin de gevolgen van de nieuwe techniek.

© Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Tabel 1 Teelthandeling en administratie

Handeling	Administratieve handeling	Huidig registratieniveau (As Is)
Inkoop	Invoeren in VACC	partij
	Per partij etiketten maken	partij
	Registratie afgekeurde bomen	partij
Planten		X
Stok plaatsen		X
Aanbinden		X
Gewasbescherming	Registratie gewasbescherming op perceelsniveau	perceel
Onkruidbestrijding	Registratie gewasbescherming op perceelsniveau	perceel (soms soortspecifiek)
Bemesting	Registratie bemesting op perceelsniveau	perceel (soms soortspecifiek)
Rondsteken		X
Watergeven	geen registratie	x
Kroonsnoei op het veld		X
Dikte meting	Meten in veld	Partij niveau
Tellen	tellen en veld, notitie in schrift, opname in kwekerij boek	Partij niveau
	maken keuringslijsten voor NAK	Partij niveau
Verwijderen en opruimen	Registreren extreme uitval (> 20%)	X
Rooien voor afleveren		X
Perceel leegmaken, rooien		X
Verkoop		Partij, anders dan de startpartij

3 RFID techniek

In dit hoofdstuk wordt de RFID techniek beschreven, wat de mogelijkheden voor de boomkwekerij zijn en toepassingsmogelijkheden er op het bedrijf van Ebben zijn.

Radio Frequenced Identification (RFID) is een identificatie technologie die niet nieuw is. Al vele jaren wordt deze toegepast in allerlei domeinen zoals toegangscontrole, dieridentificatie en productie van voertuigen. Door permanente technologische verbeteringen slagen de producenten erin steeds meer functies in een nog kleinere chip te integreren, terwijl de productiekosten dalen. Dit opent de deur voor nieuwe toepassingen en biedt de mogelijkheden om goederen te traceren tijdens de gehele keten.

Naast RFID zijn er tal van andere manieren om objecten te identificeren. Hieronder vallen:
- Optisch (verschillende soorten barcodes, bijvoorbeeld de lineaire barcode, dotcode, beeldherkenning) eventueel in combinatie met RFID
- Magnetisch (worden gebruikt in krediet- en telefoonkaarten)
- Smartcards (een kredietkaart met ingebouwde microchip die kan lezen en/ of schrijven)
- Biometrie (individu gerichte technologie gebaseerd op fysieke kenmerken van een persoon: iriscopie, vingerafdruk, gezichts- en stemherkenning)
- Spraakherkenning (omzetting van spraak in digitale informatie dmv stemherkenning en woordherkenning)

De RFID techniek bestaat vaak uit een drietal basiscomponenten: de tag of transponder, de antenne en het RFID-leesapparaat. De communicatie vindt plaats via radiogolven. De tag zelf bestaat uit een microchip die in verbinding staat met een kleine antenne. Die zorgt voor de overdracht van energie en voor het zenden en ontvangen van data. De microchip van de tag kan een bepaalde hoeveelheid data opslaan.
De radiogolven waarmee de tag en het leesapparaat met elkaar communiceren kunnen verschillen van frequentie binnen het elektromagnetisch spectrum, variërend van lage frequentie tot en met microgolffrequentie. Elke frequentieband heeft zijn typische fysische kenmerken die voor- of nadelen kunnen hebben voor bepaalde toepassingen.
De bestaande toepassingen zijn veelal nog closed-loop implementaties, waarbij herbruikbare verpakkingen (pallets, containers, dollies etc.) worden gevolgd door de supply chain. De open-loop toepassingen worden voorlopig nog geremd door de prijs van RF-tag, of door problemen rondom de bescherming van privacy of het moeizaam verloop van de noodzakelijke afspraken met de keten partners.

3.1 RF-tags

RF-tags bestaan in zeer veel verschillende verschijningsvormen. Het eerste onderscheid kan worden gemaakt tussen herbruikbare RF-tags en die voor eenmalig gebruik.
Bij RF-tags in een herbruikbare verpakking bestaat de behuizing uit een duurzaam materiaal, bijvoorbeeld epoxy, pvc of glas. Die materiaal biedt de nodige weerstand tegen externe omgevingsfactoren als schokken, mechanische impact en chemicaliën. Deze verpakking kan uiteenlopende vormen aannemen. Een veel voorkomend type zijn de industriële disktags met een cirkelvormige behuizing in diverse afmetingen. Voor de toegangscontrole is badge vorm gebruikelijk, maar er zijn nog tal van verschijningsvormen zoals schroef, spijker en cilinder.
Daarnaast kunnen dankzij nieuwe productiemethoden op grote schaal RF-tags gemaakt worden op flexibel materiaal, ook wel inlay genoemd. Hierbij is de RF antenne gedrukt of geëtst op een heel flexibel en dun substraat (<0,4 mm). Deze inlays kunnen verder gelamineerd worden met goedkope materialen als PET (Polyethyleentereftalaat) en papier en zijn hiermee ook bedrukbaar. Hierdoor is de combinatie van RF-tag en barcode mogelijk.

3.2 Toepassingsgebieden van diverse RF-tags

Oorspronkelijk bevatten alle RF-tags een klassieke microchip. Momenteel worden steeds meer *chiploze RF-tags* op de markt gebracht. Chiploze RF-tags zijn te onderscheiden in de 1-bits EAS-tags en de bulitbit RF-tags. De EAS- tags bevatten geen inhoudelijke productieinformatie, maar hebben hebben alleen de status aan en uit; of; actief en niet-actief. Zij worden vooral gebruikt in de retailsector voor beveiliging. Deze chips hebben een zeer compacte bouwvorm, hebben een beperkte dataopslag (10 – 256 bits; de geheugencapaciteit alle typen tags ontwikkelt zich voortdurend), hebben een leesbereik tot 10 meter en een lage kostprijs (€ 0,008 - € 0,17).

Actieve tags maken gebruik van een batterij om de microchip te voorzien van stroom. Zo kunnen zij zelfstandig een signaal versturen naar een RF-lezer. Actieve RF-tags zijn bruikbaar voor het volgen van waardevolle goederen over een grote afstand, bijvoorbeeld een zeecontainer. Ze hebben een grote data-capaciteit tot 512 kilobytes, een groot leesbereik tot 300 meter, de levensduur wordt bepaald door de batterij, ze zijn koppelbaar met externe sensoren voor het meten van temperatuur, druk, capaciteit etc., de prijs bedraagt € 15 á € 150,- per stuk.

Een tag zonder eigen stroombron is de *passieve tag*. Deze zenden zelf geen informatie uit, maar doen dat alleen na activering via de RF-antenne van een RF-lezer. Ze gebruiken de energie uit de elektromagnetische golf of puls die de RF-lezer uitzendt. Deze tags zijn relatief goedkoop (€ 0,30 á € 15, afhankelijk van type en afgenomen hoeveelheid), ze hebben een beperkte leesafstand tot 4 meter en een beperkte datacapaciteit tot 4 kilobytes.

Semi-passieve RF-tags bevatten een ingebouwde battarij die energie levert aan de chip. Die wordt dus niet van stroom voorzien door de radiogolf van de RF-lezer, maar deze wordt er wel door geactiveerd. In tegenstelling tot de actieve RF-tags kunnen de semi-passieve niet zelfstandig een gegeven versturen naar de RF-lezer. De karakteristieken zijn vergelijkbaar met die van actieve tags, maar kunnen over een grote leesafstand gelezen worden en zijn bovendien goedkoper dan actieve RF-tags.

Tabel 2 Samenvatting Tags en toepassingen

	Objectniveau			**Procesniveau**		
	Pallets, voertuigen	dozen, bagage	artikelen	inbound/ outbound	voorraad beheer	lokaliseren van voorwerpen
Passieve RF-tag zonder chip			*			
Passive RF - tag met chip	*	*	*	*	*	*
Semi- passieve en actieve RF tag met chip	*				*	*

3.3 Dataopslag en RF-tags

Op de tag

De microchip op de RF-tag omvat een module voor het aansturen van de tagantenne, een stuurlogicamodule en tenslotte het geheugen voor dataslag.
We onderscheiden *Read-only RF-tags*, deze worden door de fabrikant beschreven met een identifcatie code die niet meer gewijzigd kan worden (ROM geheugen). Dit type RF-tag is te vergelijken met een barcodesysteem. In een gesloten omgeving zijn deze tags geschikt op voorwaarde dat de gebruiker de opgeslagen data de fabrikant overneemt en deze door middel van een conversietabel linkt aan de eigen artikelcodering.
WORM-tags ('write once, read many') of OTP-tags ('one time programmable'), kunnen een mail door een RF-lezer gechreven worden (EEPROM voor de passieve RF-tags en RAM voor de actieve RF-tags). Hierdoor is het mogelijk om een eigen unieke code te plaatsen en te gebruiken tijdens het proces.
Read/write tags kunnen door een RF-lezer meermaals gewijzigd of geheel overschreven worden. Zij kunnen

in een open keten ingezet worden waarbij de diverse partners informatie op de RF-tag wegschrijven, bijvoorbeeld een wijziging van de voorraadlocatie of van het verzendnummer.
Deze tags zijn duurder dan read-only tags. Dat maakt ze minder aantrekkelijk voor toepassing bij relatieve goedkope producten. De schrijfafstand is meestal kleiner dan de leesafstand.

Middleware
Middleware is software die moeten worden ingebouwd zodat de data van de tags door kunnen stromen naar de bestaande applicatiesoftware. Het succes van een RFID-implementatie wordt voor een groot deel bepaald door de mogelijkheid om de opgevangen data in de bestaande bedrijfsprocessen te integreren, daardoor zal de middleware een hoofdrol spelen bij de integratie van de diverse informatiesystemen.
In middleware zijn twee componenten te onderscheiden. Het eerste wordt in Elektronic Product Code (EPC) jargon 'Savant' genoemd. Deze is essentieel voor de werking van RFID-toepassingen. De Savant krijgt alle informatie van de diverse RF-lezers aangeleverd en moet het volgende uitvoeren: coördinatie van RF lezers en interface met RF-lezers; data filtering om bijvoorbeeld doublures te voorkomen; routing van data en het groeperen van verschillende soorten data; integratie met de eigenlijke applicatie software (ERP, OMS, WMS, TMS) door middel van de tweede middleware component de 'message hub'
Deze message hub wordt gebruikt om data, die in door het Savant deel aangeleverd wordt, te distribueren onder verschillende bestaande bedrijfsapplicaties.
Middleware is bij een open en gesloten keten belangrijk voor een goed functioneren van de gegenereerde informatiestromen.

3.4 Communicatie

Een RFID-systeem werkt op een lage, hoge, ultrahoge of microgolffrequentie tussen 125 KHz en 2,4 GHz. Ter vergelijking: een GSM telefoon werkt met een frequentie van 1000 MHz, FM –radio met een frequentie van 100 MHz en een magnetron op 2,45 GHz. De RF-lezer en RF-tag communiceren via een elektromagnetisch veld dat wordt uitgezonden door de RF antenne van de RF-lezer en/of de RF-tag. De chip in de RF-tag voert daarop de transacties uit waarvoor deze is ontworpen. De RF-tag stuur vervolgens de informatie naar de RF-lezer terug. Die zal op zijn beurt de data ontvangen en omzetten naar binaire data (0 of 1), en deze als verstaanbare boodschappen doorsturen naar het computersysteem. Er worden vele communicatieprotocollen gebruikt, waardoor een uitgesproken behoefte aan standaardisatie bestaat. De protocollen kunnen sterk van elkaar verschillen, in functie van frequentieband; wijze waarop de data gecodeerd opgeslagen zijn in de chip (syntax en hoeveelheid data); de structuur van de communicatiecommando's (read, write, verify); de mogelijkheid om verschillende RF-tags tegelijk te lezen (antibotsing).

In Tabel 3 staan de verschillen tussen de verschillende frequenties weergegeven. Vooral de beperkingen van water en metaal zijn belangrijk om in ogenschouw te nemen. De UHF golven worden geadsorbeerd door vocht en een RF-tag kan aanzienlijk gestoord worden als deze rechtstreeks op een metalen ondergrond geplaatst wordt. Door een dunne laag kunststof tussen tag en metaal aan te brengen is dit probleem te verhelpen.

Tabel 3 Toepassing en freqenties van RF-tags

Frequentie	LF	HF	UHF	Microgolf
	125 - 134,2 KHz	13,56 MHz	868 - 870 MHz	2,45 GHz
Leesbereik	< 1m	< 1,5 m	2- 4 m (passief) 300m (actief)	± 1 m (passieve) 10 m (actieve)
Energiebron	passieve RF- tags via inductieve koppeling	passieve RF- tags via inductieve koppeling	passieve RF-tags via elektromagnetische propagatie; semi-passieve en actieve RF-tags via externe batterij	actieve of passieve RF-tags via elektromagnetische propagatie; semi - passieve en actieve RF-tags via externe batterij
Toepassing algemeen	toegangscontrole volgen van vee afstandbediening auto's	toegangscontrole bibliotheken musea	pallet tracking doos tracking inning tolgelden bagage-afhandeling	inning tolgelden
Algemeen	meest ontwikkeld en gebruikt; zal invloed verliezen aan hogere frequenties; nadelen: grotere antennes en duurdere RF-tags	smart card, goed verspreid in transportsector; goedkoper dan LF-tags; prima voor kleine afstand en geen grote aantallen RF-tags	groot potentieel; goedkoper dan LF- en HF tags op langere termijn voor groter volumes; prima voor iets grotere afstand en meerdere RF-tags	potentieel blijft beperkt door het prijskaartje van de actieve microgolf RF-tags, ideaal voor duurzame goederen en objecten met een grote passeer snelheid
Data transfer	traag →			snel
Simultaan lezen tags (technisch niet altijd mogelijk)	traag →			snel
Nabijheid van water	ok	ok	slecht	slecht
Nabijheid van metaal	beperkt	beperkt	ok	ok

3.5 RF-tags versus Barcodes

Een barcode moet om de beurt gelezen worden, dat is tijdrovender dan bij RFID die simultaan te lezen zijn. Bovendien moet de barcode zichtbaar zijn om te kunnen lezen, bij de RF-tag is dat niet noodzakelijk. Op een barcode is de leesafstand beperkt ten opzichte van RF-tag, afhankelijk van het type RF-tag en het materiaal waarop deze geplaatst is. Op een traditionele eendimensionale barcode is plaats voor beperkte informatie (15 á 50 karakters), bij een RF-tag is een grote datacapaciteit mogelijk tot duizenden karakters. De barcode is betrekkelijk fragiel doordat het makkelijk vervaagt, slijt of vuil wordt, de RF-tag is leverbaar in een robuuste verpakking ter bescherming.
Daarentegen is de barcode en de leesappartuur voordeliger dan RF-tags en RF-leesapparatuur. Bovendien is voor het barcode systeem globale standaarden beschikbaar, bij RFID is het standaardisatieproces nog volop aan de gang.
Een combinatie van RF-tags in een label is ook mogelijk. Op het label kan dan de barcode en eventueel omschrijving geprint worden. De printer geeft meteen de code mee aan de RF-tag. Deze combinatie heft nadelen van beide methoden op en koppelt de voordelen.

3.6 Implementatie

Voor een succesvolle implementatie is een methodisch stappenplan noodzakelijk. In deze paragraaf worden de stappen genoemd en toegelicht, zij verschillen niet wezenlijk van een normaal project. De RFID-elementen maken slechts een onderdeel uit van het ruimere project, desalniettemin maken zij het geheel technisch wel complexer.

De stappen die bij implementatie onderscheiden:

1. Initiatieffase en behoefteanalyse
    a. Bepalen van de knelpunten die moeten worden opgelost
    b. De scope en leg hiervan de huidige situatie (As Is) vastleggen
2. Conceptuele fase
    a. Bepaal de vereiste functionaliteit
    b. Bepaald of de functionaliteit al of niet werkzaam is binnen de huidige systemen
    c. Werk logische concepten uit
    d. Bepaal de haalbaarheid
3. Technische analyse en haalbaarheid
    a. Evalueer de technische context
    b. Bepaal de technische en economische haalbaarheid
4. Pilot
    a. Identificeer een kleinschalige en beheersbare toepassing
    b. Bepaal de gewenste resultaten en evalueer het potentieel
    c. Stel de business cases op
5. Evaluatiefase
    a. Evalueer de pilot
    b. Werk eventuele concepten bij aan de hand van de bevindingen uit het pilot project
    c. Beslis go en no go voor het project
6. Implementatiefase
    a. Werk een realiseer projectplan uit
    b. Bepaald de aandachtspunten voor de roll-out
7. Optimalisatiefase
    a. Analyseer de praktische meetgegeven en definieer verbeterprojecten

In fase vier wordt het mest logische scenario uitgewerkt. De gewenste situatie moet hierbij in ogenschouw genomen worden. Om heldere evaluaties mogelijk te maken zijn KPI's (Key performance indicatoren) noodzakelijk. Voorbeelden hiervan zijn:

- Het aantal foutloze lezingen
- Zijn de handelingen goed en praktische uitvoerbaar
- Worden de gegenereerde gegeven juist in de middleware uitgelezen en voldoen de rapportages aan de wensen

Tijdens het uitvoeren van de pilot zijn de volgende aandachtspunten om rekening mee te houden:
Noodscenarios:

1. Wat gebeurd er als de stroom uitvalt
    a. Noodstroomvoorzieningen
    b. Wat gebeurd er met de data (backup)
    c. Wat gebeurd er met de handeling
2. Wat als er een of meerdere tags niet te lezen zijn?
3. Wat gebeurd er als een of meerdere tags niet gelezen zijn en het wordt niet opgemerkt

Aanbrengen van de tags

1. Zijn de tags eenvoudige aan te brengen?
2. Wat is de eventuele vervangmogelijkheid?
3. Zouden de tags hergebruikt kunnen worden?

Omgevingsfactoren:

1. De invloed van omgevingfactoren worden bepaald op basis van een RFID-dekkingsonderzoek. Waar kunnen mogelijke storingsbronnen liggen?
2. Invloed van water en metaal
3. Testen van extreme situaties zoals zeer warm of zeer vochtig of juist droog weer.

Testen van de software en de userinterfaces:

1. Is de userinterface gebruiksvriendelijk? Begrijpt de gebruiker hem voldoende in het geval als hij moet ingrijpen of van het standaard patroon af moet wijken?
2. Werken de interfaces naar behoren?
3. Zijn er goede procedures voor back-up en fall-back (terughalen van back-up)?

3.7 Wetgeving en standaardisatie

Elke nieuwe technologie dient zich binnen de bestaande wetgeving te ontwikkelen. Aangezien RFID werkt met radiogolven moet het gebruik van het spectrum via een opsplitsing in frequentiebanden door de wetgeving geregeld worden, zowel op Europees nationaal vlak.
Het frequentiespectrum wordt in de wereld in drie regio's bewaakt. In regio 1 (Europa, Afrika, Midden Oosten en Rusland) bepaald het ETSI (European Telecommunication Standard Institute) de technische standaarden. Het CEPT (Comite Eurpeen Postal & Telegraph) legt met de steun van de ECC (European Communication Conference) het gebruik van de juist frequentie vast. Regio 2 omvat Noord – en Zuid Amerika. Hier heeft de FCC (Federal Communcations Commission) een gelijkwaardige rol als de instituten in regio 1. Regio 3 overkoepelt Azië (zonder het Midden Oosten en Siberië). Hier is de APC (Asian Pacific Communications) de organisatie die waakt over de standaarden.
Het ETSI heeft een aantal technische karakteristieken en testmethodes voor radioapparatuur met beperkte draagwijdte ondergebracht in drie Europese normen. De RFID systemen maken gebruik van deze frequenties en zijn dus onderworpen aan deze normen. Het betref de Europese Norm EN 300 220, EN 300 330 en EN 300 440. Ook vallen de RFID systemen onder de algemene Europese Normen met betrekking tot EMC (Elektromagnetisch Compatibiliteit) ter voorkomen van wederzijdse beïnvloeding van elektronische toestellen. Mede dankzij ISO zijn de verschillende frequentie gebieden van LF tot en met Microgolf vastgelegd en bijna wereldwijd hetzelfde.
Naast de frequenties is ook de magnetische veldsterkte vastgelegd. Deze is voor LF 66 decibel microampère per meter en voor HF 42 decibel microampère per meter. Het zendvermogen van de antenne bij UHF mag niet groter zijn dan 2 Watt en bij microgolf niet groter dan 0,5 Watt. Dit is omdat radiogolven een gevaar kunnen betekenen voor de gezondheid. In het bijzonder betreft dit microgolven bij een hoog vermogen. Het gevaar voor de gezondheid gaat daarbij niet uit van de RF-tag, maar van de leesapparatuur die een radiogolf uitzendt. Momenteel is de straling lager dan bij het gebruik van een mobiele telefoon. Op basis hiervan zijn EN 50364:2001 en EN 50357:2001 van toepassing.

Voor de standaardisatie zijn wereldwijd vele organisatie actief. Voor logistieke organisaties de volgende organisaties belangrijk:

- ISO/IEC (International Organization for Standardization voor verscheidene standaardisaties)
- EAN/UCC (toekennen van een uniek nummer aan een product)
- INCITS/ANSI (belangrijkste organisatie in de USA voor informatie en communicatietechnologie)
- ETSI – CEN standaarden (vastleggen van standaarden op Europees niveau)

4 RFID en boomkwekerij

4.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk zijn de technische aspecten van RFID uiteengezet. Het is gebleken dat de techniek nog in ontwikkeling is en dat er beperkingen zijn, met name de storingsgevoeligheid. De beschrijving in het vorige hoofdstuk richten de toepassingen zich er voornamelijk op dat het product, met RF-tag, bij de leesunit langs komt. In de boomkwekerij zal dat maar voor een deel zo zijn, namelijk in de voorbereidende fase en bij de verkoop. In de tussentijd zal de werknemer met een RF-lezer bij de boom langs gaan en zo bepalen met welke boom, of groep van bomen, hij een bepaalde actie uitvoert.
Tevens zal het op het boomkwekerij teeltbedrijf een closed-loop toepassing zijn, omdat we de boom in zijn tijd in de kwekerij willen volgen. De data die aan de boom gekoppeld kan worden, zal bestaan uit een reeks kenmerken van de boom en teelthandeling die het ondergaan heeft.

4.1.1 Type tag

Bij de keuze van het type tag is een passieve tag het meest aannemelijk; een actieve tag te kostbaar is en een beperkte levensduur heeft, tot ongeveer 2 jaar, terwijl de boom meestal langer op het bedrijf is.
Een tag die kan lezen en schrijven, de WORM tag, is kostbaarder dan een tag die alleen en identificatienummer terugzend. De WORM tags worden bijvoorbeeld gebruikt om omgevingsfactoren zoals temperatuur, vochtigheid etc. op te slaan. In de kwekerij is het belangrijker om teelthandelingen te koppelen aan de bepaalde boom, daarvoor is het identificatienummer van de boom voldoende. Met goede software zijn de handelingen en andere kenmerken van en aan de boom, dus individueel te koppelen. Zie hierover meer bij de scenario's.

4.1.2 Ervaringen

Momenteel worden bomen al individueel geïdentificeerd bij gemeenten. Gemeenten hebben middels de VTA zorgplicht aan de element in de openbare ruimte. Het controleren en verzorgen van de toestand van bomen is daar onderdeel van. Met behulp van RFID wordt de registratie van deze activiteiten vereenvoudigd. In tegenstelling tot registraties op het kladblok uit het verleden wordt de boom nu geïdentificeerd door de tag in de boom te lezen. In het leesapparaat is een handheld computer ingebouwd met daarop software om de activiteiten aan de boom in te voeren.
In bomen, van groot 16-18/ 18-20 wordt een tag van ongeveer 3 centimeter x 3 millimeter aangebracht. Het aanbrengen gebeurd door een gat te boren en de tag erin te stoppen en eventueel met Topsin M te behandelen. Een gemeentemedewerker kan ongeveer 2 á 300 tags per dag aanbrengen en registreren in het systeem.
Door de omvang van de tag heeft men twijfels om de tag in kleinere boom aan te brengen omdat er kans dat er door de boom heen geboord wordt en er is relatief meer schade dan bij een grotere boom. Een kleinere glazen tag kan misschien niet of minder goed gelezen worden als zich in de boom bevindt. Deze Write Once Read Many tags werken met een Low Freqency en zijn afleesbaar tot maximaal 30 centimeter. Men verwacht ongeveer 20 jaar van een tag gebruik te kunnen maken, omdat de boom daarna de tag te ver ingekapseld heeft en dus niet meer leesbaar is. In sommige gevallen is een chip niet meer leesbaar door verschillende redenen. Men schat dat dit in het slechtste geval bij 1 op 1000 gevallen aan de orde is. De kosten van het systeem inclusief handeling en exclusief software liggen voor de gemeente naar schatting op € 1,- per jaar per boom.

4.2 RFID en Ebben boomkwekers

Uit het voorbeeld in de vorige paragraaf blijkt dus dat het identificeren van bomen met RFID technisch mogelijk is. Technische problemen en andere kinderziektes zijn te ontdekken door een pilot studie uit te voeren. Daarnaast moet rekening worden gehouden met praktische zaken zoals gebruikersvriendelijkheid voor de mensen op het teeltbedrijf en de beschikbaarheid van informatie voor bijvoorbeeld mensen van de planning medewerkers en management.

Binnen de boomkwekerij is de wens om meer, maar vooral makkelijker informatie beschikbaar te hebben. Het gaat hierbij om informatie over: voorraad, registraties voor controleurs zoals gewasbescherming en bemesting, maar ook arbeidsplanning en vooral de informatie uit het huidige kwekerijboek. Het gaat bij het kwekerijboek zowel om de nauwkeurigheid van gegevens als de snellere verwerking van nieuwe informatie, zoals nieuwe opplant, diktemetingen en afgekeurde verwijderde bomen.

Met deze doelstelling zijn verschillende toepassingsscenario's opgesteld. In de tabel 1 in paragraaf 2.5 staat een overzicht met teelthandeling, administratieve handelingen en het registratie niveau. In tabel 4 is een kolom toegevoegd. Deze geeft het verschil aan in registratieniveau in de administratie bij implementatie van RFID. De verschillen zijn gering. In de tabel worden drie registratieniveaus onderscheiden. Dat zijn perceelsniveau; daarmee wordt het registreren van de handeling per perceel bedoeld. Met partij registratie wordt registratie op partij of soort niveau bedoeld. Bijvoorbeeld een bepaald aantal bomen van een bepaalde leverancier wordt op partijniveau geregistreerd. En tot slot registratie op individueel boomniveau waarbij alle handelingen per boom geregistreerd worden.

Bij de 'As Is' situatie is weergegeven wat nu en op welk niveau geregistreerd wordt.
De kolom met het registratieniveau bij RFID geeft aan wat met het meest uitgebreide registratieniveau mogelijk is (scenario 2). In principe worden dan alle handelingen per individuele boom geregistreerd. Álle mogelijke gegevens worden dan bijgehouden. De vraag is of dat noodzakelijk en zinvol is. Daarentegen, bij bijvoorbeeld gewasbescherming wordt een perceel in één keer gespoten, waarbij iedere boom dus dezelfde bewerking krijgt. Daarom is registratie op perceelsniveau voldoende. De software moet er zorg voor dragen dat, als de gegevens van een bepaalde boom opgevraagd worden, ook de gegevens van die bespuiting op perceelsniveau weergegeven worden.

Tabel 4 Teelthandeling en administratie na implementatie van RFID

Handeling	Administratieve handeling	Huidig registratieniveau (As Is)	registratieniveau bij implementatie van RFID
Inkoop	Invoeren in VACC	partij	partij
	Per partij etiketten maken	partij	partij
	Registratie afgekeurde bomen	partij	partij
Planten		X	perceel
Stok plaatsen		X	perceel
Aanbinden		X	partij
Gewasbescherming	Registratie gewasbescherming op perceelsniveau	perceel	perceel
Onkruidbestrijding	Registratie gewasbescherming op perceelsniveau	perceel (soms soortspecifiek)	perceel (soms soortspecifiek)
Bemesting	Registratie bemesting op perceelsniveau	perceel (soms soortspecifiek)	perceel (soms soortspecifiek)
Rondsteken		X	perceel
Watergeven	geen registratie	x	perceel
Kroonsnoei op het veld		X	partijl
Dikte meting	meten in veld	Partij niveau	**individuele boom**
Tellen	tellen en veld, notitie in veld opname in kwekerij boek	Partij niveau	
	maken keuringslijsten voor NAK	Partij niveau	**individuele boom**
Verwijderen en opruimen	Registreren extreme uitval (> 20%)	X	**individuele boom**
Rooien voor afleveren		X	partij
Perceel leegmaken, rooien		X	perceel
Verkoop		Partij, anders dan de startpartij	individuele boom

4.3 Scenario's

Bij nadere beschouwing van tabel 4 blijkt dat voor heel veel handelingen kan worden voldaan met een registratie op partij of zelfs perceelsniveau. De meerwaarde van RFID zit hem in de *individuele* registratie bij het meten van de dikte en het tellen. Met RFID is dit één handeling, die bij voorkeur automatisch gedaan wordt.

Wanneer toepassing van RFID als meest uitbreidde situatie beschouwd wordt, in de zin van hoeveelheid beschikbare informatie, zijn er ook tussenoplossingen. De vier scenario's worden hieronder beschreven.

4.3.1 Scenario 1 Registreren op partijniveau zonder tag

In dit scenario worden alle handelingen in de teelt geregistreerd in een software pakket. Hiervoor zou bijvoorbeeld het pakket van Opticrop een goede optie zijn.
Uit tabel 4 blijkt dat de meeste van de handelingen met een partij of perceelsregistratie toekunnen. Een beperkt deel van registraties is de RFID tag een hulpmiddel. Dit scenario is bedoeld om te kijken of het nu werkelijk nodig om te investeren in een systeem met RFID.

Werkwijze

Tijdens het teeltseizoen worden alle handelingen in het systeem ingevoerd. Als bijvoorbeeld een perceel bemest is, moet daarna deze handeling ingevoerd worden als: de hoeveelheid en type bemesting. Dat geldt ook voor bespuitingen en onkruidbestrijding. Aan het einde van het jaar of teelt kunnen alle activiteiten opgevraagd en vergeleken worden. Wanneer de uitgevoerde handelingen gekoppeld worden aan een

tijdsregistratie kan een goed overzicht in teelthandeling en kostprijs verkregen worden.
De handelingen kunnen ook op partij niveau worden verwerkt om nauwkeuriger informatie te verkrijgen. Het invoeren van de informatie gebeurd door op een kaart het betreffende perceel of de betreffende partij en te selecteren en de handeling in te voeren. Deze kaarten worden door middel van GPS (Global Positioning System) ingetekend. De registraties kunnen op een pocket computer in het veld uitgevoerd worden.

Beschikbare informatie
Deze manier van registreren levert informatie per perceel of partij in de vorm van overzichten van uitgevoerde handelingen, en gebruikte meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen, aantallen bespuitingen, hoeveelheid gebruikte middelen per perceel etc. Als de tijdsregistratie toegevoegd is kan op basis van die gegevens een kostprijs per boom berekend worden. Het tellen en meten van de bomen ten behoeve van voorraad bepaling zal net als nu uitgevoerd worden, maar kan wellicht aan de perceelskaarten gekoppeld worden.

Randvoorwaarden voor realisatie en kosten
Voor dit scenario is aanschaf van het software pakket en pocketcomputers noodzakelijk. De kosten hiervan zijn ongeveer € 5.000 afhankelijk van het aantal pocket computers. Het inmeten van de percelen met GPS kan met eigen apparatuur (aanschaf waarden ongeveer € 30.000) of door een ingenieursbureau gedaan worden, kosten ongeveer € 700 per dag, waarbij per dag 600 meetpunten verwerkt worden. De koppeling met het VACC systeem zou onderzocht moeten worden op kosten en voordelen. Een van de voordelen kan het voorkomen van overtyp werk zijn.

Voordelen ten opzichte van de andere scenario's
Het is een relatief voordelige oplossing omdat er niet geïnvesteerd wordt in tags en de registraties waarschijnlijk niet veel tijd kosten. De hoeveelheid informatie is daarentegen beperkt. Belangrijk nadeel is dat het tellen en meten niet wezenlijk verandert en dat het kwekerijboek niet sneller of nauwkeuriger beschikbaar is.

4.3.2 Scenario 2 Tag in boom tijdens gehele teelt
Dit scenario is een verlengde van het principe dat nu bij gemeenten wordt toegepast. De tijd dat de boom op de kwekerij is, is hij te identificeren door middel van tag in de boom. Wanneer de boom de kwekerij verlaat stopt de identificatie. De verkregen informatie blijft in de databases op de kwekerij. Deze techniek is gebaseerd op de ervaringen die in Hoofdstuk 4 beschreven zijn.

Werkwijze
Wanneer de spil de boomkwekerij inkomt krijgt hij een chip en wordt in het systeem geïdentificeerd. Doordat de boom vanaf dat moment een uniek element is kan alles wat de boom ondergaat geregistreerd worden. De registratie vind plaats door een pocket computer met daarin een Rfid leesapparaat. Deze lezer zal met de huidige techniek dicht (zo'n 20 cm) bij de boom gehouden moeten worden.
Dat begint bij de kroonsnoei in de loods, bij het planten wordt de locatie op perceels- en rijniveau vastgesteld, de werkzaamheden als spuiten en bemesten kunnen op perceelsniveau ingevuld worden.
Het meten en tellen wordt nu één handeling. Het meten kan op de vertrouwde manier met meetlint gedaan worden. De dikte van de boom kan dan direct ingevoerd worden, het aantal bomen van een bepaalde maat is dus ook meteen geteld.
Als alle bomen gemeten zijn is het aantal per maat via, een nog te ontwikkelen, software op te vragen. Als de boom gerooid wordt om af te leveren kan de verkoper met de klant in het perceel de boom uitzoeken, dit met de handheld registreren, een order opmaken en de rooiploeg opdracht geven om deze op de gewenste tijd te rooien en af te leveren. In feite zoals orderpicken in een magazijn.

Beschikbare informatie
Bij de werkwijze is belangrijkste voordeel het automatisch meten en tellen van de bomen; bij het meten van de dikte van de boom is meteen het aantal bekend, en als alle metingen gedaan zijn dus ook het kwekerijboek. Omdat niet alle bomen in een keer op dikte gemeten kunnen worden is een elektronische versie van het kwekerijboek aannemelijk. Daardoor kan bij elke nieuwe meting direct een update gedaan

worden die voor iedere betrokkene beschikbaar is op zijn of haar (pocket) computer.
In de werkwijze wordt geopperd dat alle handelingen geregistreerd worden; een totaal registratie. Alleen wanneer alle handelingen geregistreerd is het voordeel dat, een exact kostprijs per boom berekend kan worden. Bij de registraties zal ook de taaktijd bijgehouden moeten worden. Dit geeft inzicht in de toegevoegde waarde die per boom gerealiseerd is en welke rassen en soorten de meeste opbrengst genereren. De totaal registratie heeft ook nevenvoordelen. Doordat alle taaktijden behouden worden, kan exact ingeschat worden hoeveel welke werkzaamheid aan tijd kost; daardoor is het plannen van activiteiten eenvoudiger en nauwkeurig te sturen. Uit expertise van de vakmensen is waarschijnlijk bekend welke verzorging welke boom nodig heeft. Als deze kennis gebundeld word ontstaat in feite een logboek van activiteiten die gedaan moeten worden. Dit is ook van toegevoegde waarde om de planning nauwkeuriger te sturen.
Een ander voorbeeld is dat door de kostprijsberekening ook ingeschat kan worden of een perceel beter dit jaar of een volgend jaar leeggerooid cq verplant kan worden, mits de pacht tussentijds opgezegd kan worden, om kosten te kunnen besparen.
Doordat alle informatie bewaard blijft is tracking en tracing van een boom, bijvoorbeeld bij reclames van een klant eenvoudig te doen. Alles van met de boom op de kwekerij gebeurd is, is immers geregistreerd. De chip is alleen na ongeveer 20 jaar zover ingegroeid dat hij niet meer te lezen is.

Randvoorwaarden voor realisatie
Dit scenario gaat gepaard met een investering in tags die in iedere boom aangebracht worden. We nemen hierbij aan dat er tag is die ook in spillen aangebracht kan worden (een tag die weinig beschadiging bij aanbrengen geeft en goed en betrouwbaar leesbaar is. De tag die bij gemeenten gebruikt wordt is naar verwachting te groot). De kosten hiervan zijn ongeveer € 1,50 per glazen tag. Daarnaast is goede software en handheld computers nodig. De kosten van software zijn momenteel moeilijk in te schatten. De software omvat het deel voor de registraties en de koppeling met VACC.
Bovendien moet rekening gehouden worden met de kosten van het registreren van alle handelingen. Nu wordt ook al een en ander geregistreerd en opgeschreven, maar doordat alle handelingen opgenomen worden kost dat meer tijd. Anderzijds levert dat ook veel meer informatie.
Een belangrijk voordeel van de individuele registratie is het diktemeten en tellen per boom. In dit scenario wordt dat handmatig gedaan. Momenteel wordt technisch onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van automatisch diktemeten. Het gaat om een 3D camerameettechniek. Met behulp van een aantal camera's wordt de dikte van boom in millimeters nauwkeurig bepaald. Het systeem is momenteel nog niet nauwkeurig (betrouwbaar) genoeg en nog niet praktijkrijp. Wanneer het werkt kan met de trekker door het perceel gereden worden en direct per boom de dikte automatisch bepaald worden. In dat geval kan de diktemeting ook met andere werkzaamheden gecombineerd worden, zoals bijvoorbeeld snoeien met een hoogwerker, waarbij de meetapparatuur aan de hoogwerker gemonteerd wordt.
Wanneer de apparatuur een boom op dikte gemeten heeft moet deze informatie aan diezelfde boom gekoppeld worden. Dan is de link met de RFID tag een logische oplossing. Een belangrijke 'maar' is dat deze techniek gevoelig is en waarschijnlijk veel aandacht vraagt om te laten werken. Storingsbronnen van de trekker of schudden van geheel kan al verwarring veroorzaken.
Verder redenerend op het automatisch diktemeten met de trekker kan de diktemeting dus op ieder moment de trekker door het perceel die meting uitvoeren. Dat geeft veel gegevens over de dikte van boom op verschillende momenten. Door deze gegevens te modelleren kan de groei van de bomen geschat worden. Daardoor is de voorraad op ieder moment actueel.
De wetenschap van de actuele voorraad is voor de verkoop een groot voordeel. Daarnaast geeft inzicht in het verloop van de groeit ook inzicht in de kwaliteit van de (gehuurde) percelen en de kwaliteit van het uitgangsmateriaal. De leverancier van de spil is tenslotte ook aan de tag en dus aan de boom gekoppeld.

Kosten
Tabel invoeren:

Voordelen ten opzichte van de andere scenario's
Dit scenario levert zeer veel informatie, maar combinatie met automatisch diktemeten is noodzakelijk voor het beperken van de kosten van het invoeren van de diktemeting.

De informatie betreft het overzicht van teelthandelingen, overzicht van gebruikte middelen en bemesting, informatie ten behoeve van de arbeidsplanning, logboek functie voor afchecken van uitgevoerde werkzaamheden, voorraadbepaling en automatische beschikbaar kwekerijboek, tracking en tracing, kostprijsberekening.

4.3.3 Scenario 3 Tag aan boom vanaf verkoopbaar stadium

In dit scenario wordt de boom niet de gehele tijd in de kwekerij gevolgd, maar slechts het laatste deel, in het jaar dat boom voldoende groot voor verkoop is. Dat zal het derde teeltjaar zijn. Omdat de tag niet meerwaarde levert van het volgen van alle werkzaamheden is hier gekozen voor een tag die aan de boom bevestigd wordt en na het afleveren weer opnieuw gebruikt kan worden. Dit vooral om de investeringskosten van in tags te beperken.

Werkwijze

In de zomer van het derde teeltjaar wordt de tag aan de boom gehangen en geregistreerd. Dat kan op een geschikt moment in de arbeidsfilm van het bedrijf. Tijdens het meten van boomdikte wordt de dikte in het systeem opgeslagen bij die gemeten boom. Daardoor kan eenvoudig de voorraad bepaald worden. Ook met uitzoeken van de boom door klant kan van de chip gebruikt gemaakt worden: de verkochte bomen worden uitgezocht en in een order geplaatst. Het systeem is minder waterdicht om de tag aan de boom verplaatsbaar is. Tijdens de logistieke afhandeling zijn ook voordelen te behalen door te controleren of het orderpicken correct is gedaan.

Beschikbare informatie

Doordat de dikte bepaald is en aan de individuele boom gekoppeld is de voorraad actueler en automatisch beschikbaar en dus ook het kwekerijboek.

Randvoorwaarden voor realisatie

Net als bij scenario 2 is het ook hier belangrijk dat deze techniek met automatisch diktemeten te combineren is. Ook hier moet in tags geïnvesteerd worden. Voordeel is wel dat deze hergebruikt kunnen worden; anderzijds is het systeem minder waterdicht doordat de tag verplaatsbaar is en kan verdwijnen doordat hij bijvoorbeeld afscheurt of breekt. Omdat hier niet alle teelthandelingen geregistreerd worden is de benodigde software veel eenvoudiger en dus voordeliger.

Voordelen ten opzichte van de andere scenario's

Bij automatische diktemeting is de voorraad actueel beschikbaar. Dit scenario is voordeliger dan optie 2, omdat de tags herbruikbaar zijn. Maar omdat de diktemeting pas vanaf het verkoopbare jaar gebeurd is modelering van groei niet mogelijk. Ook is het niet mogelijk om de kostprijs te berekenen omdat niet alle teelthandelingen bijgehouden worden.

4.3.4 Elektronisch kwekerijboek; Scenario 4 Tag aan boom tag per rij

In dit scenario wordt een partij bomen tijdens de tijd in de kwekerij gevolgd. Het registreren richt zich op de aantallen bomen in de kwekerij. Het systeem bestaan uit een tag aan de boom en een tag per rij in het perceel.

Werkwijze

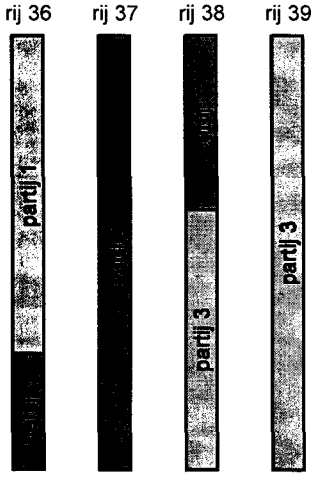
Net na het planten worden de tags per rij in het perceel geplaatst, en de tag aan de boom gehangen. Vanaf dat moment kunnen aantallen bomen bepaald worden ten behoeve van het kwekerijboek.
Momenteel zal tijdens het planten een administratie bijgehouden worden welke partij op welke plaats geplant is. Wanneer iemand van de plantploeg dat meteen tijdens het planten in zijn pocket pc invoert is direct de meest actuele versie beschikbaar. Hij hoeft daartoe de eerste boom van een partij (die momenteel ook al met een tag is uitgerust) te scannen en het rijnummer en aantal van die partij op te geven.
Tijdens werkzaamheden die invloed op de voorraad hebben moeten deze wijzigingen in de pocketpc ingevoerd worden.

Dat betreft de volgende werkzaamheden:

4. Verwijderen en opruimen
5. (selectief) Rooien
6. Perceel leegmaken

In figuur 3 staat een voorbeeld van het perceel weergegeven. Concreet komt het erop neer dat de specialist die de bomen afkeurt en later laat verwijderen meteen de afkeuringen op de pocket pc bijwerkt. Bijvoorbeeld als van partij 2 in rij 38 een boom afgekeurd wordt kan de medewerker de betreffende partij in zijn pocket pc selecteren (het gehele teeltplan is immers tijdens het planten al opgenomen) waarbij rij 36, 37 en 38 getoond worden. Hij selecteert rij 38, het aantal bomen dat het betreft en geeft de bewerking: afkeuring. Andersom kan ook: als de medewerker rij 38 selecteert worden partij 2 en partij 3 getoond. Hij selecteert partij 2, het aantal bomen dat het betreft en geeft de bewerking: afkeuring.
Bij het selectief rooien en het perceel leegmaken werkt de rooi-chauffeur de gerooide bomen op dezelfde manier bij met zijn pocket pc. De werkwijze is hetzelfde als bij de afkeuring. Feitelijk zouden tijdens de verkoop de bomen al geregistreerd zouden worden, zodat de kans op een dubbel verkochte boom uitgesloten wordt. Dit betreft dan alleen het aantal bomen van een bepaalde partij in een rij. Het boomnummer is door de niet individuele identificatie niet mogelijk. Daarvoor is scenario 2 geschikt.

Figuur 3 Voorbeeld van een perceel met scenario 4 (grijze balk is rij bomen)



De tag aan de boom een per rij van het perceel maakt het mogelijk om een elektronische en dus altijd up to date versie van het kwekerijboek te hebben. Hiervoor is software voor de pocket pc's nodig om te registraties te kunnen doen en software om alle gegevens tot gebruiksvriendelijke overzichten te maken

Beschikbare informatie
Ten eerste levert dit scenario een kwekerijboek zoals dat nu bij Ebben bekend is.
De gegevens die zo verzameld worden kunnen op vele verschillende manier geselecteerd worden. Voorbeelden hiervan zijn:

- Aantal verkoopbare bomen per soort per maat
- Locatie van de bomen, geselecteerd op bijvoorbeeld perceel (met de verschillende partijen) of soort (met de verschillende percelen) en hun aantallen
- Uitval per partij

Randvoorwaarden voor realisatie
Voor dit scenario is het noodzakelijk om te investeren in software. In Microsoft Excel zijn dergelijke toepassingen ook te maken, maar om daar met meerdere gebruikers aan de slag te gaan geeft snel problemen. Bovendien moet het mogelijk zijn om bepaalde medewerkers alleen 'lees rechten' te geven en andere 'lees en schrijf rechten'.

Voordelen ten opzichte van de andere scenario's
Omdat Ebben belang heeft bij een up to date kwekerijboek is dit een geschikt scenario. Het levert de noodzakelijke informatie en is een stap naar de acceptatie van een dergelijk systeem bij de medewerkers. Het houdt toch een behoorlijke verandering in werkwijze in en zal een deel van de routine moeten worden. Een scenario met veel veranderingen in de werkwijze, zoals scenario 2, heeft een langere gewenningstijd nodig daarom is het beter om het stap voor stap op te bouwen. Tijdens een bespreking met de opdrachtgever is dit scenario in feite uit voorgaande scenario's ontstaan.
Momenteel is de GPS techniek ook sterk in ontwikkeling, voor het overzicht van plaats van bomen (in het perceel) kan dit toegevoegde waarde geven. Dit kan door middel van kaarten zoals bijvoorbeeld Oostrum.biz deze voor fruitteelt bedrijven maakt.

4.3.5 Kosten van de scenario's

Om in te schatten van de kosten van de verschillende scenario's zijn is onderscheid gemaakt tussen:
- vaste kosten van het systeem
- variabele kosten
- arbeidskosten voor het gebruik van het systeem

Berekeningswijze
De uitgangspunten voor deze calculatie staan weergegeven in Tabel 5, deze uitgangspunten zijn indicatief.

Tabel 5 Basisgegevens voor kostencalculatie

Bedrijfsoppervlakte		ha	**200**
Tee fase 1		ha	**125**
	plantaantal	stuks per ha	12,000
	teeltduur	gem in jaar	5.0
fase 2		ha	**35**
	plantaantal	stuks per ha	5,000
	teeltduur	gem in jaar	2.0
braak		ha	**40**
Percelen		aantal	33
Rijen per perceel		aantal	30
Aangeplant		areaal | percelen	43
Volwassen		areaal | percelen	85
Beteeld		areaal | percelen	160
Arbeidskosten		€/ uur	23
		€/ dag	184
Afgeleverde bomen		aantal per jaar	388,000
Bomen op kwekerij			1,675,000

Deze uitgangspunten zijn de basis voor de typen kosten die in de inleiding genoemd zijn. Verder is op basis van de handelingen op de kwekerij in figuur 2 een schatting gemaakt voor uren die nodig zijn voor de administratie. Het aantal handelingen is gebaseerd op de KWIN boomkwekerij 2006. Verdere uitgangspunten zijn schattingen van investeringen.

Investeringen
Voor scenario 1 is een softwarepakket nodig á maximaal € 5.000 en een aantal handheld computer die onder alle omstandigheden gebruikt kunnen worden van ongeveer € 10.000.
Voor scenario 2 zijn veel grotere investeringen gemoeid. Ten eerste moet er software en randapparatuur aangeschaft worden, tezamen ongeveer € 100.000. De bomen die zich nu in de kwekerij bevinden moeten van een tag voorzien worden á € 1,60 per stuk. Hier is ruim 2,5 miljoen euro gemoeid. Jaarlijks moet de aanplant ook van tags voorzien worden; kostende ongeveer 6 ton.
Voor scenario 3 worden de tags hergebruikt en is de investering dus lager. De tags kosten ongeveer 1,3 miljoen euro. De randapparatuur en software is ook op € 100.000 gesteld. Dit bedrag is erg lastig te schatten omdat vooral de software geheel nieuwe ontwikkeld moet worden.
Voor scenario 4 zijn de investeringen geringer. De tags zijn per stuk veel goedkoper; ongeveer € 0,40. De

printer die tags en barcodes kan printen kosten ongeveer € 2000 (Bijvoorbeeld de Toshiba tec b-sx4). De software moet nieuw ontwikkeld worden, maar is eenvoudiger dan bij scenario 2 en 3 en zal wellicht € 50.000 kosten. Jaarlijks moeten tags bijgekocht of eventueel vernieuwd worden. Dit betreft een gering bedrag.
Volgens opgave bedragen de huidige kosten van registraties ongeveer € 22.000. De investering die hierboven genoemd zijn, zijn meerinvesteringen van het nieuwe scenario.

Kosten per scenario
De kosten per scenario zijn Euro's per duizend afgeleverde bomen uitgedrukt. Voor de verschillende scenario's zijn de resultaten in tabel 6 weergegeven.

Tabel 6 Kosten per scenario

	Huidige situatie	Scenario 1 Partij zonder RFID	Scenario 2 Tag in boom	Scenario 3 Tag aan boom	Scenario 4 Elektronisch kwekerijboek
Kosten per 1000 afgeleverde bomen (€)	57	91	3032	370	74

Scenario's samengevat tabel 7 zijn de belangrijkste kenmerken van de vier scenario's samengevat.

Tabel 7 Overzicht scenario's

	Scenario 1 Partij zonder RFID	Scenario 2 Tag in boom	Scenario 3 Tag aan boom	Scenario 4 Elektronisch kwekerijboek
Beschikbare informatie				
Registratie van gewasbescherming en bemesting	Ja	Ja	Nee	Nee
Registratie van Aantallen	Nee	Ja	Nee	Ja
Registratie van verkoopbare Aantallen	Nee	Ja	Ja	Ja
Registratie van verkoopbare maten	Nee[2]	Ja	Ja	Ja
Koppeling met VACC	Nee	Nb[3]	Nb	Nb
Werkwijze	Bij iedere werkzaamheid[4] de actie het perceel aangeven in de software en actie invoeren in pocket pc	Bij iedere werkzaamheid de actie de boom of perceel scannen in actie invoeren in pocket pc	Vanaf het derde teeltjaar de metingen van dikte en	Allleen werkzaamheden die verband houden met wijzigingen in aantallen bomen worden geregistreerd
Verandering tov huidige werkwijze	Gering	Zeer groot	Groot	Redelijk
Betrouwbaarheid van de techniek	Beproefd, koppeling met telling nog niet aanwezig	In gebruik bij gemeenten voor andere doeleinden. In kwekerij nieuw	Geheel nieuw	Moet ontwikkeld worden. Dergelijke software is goed te maken. Koppeling met RFID buiten en onder slechte omstandigheden nog

[2] Registratie van maten een aantallen is met aanpassingen aan de standaardsoftware te koppelen. Zo kunnen de voordelen van basis registraties gekoppeld worden aan aantallen en maten. De basisgegevens (Welke partij op welk perceel staat) hoeven dan slechts eenmalig ingevoerd te worden.
[3] Nb: niet bekend. Uiteraard is alle software te ontwikkelen maar is kostbaar
[4] Zoals weergegeven in

	Scenario 1 Partij zonder RFID	Scenario 2 Tag in boom	Scenario 3 Tag aan boom	Scenario 4 Elektronisch kwekerijboek
				niet bekend
RFID techniek	Geen, software toepassing	Glazen LF RF tag in boom. Nummer in tag door leverancier vastgesteld.	RF tag in bijvoorbeeld diskvorm aan boom. Nummer in tag door leverancier vastgesteld	Barcode – RF sticker te printen door speciale printer. RF tag in sticker krijgt van printer nummer toegewezen.
Kosten				
Kosten van het systeem per 1000 afgeleverde bomen	91	3032	370	74

Keuze

Ebben heeft aangegeven dat het voor hen het belangrijkst is dat het kwekerijboek en voorraad van verkoopbare bomen actueel is. Hierdoor hebben alle medewerkers meer inzicht in de gang van zaken op de kwekerij.
Op basis van de tabel hierboven sluit scenario 4 heel goed bij deze wens aan. In dit scenario wordt het kwekerijboek geautomatiseerd. Voordeel bij dit scenario is dat het goed aansluit bij de huidige praktijk en dus een goede opbouw kan zijn naar de acceptatie van verder elektronische systemen op de kwekerij. De meerwaarde van dit systeem ten opzichte van een systeem met louter barcodes is dat de RF tag langer leesbaar blijft en (waarschijnlijk) geen last heeft van weerinvloeden, vervuiling of vervaging.

Wanneer echt behoefte is aan heel informatie, vooral ten behoeve van management sturing, is scenario 2 de beste optie. Dit is het scenario waarbij in iedere boom een RF tag geplaatst wordt, gedurende de tijd in de kwekerij. Kostentechnisch is deze optie echter onmogelijk. Het grootste deel van kosten (meer dan de helft) voor door de RF tags bepaald. Deze zullen dus nog veel voordeliger moeten worden wil dit scenario interessant worden. Het is wel goed om te realiseren dat in dit scenario nog niet de mogelijkheden van verbetering van interne logistiek meegenomen zijn. Hierbij is te denken aan plaatsbepaling tijdens afleveren op het erf, om het orderpicken te vereenvoudigen en automatische facturatie en controle van de werkorder tijdens afleveren. Hiervoor moeten nog wel testen gedaan worden om de leesafstand en accuratesse van de meetgegevens op grotere afstand met meerdere bomen.

Scenario 3 is gebaseerd op hetzelfde principe als bij scenario 2, alleen levert het veel minder informatie. De kostprijs is veel lager doordat de tags herbruikbaar zijn. Desondanks is de kostprijs fors hoger dan scenario 4 en heeft het weinig meerwaarde.

Scenario 1 is een eenvoudig scenario, maar de voordelen zijn er pas als de software goed op het bedrijf afgestemd wordt. Momenteel behaalt het het doel niet, omdat het niet eenvoudig meet- en tellingsgegevens kan verwerken.

5 Vervolg en pilot

Op basis van de beschreven scenario's ligt scenario 4 het dichts bij de wensen van Ebben te liggen. Met behulp van dit scenario wordt het kwekerijboek met relatief weinig inspanning actueel beschikbaar. Bovendien ligt het dicht bij de huidige werkzaamheden, wat de acceptatie bij de medewerkers, maar ook bij het management zal vereenvoudigen. Bovendien is dit scenario op basis van de inschattingen veruit het voordeligst.

Wanneer in de toekomst meer gegevens op kwekerij noodzakelijk zijn om verschillende redenen zoals overzicht behouden of meer inzicht in kostenstructuur, planning van mensen en materialen en groei van de bomen etc. kan in het tweede scenario geïnvesteerd worden. Tegen die tijd is de techniek verder ontwikkeld en zullen investeringskosten lager liggen. Maar wellicht zijn ook andere technieken, zoals bijvoorbeeld identificatie met GPS verder ontwikkeld dat dit met goede software hetzelfde doel dient, maar voordeliger is.

Het is verstandig om deze vragen in het kader van het laanbomenpact te beantwoorden. Hierbij kan samengewerkt worden met Data Control Transponder Techniek (DCTT) uit Almere en wellicht het Automatische Identificatie datacollecite & datacommunicatie Competence Centre (AICC). AICC beschikt over een demonstratie locatie van verschillende RFID technieken bij Vanderlande Industries te Veghel.

Met DCTT zijn momenteel gesprekken om op de boomkwekerij een pilot op te stellen. Hier nog gelden voor beschikbaar moeten komen.
Vragen die bij de pilot aan de orde komen zijn vooral gericht op " werkt het principe nu onder alle omstandigheden?" Het gaat dan met name om de systemen van scenario 4 en 2.

- Werkt het systeem onder alle omstandigheden, rekening houdend met vochtigheid, temperatuur, olie, grond, storing van tractoren, machines en andere apparatuur?
- Werkt de kleinere glazen tag?
- Werkt het systeem foutloos?
- Hoe is de levensduur van tags onder de buitenomstandigheden?
- Hoe moet je tag in scenario 4 aanbrengen (op etiket of touw bijvoorbeeld)?
- Kun je de tag altijd vinden; waar moet je hem aanbrengen zodat dat lukt?
- Is het ook mogelijk om een grotere leesafstand te realiseren zodat meerdere bomen tegelijkertijd uitgelezen kunnen worden?
- Wat gebeurd als de data kwijt raakt?
- Is er een koppeling met automatisch diktemeten mogelijk? (in ontwikkeling)
- Is een koppeling technisch met het huidige management systeem VACC mogelijk

6 Samenvatting en Conclusies

Voor de toepassing van RFID zijn de volgende scenario's opgesteld. Deze zijn in hoofdstuk 4 beschreven.

1. Registreren op partij niveau zonder RFID
2. Tag in boom tijdens gehele teelt
3. Tag aan boom vanaf verkoopbaar stadium
4. Elektronisch kwekerijboek; Tag aan boom en per rij

Ebben heeft aangegeven dat het voor hen het belangrijkst is dat het kwekerijboek en voorraad van verkoopbare bomen actueel is. Hierdoor hebben alle medewerkers meer inzicht in de gang van zaken op de kwekerij.
Op basis van de tabel hierboven sluit scenario 4 heel goed bij deze wens aan. In dit scenario wordt het kwekerijboek geautomatiseerd. Groot voordeel bij dit scenario is dat het goed aansluit bij de huidige praktijk en dus een goede opbouw kan zijn naar de acceptatie van verder elektronische systemen op de kwekerij.

Wanneer echt behoefte is aan heel informatie, vooral ten behoeve van management sturing, is scenario 2 de beste optie. Dit is het scenario waarbij in iedere boom een RF tag geplaatst wordt, gedurende de tijd in de kwekerij. Kostentechnisch is deze optie echter onmogelijk. Het grootste deel van kosten (meer dan de helft) voor door de RF tags bepaald. Deze zullen dus nog veel voordeliger moeten worden wil dit scenario interessant worden. Het is wel goed om te realiseren dat in dit scenario nog niet de mogelijkheden van verbetering van interne logistiek meegenomen zijn. Hierbij is te denken aan plaatsbepaling tijdens afleveren op het erf, om het orderpicken te vereenvoudigen en automatische facturatie en controle van de werkorder tijdens afleveren. Hiervoor moeten nog wel testen gedaan worden om de leesafstand en accuratesse van de meetgegevens op grotere afstand met meerdere bomen.

Scenario 3 is gebaseerd op hetzelfde principe als bij scenario 2, alleen levert het veel minder informatie. De kostprijs is veel lager doordat de tags herbruikbaar zijn. Desondanks is de kostprijs fors hoger dan scenario 4 en heeft het weinig meerwaarde.

Scenario 1 is een eenvoudig scenario, maar de voordelen zijn er pas als de software goed op het bedrijf afgestemd wordt. Momenteel behaalt het het doel niet, omdat het niet eenvoudig meet- en tellingsgegevens kan verwerken.

Voor scenario's 4 en 2 zijn vragen geformuleerd die bij het uitvoeren van een pilot aan de orde komen.

Literatuur

- Pleysier et al, L., Handboek RFID voor intelligente logistiek, Vlaams Instituut voor de Logistiek en Reed Business Informatie, 2005
- Wekken, van der J.W., Schreuder. R. Kwantitatieve Informatie boomkwekerij 2006, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, publicatienummer 422

Diverse websites:
- www.dctt.nl
- www.aicc.nl
- www.dutchrfid.nl
- www.rfidjournal.com
- www.ecp.nl
- www.rfidplaza.nl
- www.rfidnederland.nl
- www.rfid4u.nl