

2015•2016
FACULTEIT INDUSTRIËLE INGENIEURSWETENSCHAPPEN
master in de industriële wetenschappen: energie

Masterproef
Ontwerp en realisatie van een meststoffenautomaat

Promotor :
ing. Geert LEEN

Promotor :
Dhr. BERT TRUIJEN

Ruben Govaerts
Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de industriële wetenschappen: energie

Gezamenlijke opleiding Universiteit Hasselt en KU Leuven

2015•2016
Faculteit Industriële
ingenieurswetenschappen
master in de industriële wetenschappen: energie

Masterproef

Ontwerp en realisatie van een meststoffenautomaat

Promotor :
ing. Geert LEEN

Promotor :
Dhr. BERT TRUIJEN

Ruben Govaerts
Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de industriële wetenschappen: energie

Woord vooraf

Deze masterproef vond plaats bij Agro Riemst NV, een bedrijf dat actief is in de land- en tuinbouwsector. De opdracht van deze masterproef bestond uit het ontwerp en de realisatie van een onbemande meststoffenautomaat. Deze automaat maakt het mogelijk om 24/7 mest- en sproeistoffen te verkopen zonder de tussenkomst van een medewerker.

Dit onderwerp werd door mijn interne promotor ing. Geert Leen voorgesteld. Het was snel duidelijk dat mijn voorkeur naar deze masterproef uitging. Vanaf het begin waren de verwachtingen duidelijk. Bovendien kent de masterproef ook een effectieve realisatie bij een goed voorstel. Een extra pluspunt was de vrijheid in aanpak, ik mocht op een vernieuwende, creatieve wijze te werk te gaan. Binnen dit project kwamen ook verschillende aspecten van automatisatie aanbod en was er een mooie afwisseling tussen theorie en praktijk.

Graag wil ik enkele personen bedanken die mij door de hele periode begeleid hebben. Zonder hen had ik deze scriptie niet op deze manier kunnen volbrengen. Allereerst is er mijn externe promotor, de heer Bert Truijens die mij de mogelijkheid gaf om deze masterproef uit te voeren. Ik kon altijd rekenen op zijn begeleiding, zijn visie en zijn inzichten en gesprekken. Daarnaast wil ik ing. Geert Leen, mijn interne promotor bedanken voor zijn steun en zijn begeleiding tijdens het semester. Tot slot wil ik ook het bedrijf Agro Riemst en zijn medewerkers bedanken, voor de ondersteuning en de leuke sfeer.

Inhoudsopgave

Woord vooraf	1
Lijst van figuren	5
Lijst van Tabellen.....	7
Abstract	9
Abstract in English.....	11
1. Onderzoeksopzet	13
1.1 Situering	13
1.2 Probleemstelling.....	13
1.3 Doelstellingen	14
1.4 Materiaal en methode.....	14
2. Bestaande systemen.....	15
2.1 Inleiding	15
2.2 Systeemvarianten	15
2.2.1 Systeem A	15
2.2.2 Systeem B.....	18
2.2.3 Overzicht van de systemen.....	19
2.3 Conclusie.....	20
3. Nieuwe ontwerpvoorstellen.....	21
3.1 Inleiding	21
3.2 Globale doelstellingen.....	21
3.3 Systeemaspecten.....	22
3.3.1 Identificatie.....	22
3.3.2 Weegbrug	23
3.3.3 Grondstofsilo.....	25
3.3.4 Vloeistofsilo	27
4. Definitief ontwerp	29
4.1 Inleiding	29
4.2 Theoretische beschrijving	29
4.3 Concrete doelstellingen	30
4.4 Specifieke kenmerken	32
4.5 Onderdelen	33
4.6 Haalbaarheid	34
4.7 Kostprijs en terugverdientijd.....	35
4.7.1 Kostprijs	35
4.7.2 Opbrengst	36

4.7.3	Conclusie	36
5.	Systeemontwerp	37
5.1	Inleiding	37
5.2	Software	37
5.2.1	Microsoft Visual Studio	37
5.2.2	TwinCAT 2	43
5.2.3	Google Drive	46
6.	Realisatie	47
7.	Besluit	49
	Literatuurlijst.....	51

Lijst van figuren

Figuur 1: Opstelling van de silo's met het mobiele weegstelsel er onder.	16
Figuur 2: Bedieningskast voor de landbouwer met linksboven de bedieningsdisplay.....	17
Figuur 3: De reeds aanwezige weegbrug in Millen.....	23
Figuur 4: De handbediende klep van de reeds aanwezige grondstof silo.....	25
Figuur 5: De reeds aanwezige vloeistof silo.	27
Figuur 6: Overzicht opstelling van het definitief voorstel.	29
Figuur 7: Een voorbeeld van het samenvattend verslag.....	30
Figuur 8: BC9020 met in- en uitgangskarten van het systeem.....	33
Figuur 9: De F3.00.P flowmeter.....	33
Figuur 10: Visual Studio 2008 logo.	37
Figuur 11: De functionaliteiten van het programma.	37
Figuur 12: Weergave van de stappen met de bijhorende communicaties in de verkoopcyclus..	38
Figuur 13: Onderdeel van de code waarmee een foto opgevraagd en opgeslagen wordt.	39
Figuur 14: Onderdeel van de code waarin verbinding met de PLC wordt gemaakt en data wordt verzonden.	39
Figuur 15: Onderdeel van de code waarmee het weegcommando wordt verstuurd.....	40
Figuur 16: Onderdeel van de code waarmee een afdruk wordt gemaakt.	40
Figuur 17: De functie 'automatisch opslaan' in de instellingen van PDF-Creator.	41
Figuur 18: Onderdeel van de code voor het mailen van het samenvattend verslag.	41
Figuur 19: Onderdeel van de code waarmee wordt nagegaan of de klant in de database zit.	42
Figuur 20: Twincat PLC logo.....	43
Figuur 21: PLC-programma weergave van de grondstofcyclus.....	44
Figuur 22: PLC-programma weergave van de vloeistofcyclus.	45
Figuur 23: Google Drive logo.	46
Figuur 24: De structuur in de verkenner voor het raadplegen van de bestanden.	46
Figuur 25: De opbouwkast bij het weegbrughuis met de bedieningsdisplay en de ticketprinter.	47

Lijst van Tabellen

Tabel 1: Overzicht van de gemeenschappelijke voor- en nadelen van de bestaande systemen...	19
Tabel 2: Overzicht van de bijkomstige voor- en nadelen voor systeem A.....	19
Tabel 3: Overzicht van de bijkomstige voor- en nadelen voor systeem B.....	20
Tabel 4: Overzicht van de voor- nadelen voor klantenidentificatie.....	22
Tabel 5: Overzicht van de voor- nadelen van de weegcontrole.....	24
Tabel 6: Overzicht van de voor- nadelen van de controle van de grondstofsilo.....	26
Tabel 7: Overzicht van de voor- nadelen voor de controle van de vloeistofsilo.....	28
Tabel 8: Overzicht van de totale kostprijs van het systeem.....	35
Tabel 9: Overzicht van de opbrengst Kalkommon-salpeter.....	36
Tabel 10: Overzicht van de opbrengst ammoniumnitraat- ureumoplossing.....	36

Abstract

AGRO Riemst NV is een bedrijf dat actief is in de land- en tuinbouwsector, onder meer in de verkoop van mest- en sproeistoffen. Vandaag de dag zijn deze producten enkel verkrijgbaar in de hoofdvestiging. Het bedrijf wil deze producten ook verkopen op een tweede vestiging in Millen, weliswaar zonder de tussenkomst van een medewerker. Dit geeft de mogelijkheid om de producten gedurende het hele jaar, 24 uur per dag, te verkopen. Er bestaan reeds systemen waarbij op een zelfstandige manier mest- en sproeistoffen aangekocht kunnen worden, maar die zijn meestal duur en voldoen niet aan de eisen van AGRO. Deze masterproef beoogt om een geautomatiseerde meststoffenautomaat te ontwerpen en te realiseren die onafhankelijk, betrouwbaar en controleerbaar is. Het maximale investeringsbudget is vastgelegd op 7000 euro excl. btw.

Deze masterproef heeft geleid tot een effectief ontwerp, realisatie en ingebruikname van een automatische meststoffenautomaat. Het is voorzien van een VB.net applicatie die de landbouwer via duidelijke instructies doorheen het proces van de verkoop leidt. Bovendien zorgt de applicatie ervoor dat de eigenaar een volledige controle over de installatie heeft. Hiervoor zijn verschillende vernieuwende technieken toegepast. Alle data van het systeem zoals beeldmateriaal als verkoopgegevens worden rechtstreeks via een cloudopslag ter beschikking gesteld van de hoofdvestiging. Finaal is het gelukt om systeem te realiseren dat voldoet aan de eisen met een kostprijs van 3750 euro excl. btw.

Abstract in English

AGRO Riemst NV is a company active in the agri- and horticulture sector, more specific in the purchase and sale of fertilizers. In the present situation the products are only available at the headquarters. The company wants to offer it in a second establishment, although without the help of an employee. This will give the opportunity to offer fertilizers, 24h a day. There are already systems whereby on the market for automating fertilizers sales, but they are mostly expensive and do not meet the requirements of AGRO. This master thesis aims to design and realize an automated fertilizer machine which is independent, reliable and verifiable. The maximum investment budget is set at € 7,000 excl. VAT.

This master's thesis has led to an effective design, construction and commissioning of an automatic fertilizer machine. It includes a VB.net application that leads the farmer with clear instructions through the selling process. Moreover, the application ensures that the owner has full control over the installation. For this, several innovative techniques have been applied. All data of the system such as images and sales data are directly available through cloud storage for headquarters. This thesis succeeded to achieve a system that meets the requirements with a cost of 3750 euros excl. VAT.

1. Onderzoeksopzet

1.1 Situering

Deze masterproef vindt plaats bij AGRO Riemst NV, een bedrijf dat actief is binnen de land- en tuinbouwsector. De landbouwer kan hier terecht voor het aankopen van verschillende zaaizaden, veevoeders, mest- en sproeistoffen. Daarnaast fungeert AGRO Riemst als opkoper van geogoste granen. Afhankelijk van de producteigenschappen krijgen de granen nog een nabehandeling, met name drogen en zuiveren vooraleer ze gestockeerd worden. Naderhand kunnen de granen verkocht worden voor de productie van veevoer of voor het gebruik in de voedingsindustrie.

Voor een geslaagde oogst is de landbouwer gedeeltelijk afhankelijk van mest- en sproeistoffen. En dit nagenoeg het hele jaar door, wat leidt tot een constante vraag. Om aan deze vraag te beantwoorden wilt AGRO Riemst een systeem voorzien waardoor het voor de landbouwer mogelijk wordt om deze producten te kopen zonder aanwezigheid van een medewerker. Een onbemande automatische meststoffenautomaat biedt hierop een antwoord. De bedoeling is om deze service op te starten in de tweede vestiging van het bedrijf in Millen.

Deze masterproef heeft als doel om een onbemande meststoffen automaat te ontwerpen. Tijdens de onderzoeksfase worden verschillende voorstellen uitgewerkt. Deze voorstellen worden daarna geanalyseerd wat betreft de voor- en nadelen, kosten, haalbaarheid, efficiëntie, controleerbaarheid, programmatie, uitbreidbaarheid. Het voorstel dat het beste aansluit bij de situatie, zal verder uitgewerkt worden voor implementatie.

1.2 Probleemstelling

Er zijn enkele systemen bekend die dezelfde toepassing kennen. Echter zijn deze meestal duur en voldoen ze niet aan de eisen. De vestiging in Millen is er tot op heden niet op voorzien om de producten op een automatische manier te verkopen. Op de locatie zijn enkel een weegbrug met bijhorende ticketprinter en twee silo's aanwezig. Verder ontbreken er verschillende belangrijke onderdelen. Wanneer er toch verkocht zou worden is het noodzakelijk dat er een medewerker ter plaatse komt. Echter is de permanente aanwezigheid van een medewerker niet haalbaar. Dit vanwege de lage winstmarges bij een dergelijke kleinschalige opstelling.

Een automatische verkoopcyclus zou er als volgt moeten uitzien. De landbouwer neemt met zijn voertuig plaats op de weegbrug die automatisch het gewicht opslaat. Afhankelijk van de productkeuze en de ingaven van de gewenste hoeveelheid, wordt vervolgens de desbetreffende silo ontgrendeld en kan het product afgevuld worden. Het kan hier gaan om vloeibare of vaste grondstoffen. Vervolgens wordt een tweede weging uitgevoerd om het netto gewicht te bepalen. Een ticket van de verkoop wordt afgedrukt als bewijs. Automatisch zorgt het systeem er daarna voor dat alle belangrijke informatie opgeslagen en uitgewisseld wordt met de hoofdvestiging.

Een systeem zonder menselijke controle heeft echter nadelen. Zo is er niemand die kan communiceren met de hoofdvestiging voor het uitwisselen van belangrijke verkoopinformatie. Een ander groot nadeel is dat eventuele problemen en misbruik niet opgemerkt kunnen worden. Zo kan een landbouwer bijvoorbeeld foutief plaatsnemen op de weegbrug of wordt de lading vanuit de silo niet goed in de meststrooier gelost.

1.3 Doelstellingen

De studie van de bestaande systemen resulteert in een korte samenvatting over de voor- en nadelen, kosten, haalbaarheid, efficiëntie, controleerbaarheid, programmatie en uitbreidbaarheid

Bij het onderzoek naar de verschillende modeloplossingen moet er rekening gehouden worden met een maximum budget van 7000 euro excl. btw. Er dient gebruik gemaakt te worden van de aanwezige weegbrug om zo extra investeringskosten in een nieuw weegsysteem te vermijden. Verder moet het systeem een open structuur hebben en op zichzelf kunnen werken. Bovendien moet het ook volledig controleerbaar zijn met betrekking tot problemen en misbruik. Dit door het toepassen van detectiesensoren, meters en intelligente camera's die foutieve handelingen registreren en of voorkomen. Om een directe controle te hebben en snel merkwaardige situaties vast te stellen moet de hoofdvestiging de verkoop controleren. Hiervoor wordt een soort verslag via e-mail naar de hoofdvestiging gestuurd wordt. Dit verslag bestaat uit de vaststellingen van de detectiesensoren, meters en intelligente camera's, ook is er het soort product, tijd, hoeveelheid, etc. in opgenomen.

Softwarematig wordt het gestuurd en bediend vanuit één centrale software. Die software moet instaan voor een correcte samenwerking tussen de verschillende deelaspecten. Meer bepaald de communicatie met de weegbrug en de PLC die de actuatoren en sensoren aanstuurt. De software moet duidelijk en gemakkelijk in gebruik zijn voor beide partijen. De landbouwer moet met eenvoudige instructies door het proces geleid worden. Daarnaast moet de medewerker op een vlotte manier aan de bestanden kunnen en aan klantenbeheer doen. De uitwisseling van de bestanden, databases en beeldmateriaal gebeurt via een cloudopslag.

1.4 Materiaal en methode

De masterproef is driedelig opgebouwd uit een onderzoeks, ontwerp- en implementatiefase. In de eerste fase worden de bestaande systemen op de markt geanalyseerd. Dit laat toe om doordachtere keuzes te maken bij het onderzoek naar voorsteloplossingen die beter aansluiten bij de situatie in Millen. Uiteindelijk wordt na een grondige bespreking het beste ontwerpvoorstel verder uitgewerkt en onderzocht. Meer bepaald naar aansturing, efficiëntie, kostprijs, etc. Tijdens de ontwerpfase kan het geheel geprogrammeerd en veelvuldig getest worden op haalbaarheid en een correcte werking. In de laatste fase kan het dan geïmplementeerd worden.

Visual studio (VB.net) wordt gebruikt voor het programmeren van de gebruikersinterface en de achterliggende communicatie met de deelaspecten [1]. Het is een object-en-event-gebaseerde programmeertaal. Voor het aansturen van de mechanische actuatoren en het inlezen van de sensoren wordt beroep gedaan op een programmeerbare logische controller (PLC) van Beckhoff [2]. Deze cyclus wordt geprogrammeerd met de TwinCAT-software [3]. Via een ADS-communicatie wisselt de PLC informatie uit met VB.net [4]. Alle bestanden worden opgeslagen en uitgewisseld via het een Google Drive Cloud systeem [5].

2. Bestaande systemen

2.1 Inleiding

Het verkopen van mest- en sproeistoffen op een geautomatiseerde manier zonder de tussenkomst van een medewerker is niet nieuw. Vandaag de dag zijn er twee systemen bekend waarvan hun toepassing overeenkomt met die in Millen. In de eerste fase worden de bestaande systemen geanalyseerd. Dit helpt om op een doordachtere manier te werk te gaan bij het uitwerken van nieuwe ontwerpvoorstellen. In dit hoofdstuk komen de twee systemen aanbod.

2.2 Systeemvarianten

De twee bestaande systemen zijn gerealiseerd door het bedrijf Delaere dat gespecialiseerd is in het plaatsen van weegsystemen en het afvullen van bulkgoed [6]. Toch zijn deze beide totaal verschillend op het vlak van bouw en controle. Dit heeft te maken met welke eisen er gesteld worden en wat de kostprijs mag zijn.

Kort samengevat hebben beide systemen het volgende gemeenschappelijk:

- Weegbrug,
- KILOSOF software,
- Numeriek bedieningsdisplay,
- Batch identificatie,
- PLC.

Voor de bediening van de weegbrug levert het bedrijf de software KILOSOF. Het is een multifunctionele software die gebruiker naast de bediening van de weegbrug ook in staat stelt om aan administratie te doen. [7] De software beschikt ook over communicatie mogelijkheden met badgelezers, printer, etc. Het numerieke bedieningsdisplay vormt het gebruikersinterface voor de landbouwer.

2.2.1 Systeem A

De volgende onderdelen zijn extra toegevoegd aan systeem A:

- Mobiel weegsysteem,
- Externe camera bewaking.

Rechtstreeks onder de silo's wordt een mobiel weegsysteem op een rail geplaatst. De meststoffen worden hierin gelost om nadien in de meststrooier te lossen. Principieel lijkt het gebruik van twee weegsystemen overbodig. Echter is het belangrijk om op te merken dat een weegsysteem dat gebruikt wordt voor commerciële doeleinden wettelijk voorzien moet zijn van een ijkingcertificaat. Enkel de weegbrug is van dit certificaat voorzien omdat ze ook nog wordt gebruikt voor andere activiteiten.



Figuur 1: Opstelling van de silo's met het mobiele weegstelsel eronder.

Het verkoopproces ziet er als volgt uit voor de landbouwer en de eigenaar:

Voor de landbouwer:

De landbouwer neemt met zijn voertuig plaats op de weegbrug en identificeert zich aan de hand van het batchstelsel. Op het moment van identificatie wordt het voertuig gewogen. Vervolgens drukt de landbouwer het nummer van de gewenste silo in samen met de gewenste hoeveelheid.

Wanneer de landbouwer zich verplaatst naar de correcte silo wordt in de tussentijd de juiste hoeveelheid afgevuld in het mobiele weegstelsel. Aan de hand van een bedieningsdrukknop bevestigt de landbouwer dat hij onder het weegstelsel staat en valt het in de meststrooier.

Nadien identificeert de landbouwer zich opnieuw met zijn batch om het voertuig te wegen. Automatisch wordt de data verwerkt in de Kilosoft software en wordt een ticket afgedrukt. De verkoop is nu beëindigd.

Voor de eigenaar:

Na iedere verkoop wordt in Kilosoft data opgeslagen zoals het wegingsnummer, de klantnaam, het product, de tijdstippen, etc. Het is niet noodzakelijk maar de eigenaar kijkt beter die gegevens voor iedere verkoop afzonderlijk na. De verkoop is pas in orde wanneer het netto gewogen weegbruggewicht ongeveer overeenstemt met het afgevulde gewicht van het mobiele weegstelsel. Wanneer dit niet zo is duidt dit op een merkwaardige situatie en kan het extra camera systeem een oplossing bieden. Wanneer het mobiele weegstelsel toch voorzien zou zijn van een ijkingscertificaat is deze controle niet nodig. Maar in dit geval wordt enkel de weegbrug als officiële weegstelsel gebruikt. De controle is nodig om vast te stellen of dat de meststof correct vanuit het weegstelsel in de meststrooier zijn gevallen en zo geen producten verloren zijn gegaan.



Figuur 2: Bedieningskast voor de landbouwer met linksboven de bedieningsdisplay.

Analyse:

Systeem A is een zeer degelijk en robuust gebouwd systeem. Merkwaardige situaties en eventueel misbruik zijn nagenoeg uitgesloten. Dit komt door het extra mobiele weegstelsel dat onder de silo geplaatst is. De vergelijking van de twee weegwaarden geeft een zekerheid aan de eigenaar over een correct verloop van de verkoop. Anderzijds kan wanneer het mobiele weegstelsel geïjkt is, de weegbrug en de controle van de twee weegwaarden overbodig worden. Daar tegenover staat wel dat, zowel de plaatsing van het mobiele weegstelsel en de aankoop ervan duur zijn. Ook geeft het extra mobiele weegstelsel extra beperkingen. Zo verbindt de eigenaar zich rechtstreeks tot de leverancier voor onderhoud. Ook wanneer het systeem uitgebreid zou worden met extra silo's is de eigenaar volledig afhankelijk van de leverancier.

Het systeem is enkel toepasbaar voor meststoffen in vaste toestand. De bediening naar de klant toe is redelijk verwarrend en onoverzichtelijk door het numerieke display dat met afkortingen werkt en over te veel overbodige toetsen beschikt. De Kilosoft software beschikt in het opzicht van de toepassing ook over te veel functionaliteiten.

2.2.2 Systeem B

Een opsomming van de belangrijkste onderdelen in het systeem zijn:

- Aanwezigheidsdetectie onder de silo,
- Externe camera bewaking.

Het verkoopproces ziet er als volgt uit voor de landbouwer en de eigenaar:

Voor de landbouwer:

De landbouwer neemt met zijn voertuig plaats op de weegbrug en identificeert zich aan de hand van een batchsysteem. Op het moment van identificatie wordt het voertuig gewogen.

Vervolgens drukt de landbouwer het nummer van de silo gewenste silo in.

Een lasersensor detecteert wanneer de laadbak onder de silo staat. Het slot van de klep wordt ontgrendeld. Vanaf nu kan de landbouwer naar eigen behoefte afvullen. Bij verlies van detectie wordt de klep weer vergrendeld.

Opnieuw identificeert de landbouwer zich met zijn batch en wordt het voertuig gewogen. Intern wordt de data verwerkt in de Kilosoft software en wordt een ticket afgedrukt. De verkoop is nu beëindigd.

Voor de eigenaar:

Ook nu weer vormt de Kilosoft software de kern van het verkoopsysteem waarin verschillende data terug te vinden is. Maar nu heeft de eigenaar geen belang bij het te controleren van het gewicht in het programma zoals dat bij systeem A gebeurt. Want enkel de weegbrug is nu het weegsysteem. Om toch zeker te zijn dat alles goed verlopen is kan er enkel beroep gedaan worden op de externe camera beelden.

Analyse:

Het grootste voordeel van dit systeem B is de lagere kostprijs. Dit komt door het ontbreken van een extra mobiel weegsysteem. Dit heeft als gevolg dat het een eenvoudig systeem is dat bovendien eenvoudig uit te breiden is. Helaas wegen de nadelen toch veel meer door. Het systeem berust op de vertrouwensband en de eerlijkheid die de eigenaar heeft met de klant. Want de klant is bv. perfect instaat om meststoffen naast de silo te laten vallen ondanks dat de sensor vaststelt dat de landbouwer eronder staat. Dit doet zich voor wanneer de meststrooier overloopt. Eveneens kan de klant ook een slechte weging uitvoeren, etc. De enige controle is het externe camerasysteem maar dit is een tijdrovende en omslachtige oplossing.

2.2.3 Overzicht van de systemen

De onderstaande tabellen vatten de voor- en nadelen van systeem A en systeem B samen.

1) Gemeenschappelijke voor- en nadelen:

<u>Voordelen</u>	<u>Nadelen</u>
Eenvoudig batch systeem: Eenvoudig en snel aanmelden zonder een code te onthouden.	Kans op vergeten van de batch: Als de batch vergeten wordt is het niet mogelijk om het systeem te gebruiken
Robuust en duurzaam: Het systeem is degelijk en duurzaam gebouwd met het oog op een lange levensduur.	Te veel functionaliteiten: De Kilosoft software beschikt over verschillende functionaliteiten die overbodig zijn voor deze toepassing.
	Afhankelijkheid: Bij problemen of wijzigingen zal er altijd beroep moeten gedaan worden op de leverancier. Het volledige systeem wordt gestuurd door de Kilosoft-software.
	Geen vloeibare producten: Het systeem is enkel voorzien op meststoffen in vaste toestand.

Tabel 1: Overzicht van de gemeenschappelijke voor- en nadelen van de bestaande systemen.

2) Bijkomstige voor- en nadelen voor systeem A:

Systeem A	
<u>Voordelen</u>	<u>Nadelen</u>
Volledige controle: Elke vorm van misbruik is vast te stellen omdat het gewicht gekend is van het mobiele weegstelsel en op de weegbrug.	Moeilijk uit te breiden: Het gebruik van het extra mobiele weegstelsel houdt in dat het moeilijk uit te breiden is.
	Extra mobiel weegstelsel: Om misbruik uit te sluiten is het systeem afhankelijk van de extra weging onder de silo's wat een extra kost is.
	Hoge kostprijs: Financieel gezien is het systeem op verschillende punten duur, software, weegcellen, etc.
	Visuele controle van de data: Om zeker te zijn van de verkoop moet de data iedere keer grondig gecontroleerd worden.
	Complex systeem: Het toepassen van een extra weging resulteert in een systeem dat complex wordt. Er komen extra elektrische en mechanische aansluitingen in het systeem.

Tabel 2: Overzicht van de bijkomstige voor- en nadelen voor systeem A.

3) Bijkomstige voor- en nadelen voor systeem B:

Systeem B	
Voordelen	Nadelen
Eenvoudig uit te breiden: Het is veel eenvoudiger om silo's bij te plaatsen doordat het extra weegsysteem ontbreekt.	Geen rechtstreekse controle op misbruik: Enkel de externe camera beelden geven uitsluitel, al is dit zeer omslachtig.
Lagere kostprijs: Er is geen extra weegsysteem aanwezig. Dit levert een aanzienlijk kostprijs verschil op.	

Tabel 3: Overzicht van de bijkomstige voor- en nadelen voor systeem B.

2.3 Conclusie

De twee systemen zijn gebouwd door een leverancier die actief is in weegsystemen. Het is dan ook een logisch gevolg dat de systemen volledig gebaseerd zijn op het toepassen van weegsystemen en de mogelijkheden van de bijhorende Kilosoft software. Echter vormt het wegen maar een onderdeel van het verkoopproces en is het niet de hoofdtaak. Het is interessant om hiermee rekening te houden in de zoektocht naar nieuwe ontwerpvoorstellen.

Systeem B kan samengevat worden als een eenvoudige en goedkopere installatie met als grootste nadeel de betrouwbaarheid en controleerbaarheid, systeem A is hier het tegenovergestelde van.

3. Nieuwe ontwerpvoorstellen

3.1 Inleiding

Voor het ontwerp en de realisatie van een geautomatiseerde meststoffen automaat wordt vertrokken vanuit de globale doelstellingen. Die geven duidelijk weer waaraan de nieuwe ontwerpvoorstellen moeten voldoen. Op basis hiervan kunnen dan voor de deelaspecten van het systeem verschillende oplossingen voorgesteld worden. Ieder voorstel wordt onderzocht op de voor- en nadelen, kosten, haalbaarheid, efficiëntie, veiligheid, programmatie, uitbreidbaarheid, etc.

3.2 Globale doelstellingen

De voorgestelde ontwerplossing moet voldoen aan de volgende specifieke eisen:

- Kostprijs in verhouding met opbrengst,
- Eén complete sturing en samenwerkend geheel,
- Volledige controleer- en betrouwbaarheid,
- Eenvoudige opbouw en gebruiksvriendelijkheid,
- Informatie-uitwisseling met de hoofdvestiging,
- Gemakkelijk uit te breiden,
- Open structuur.

3.3 Systeemaspecten

3.3.1 Identificatie

Wanneer de landbouwer meststoffen wil kopen zal die zich eerst moeten identificeren. Hiervoor zijn verschillende mogelijkheden. Deze worden in onderstaande tabel opgesomd met hun bijhorende voor- en nadelen.

	<u>Voordelen</u>	<u>Nadelen</u>
Sms	<ul style="list-style-type: none">- eenvoudig in gebruik,- snel,- uniek.	<ul style="list-style-type: none">- mobiele provider,- niet kosteloos,- 'extern systeem'.
Sleutel	<ul style="list-style-type: none">- snel,- uniek.	<ul style="list-style-type: none">- extra sleutel,- kans op vergeten,- niet kosteloos.
Batch	<ul style="list-style-type: none">- snel,- uniek,- uitwisselbaar.	<ul style="list-style-type: none">- extra batch,- kans op vergeten,- 'extern systeem'.
Nummerplaat-herkenning	<ul style="list-style-type: none">- altijd aanwezig,- snel,- uniek.	<ul style="list-style-type: none">- omslachtige programmering,- duur systeem (licentie),- geen betrouwbare oplossing,- geen vaste nummerplaat positie.
Code	<ul style="list-style-type: none">- eenvoudig,- snel,- uitwisselbaar,- kosteloos.	<ul style="list-style-type: none">- code onthouden.
Vingerscan	<ul style="list-style-type: none">- eenvoudig,- snel,- uniek,- kosteloos.	<ul style="list-style-type: none">- vuil en vocht gevoelig,- niet uitwisselbaar.

Tabel 4: Overzicht van de voor- nadelen voor klantenidentificatie.

Conclusie:

De beste oplossingen om toe te passen zijn een batch, vingerscan of code. Echter is gebleken bij de bestaande systemen dat een batch nadelig was door de kans op vergeten. Als alternatief blijft de vingerscan mogelijk. Het nadeel hiervan is dat het gevoelig is voor vuil en vocht. Aangezien dit niet te vermijden is blijft enkel de code over. Helaas bestaat hier ook de kans op vergeten, maar hier zijn wel eenvoudige oplossingen voor te vinden. Ook geeft de code de mogelijkheid tot uitwisseling en kunnen zo ook andere personen gaan i.p.v. de landbouwer.

3.3.2 Weegbrug

Een volgend groot onderdeel van het systeem is de weging. Voor een netto gewichtsbepaling wordt eerst het landbouwvoertuig in onbeladen toestand gewogen en een tweede keer in beladen toestand. Het is van uiterst belang dat die wegingen goed verlopen voor zowel de landbouwer als de eigenaar. Op het moment van de weging mag enkel en alleen het voertuig er correct opstaan.



Figuur 3: De reeds aanwezige weegbrug in Millen.

Om de weging correct te laten verlopen zijn de volgende oplossingen mogelijk:

- **Visuele camera-controle:**
Op het moment van de weging wordt het foto genomen van de weegbrug met het voertuig erop. Zo is het mogelijk om in één oogopslag te zien of het juist gepositioneerd staat, dat het om het juiste voertuig gaat en er geen extra ballast aanwezig is.
- **Software camera-controle:**
In de plaats van een menselijke visuele controle is het ook mogelijk om dit door software te laten doen. Matlab [8] beschikt onder andere over een beeldverwerkings toolbox. Op een foto kunnen dan verschillende acties uitgevoerd worden met als doel de positiebepaling van het voertuig. Echter houdt dit redelijk wat wiskundige bewerkingen in en is het geen nauwkeurige oplossing. Dit draagt niet bij tot een degelijk en betrouwbaar systeem.
- **Laser sensor:**
De laser sensor kan enkel gebruikt worden om na te gaan of het voertuig niet net naast de weegbrug staat. De sensor die in langsrichting staat opgesteld naast weegbrug detecteert een onderbreking van de lichtstraal. Helaas kan het enkel dienen als ondersteuning voor een correcte positionering. Opzettelijk foutief positioneren blijft mogelijk want de sensoren zijn eenvoudig te misleiden. Bovendien is er ook geen controle op extra gewicht en of het om het zelfde voertuig gaat bij weging 1 en 2.
- **Ultrasoon sensor:**
Het verschil met een laser sensor is dat een ultrasoon sensor werkt op basis van een afstandsmeting. De uitgezonden geluidsgolf weerkaatst op het voertuig om de afstand te bepalen. Helaas is ook dit is geen goede oplossing omdat de weerkaatsingspositie niet gekend is. Bovendien heeft een weerkaatsing op rubber (de banden) een absorberend effect. Er is dus geen zekerheid op een correcte meting.
- **2D-laserscanner:**
Bij een 2D-laserscanner wordt over een hoek van 180° het X/Y-vlak gescand op de aanwezigheid van obstakels. Dit maakt het mogelijk om een zone in te stellen waarbinnen het voertuig mag staan. Maar in vergelijking met de gewone laser sensor

zitten de zender en ontvanger in één huis en wordt hier gewerkt met de weerkaatsing van het licht om de afstand te bepalen. Het is dus ook niet volledig betrouwbaar en kan misbruikt worden.

	<u>Voordelen</u>	<u>Nadelen</u>
Visuele camera controle	<ul style="list-style-type: none"> - eenvoudige te plaatsen, - duurzaam, - betrouwbaar, - implementeerbaar in VB.net, - eenvoudig uit te breiden, - gebruiksvriendelijk, - gunstige kostprijs < 125 euro. 	<ul style="list-style-type: none"> - kennis vereist voor programmering in VB.net, - menselijke tussenkomst noodzakelijk voor vaststellingen.
Software camera controle	<ul style="list-style-type: none"> - eenvoudige te plaatsen, - duurzaam, - implementeerbaar in VB.net en Matlab, - geen menselijke tussenkomst vereist voor vaststellingen. 	<ul style="list-style-type: none"> - onvoldoende betrouwbaar, - storingsgevoelig, - complexe programmering in VB.net en Matlab, - extra investering in Matlab licentie.
Laser sensor	<ul style="list-style-type: none"> - eenvoudig te plaatsen, - duurzaam, 5/6 jaar, - implementeerbaar in VB.net en Twincat, - eenvoudig uit te breiden, - gunstige kostprijs < 150 euro. 	<ul style="list-style-type: none"> - enkel controle op positionering, - onvoldoende betrouwbaar.
Ultrasoon sensor	<ul style="list-style-type: none"> - eenvoudig te plaatsen, - duurzaam, - implementeerbaar in VB, - eenvoudig uit te breiden. 	<ul style="list-style-type: none"> - enkele controle op positionering, - onvoldoende betrouwbaar, - kostprijs > 300 euro.
2D-laserscanner	<ul style="list-style-type: none"> - eenvoudig te plaatsen en uit te breiden, - duurzaam, - betrouwbaar, - implementeerbaar in VB.net. 	<ul style="list-style-type: none"> - enkel controle op positionering, - hoge kostprijs > 2000 euro.

Tabel 5: Overzicht van de voor- nadelen van de weegcontrole.

Conclusie:

Het valt onmiddellijk op dat het er veel mogelijkheden zijn waarvan er maar enkele opgesomd zijn. De meeste oplossingen laten toe om op een al dan niet op een eenvoudige manier de positie te bepalen van het voertuig. Helaas bestaat nog steeds de kans om de sensoren en scanners te misbruiken. Bovendien is ieder voertuig verschillend van een ander, het kan dus perfect mogelijk zijn dat de sensor goed afgesteld is voor het ene voertuig en niet voor het ander. Bovendien maakt iedere extra sensor of scanner het systeem gevoeliger voor fouten en storingen. Omwille van deze redenen blijft er een wantrouwen in het systeem door de eigenaar. Het gebruik van visuele camera controle is dan ook de beste oplossing. Het wordt zelfs nog interessanter om de camera foto's te laten nemen op het moment van de weging. Naderhand kan in een oogopslag duidelijk gezien worden of de weging op een correcte manier is verlopen of niet.

3.3.3 Grondstofsilo

Voor het afvullen van de meststof in de meststrooier, neemt het voertuig achterwaarts plaats onder de klep. De klep wordt automatisch ontgrendeld bij detectie. Wanneer de meststrooier niet goed gepositioneerd staat onder de klep, bestaat de kans dat niet alles er perfect in terecht komt en er langs valt. Er is geen zekerheid over wat er gebeurt met de er langs gevallen meststoffen. Zo kan het opgeschept en gewogen worden of blijft het liggen. Voor de eigenaar vormt dit een groot nadeel.

Zowel de grondstof- als de vloeistofsilo zijn al aanwezig op de locatie in Millen. De grondstofsilo is voorzien van een handbediende klep.



Figuur 4: De handbediende klep van de reeds aanwezige grondstof silo.

De volgende oplossingen zijn mogelijk:

- **Niveaumeting:**
Het bepalen van het niveau in de silo kan gebruikt worden om te weten hoeveel kilo gelost is. Het gedaald niveau stemt dan overeen met een aantal kilo's in de meststrooier. Toch is het niet eenvoudig om dit als een exacte meetmethode te gaan gebruiken. Om het goed te kunnen bepalen zijn dure sensoren nodig omdat de meststoffen niet vlak maar eerder piramidevormig in de silo liggen.
- **Doseerklep:**
Met behulp van de doseerklep is nauwkeurig te bepalen welke hoeveelheid overgeladen is in de meststrooier.
- **Extern weegstelsel:**
Zoals bij de bestaande systemen aanbod kwam vormt een extern weegstelsel een ideale oplossing voor een zeer betrouwbaar meetstelsel zonder menselijke controle. Echter heeft het ook heel wat nadelen waarvan de kostprijs de voornaamste is.
- **Visuele camera controle:**
Net zoals er bij de weegbrug een camera wordt toegepast kan het ook hier gebruikt worden. Door op belangrijke momenten (open klep, sluiten, sensor detectie) een foto te maken, kan in één opslag gezien worden of er zich merkwaardige gebeurtenissen hebben voorgedaan tijdens de verkoop.

	<u>Voordelen</u>	<u>Nadelen</u>
Doseerklep	<ul style="list-style-type: none"> - duurzaam, - betrouwbaar, - implementeerbaar in VB.net en Twincat. 	<ul style="list-style-type: none"> - aanpassen noodzakelijk voor plaatsing, - kostprijs > 1000 euro.
Niveaumeting	<ul style="list-style-type: none"> - duurzaam, - implementeerbaar in VB.net en Twincat. 	<ul style="list-style-type: none"> - minder betrouwbaar, - aanpassingen noodzakelijk voor plaatsing, - kostprijs > 1000 euro.
Weegcellen	<ul style="list-style-type: none"> - duurzaam, - implementeerbaar in VB.net en Twincat - zeer betrouwbaar. 	<ul style="list-style-type: none"> - aanpassen noodzakelijk voor plaatsing, - hoge kostprijs.
Visuele camera controle	<ul style="list-style-type: none"> - eenvoudige te plaatsen, - duurzaam, - betrouwbaar, - implementeerbaar in VB.net, - eenvoudig bij te plaatsen, - gebruiksvriendelijk, - gunstige kostprijs < 125 euro. 	<ul style="list-style-type: none"> - extra onderdelen, - kennis vereist voor implementatie in VB.net, - menselijke tussenkomst vereist.

Tabel 6: Overzicht van de voor- nadelen van de controle van de grondstofsilo.

Conclusie:

Ook hier zijn weer verschillende oplossingen opgesomd om het afvullen van de meststoffen goed te laten verlopen. Het onderscheid zit hier vooral in de kostprijs. Aangezien dit één van de globale doelstellingen is, zijn een doseerklep of extra weegsysteem uitgesloten. Een visuele controle lijkt dan ook hier weer het meest betrouwbare alternatief.

3.3.4 Vloeistofsilo

Het afvullen van meststoffen in een tankwagen gebeurt op basis van een automatische klep en vloeistofpomp. De leiding wordt met een lierbediende arm boven het vul gat gebracht. Op basis van een drukknop kan het overpompen gestart worden.



Figuur 5: De reeds aanwezige vloeistof silo.

Er zijn meerdere oplossingen mogelijk:

- **Flowmeter:**
Met behulp van een flowmeter is afhankelijk van de kostprijs zeer nauwkeurig de overgepompte hoeveelheid te bepalen. Bij een toepassing hiervan zou een weegbrug principieel overbodig zijn.
- **Niveaumeting:**
Het bepalen van het niveau in de silo bij een vloeistof is zeer handig en bovendien redelijk nauwkeurig. Dit komt omdat de vloeistof een glad oppervlak heeft in de silo. De meetmethode is redelijk eenvoudig en niet overdreven duur.
- **Extern (mobiel) weegstelsel:**
Zoals bij de bestaande systemen voor grondstoffen aanbod kwam, vormt een extern weegstelsel de ideale oplossing voor een zeer betrouwbaar systeem zonder menselijke controle. Helaas is ze niet voorzien op vloeibare meststoffen. Hiervoor moet dus een heel andere uitvoering (lekvrije) gemaakt worden. Financieel is het dan niet meer interessant.
- **Visuele camera-controle:**
Net zoals bij de weegbrug kan een visuele camera controle toegepast worden. Door op belangrijke momenten (start- en stoppen van de pomp, op een vaste tijdcyclus) een foto te maken, kan in één opslag gezien worden of er niets merkwaardigs gebeurd is tijdens de verkoop.

	<u>Voordelen</u>	<u>Nadelen</u>
Flowmeter	<ul style="list-style-type: none"> - duurzaam, - redelijk betrouwbaar, - implementeerbaar in VB.net en Twincat. 	<ul style="list-style-type: none"> - aanpassingen noodzakelijk voor plaatsing,
Niveaumeting	<ul style="list-style-type: none"> - duurzaam, - redelijk betrouwbaar, - implementeerbaar in VB.net en Twincat. 	<ul style="list-style-type: none"> - aanpassen noodzakelijk voor plaatsing, - kostprijs > 500 euro
Weegcellen	<ul style="list-style-type: none"> - duurzaam, - implementeerbaar VB.net en Twincat, - zeer betrouwbaar. 	<ul style="list-style-type: none"> - aangepassing vereist voor vloeistof, - hoge kostprijs.
Visuele camera controle	<ul style="list-style-type: none"> - eenvoudige te plaatsen, - duurzaam, - betrouwbaar, - implementeerbaar in VB.net, - eenvoudig uit te breiden, - gebruiksvriendelijk, - gunstige kostprijs < 125 euro. 	<ul style="list-style-type: none"> - extra onderdelen, - kennis vereist voor implementatie in VB.net, - menselijke tussenkomst vereist.

Tabel 7: Overzicht van de voor- nadelen voor de controle van de vloeistofsilo.

Conclusie:

Het toepassen van een flowmeter samen met een visuele camera controle lijkt de beste mogelijkheid. De flowmeter gebruiken als exacte bepaling van de verpompte vloeistofhoeveelheid is niet interessant omwille van de hoge kostprijs. Wel kan door het toepassen van een goedkopere variant (+/- 500 euro) voorkomen worden dat de tankwagen overloopt door onoplettendheid. Vooraf wordt de gewenste hoeveelheid ingegeven en de springt de vloeistofpomp af. Net zoals bij de grondstofbunker is de visuele camera controle het meest betrouwbaar.

4. Definitief ontwerp

4.1 Inleiding

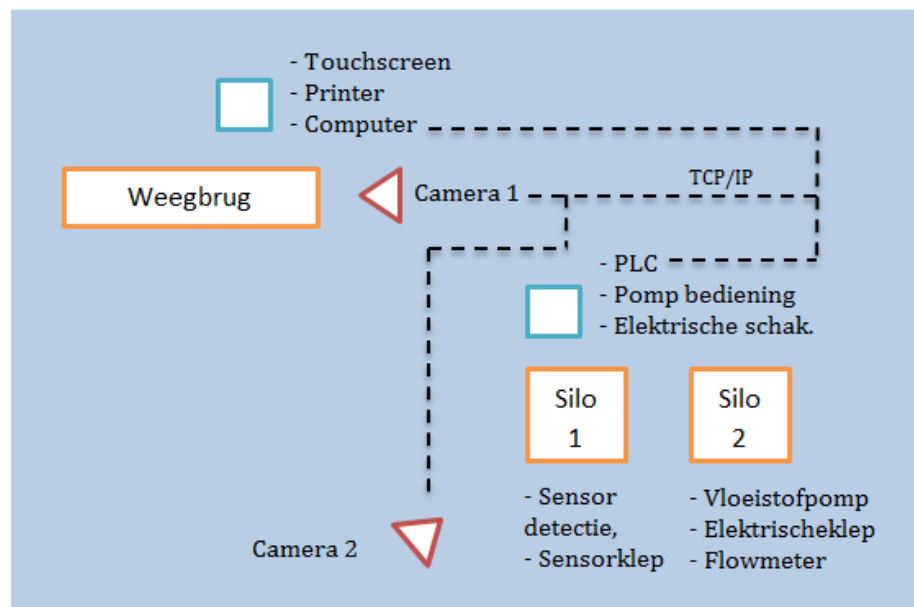
Nu het duidelijk is welke mogelijkheden er allemaal zijn en welke de meeste voorkeur genieten kan het volledige definitieve systeem in detail voorgesteld worden. Verder komen in dit hoofdstuk ook de concrete doelstellingen aanbod en wat er beoogt wordt in het bereiken met het definitieve systeem.

4.2 Theoretische beschrijving

Het systeem gaat er als volgt uit zien: ter hoogte van de weegbrug komt een opbouwkast waarin een aanraakscherm, ticket printer en computer geplaatst worden. Bij de silo's komt eveneens een opbouwkast waarin een PLC, relais, installatieautomaten en ethernet switch geplaatst worden. De grondstofsilo zelf is voorzien van een normaal gesloten penslot, een aanwezigheidsensor onder de klep en een sensor voor de stand van de klep. Aan de vloeistofsilo komt een start- en stopdrukknop voor de bediening van de vloeistofpomp. Ook wordt er nog een debietmeter en een elektrische- en manuele kraan voorzien. Verder komen er nog twee camera's waarvan één gericht staat op de weegbrug en de andere op de silo's.

De kern van het systeem wordt een applicatie die de verschillende deelaspecten gaat herleiden tot één geheel. In de eerste plaats wordt de applicatie gebruikt om de landbouwer via verschillende instructiestappen doorheen het verkoopproces te begeleiden. Daarnaast beschikt de applicatie ook over functionaliteiten zodat de medewerker het systeem kan beheren.

Op de achtergrond is een andere belangrijke taak van de applicatie, het communiceren met de verschillende onderdelen in het systeem. De verbinding tussen de computer met PLC en camera's gebeurt via een ethernet verbinding. Met de weegbrug wordt serieel gecommuniceerd.



Figuur 6: Overzicht opstelling van het definitief voorstel.

4.3 Concrete doelstellingen

Principieel kan nu mits de programmering en bouw een betaalbaar geautomatiseerde meststoffen automaat gerealiseerd worden. Echter voldoet het nog niet aan specifieke eisen van het systeem zoals onder meer aan de gebruiksvriendelijkheid, de controleer- en betrouwbaarheid. Het systeem wordt van volgende extra's voorzien om hieraan te beantwoorden:

➤ **Geïntegreerde (intelligente) camera controle**

Door het vermijden van een extra weegsystemen, doseerklappen of niveaumetingen is het mogelijk om de kostprijs te drukken. Echter zal dit leiden tot een ongecontroleerd systeem, wat niet gewenst is. Het toepassen van een intelligente visuele camera controle kan dit vermijden. Tijdens de verkoop worden op belangrijke momenten en op een vaste tijdcyclus foto's gemaakt en opgeslagen. Na iedere verkoop kunnen die aan de hand van het verwerkingsnummer gemakkelijk geraadpleegd worden. De beelden geven een onmiddellijke en duidelijke kijk op de handelingen van de landbouwer. Het camera systeem is volledig geïntegreerd in het programma.

➤ **Samenvattend verslag:**

Omdat het belangrijk is om de beelden te controleren wordt een samenvattend verslag gemaakt dat na iedere verkoop rechtstreeks gemaald wordt naar de hoofdvestiging. Dit laat toe om op een snelle en vlotte manier controle over de verkoop te hebben. In dit verslag staan enkele foto's die op interessante momenten zoals tijdens de wegingen, openen en sluiten van de klep of starten en stoppen van vloeistofpomp gemaakt zijn. Verder bevat het ook nog belangrijke informatie zoals: het verwerkingsnummer, klantnummer, product, tijdstip, label, etc.



Figuur 7: Een voorbeeld van het samenvattend verslag.

➤ **Timers, detectie sensoren:**

De detectiesensoren gaan gebruikt worden voor het controleren of de verkoop goed verlopen is. Zo wordt er nagegaan of dat er effectief iemand onder de klep staat wanneer de klep geopend is. Daarnaast zijn ook enkele timers geïntegreerd die gaan controleren of het niet overdreven lang duurt om terug te keren naar de weegbrug na het afvullen. Op basis van deze vaststellingen wordt een specifiek label toegekend aan de verkoop.

➤ **Label toekenning**

Zoals eerder aangehaald zal afhankelijk van hoe de verkoop verlopen is, een specifiek label toegekend worden. Dit label wordt weergegeven in het samenvattend verslag. Bij het doornemen ervan zal de medewerker op basis van het type label geadviseerd worden om al dan niet het extra beeldmateriaal te raadplegen dat opgeslagen werd in een specifieke map. Zo is er een groen label dat duidt op een correcte verkoop, een oranje voor looptijd overschrijding en een rood wanneer de klep open is blijven staan bij detectieverlies.

➤ **Cloud opslag:**

Ondanks dat het systeem op een andere locatie staat, moet het mogelijk zijn om aan de bestanden te kunnen in de hoofdvestiging. Daarom is geopteerd voor een cloudopslag van Google Drive. Het systeem maakt verschillende mappen aan die vanuit de hoofdvestiging gesynchroniseerd kunnen worden. De cloudopslag map is een map net zoals de andere mappen op de computer en is zeer vlot te raadplegen. Een extra voordeel is ook dat de bestanden beveiligd zijn tegen computer crashes.

➤ **Verkoop bestanden:**

Na iedere verkoop worden de gegevens als klantnummer, datum, product en netto gewicht opgeslagen in een tekstbestand. Het tekstbestand kan nadien eenvoudig toegevoegd en ingelezen worden in het boekhoudprogramma.

➤ **Vloeistof overloopbeveiliging:**

Een flowmeter gaat ervoor zorgen dat de vloeistofpomp tijdig afspringt en de tankwagen van de landbouwer niet overloopt door onoplettendheid. Vooraf geeft de landbouwer via de applicatie in hoeveel liter gewenst is.

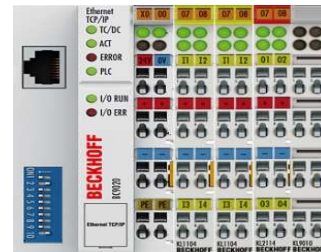
4.4 Specifieke kenmerken

Waarin onderscheidt het systeem zich ten opzichte van de andere:

- **Onafhankelijke structuur:**
Het systeem is niet verbonden aan de onderdelen van één leverancier met bijhorende software. Op deze manier wordt het mogelijk om zowel mechanisch als softwarematig het systeem relatief eenvoudig uit te breiden naar wens.
- **Volledige controle:**
Met behulp van de foto's en het samenvattend verslag van de verkoop, is de installatie betrouwbaar en controleerbaar. Problemen en misbruik zijn eenvoudig en duidelijk vast te stellen.
- **Compacte software:**
Er zijn geen extra overbodige functionaliteiten toegevoegd dan strikt noodzakelijk is voor het systeem.
- **Vernieuwend:**
Het toepassen van een touch-screen, intelligente camera's, Cloud opslag, samenvattend verslag, debietsmeter, etc. resulteert in een vernieuwend systeem dat met hedendaagse technieken werkt.
- **Open programmeer software:**
Er is bewust voor gekozen te programmeren met Visual Studio 2008 Express, TwinCAT, Google Drive, Access Runtime 2013 omdat ze geen licentie vereisen.
- **Cloud opslag:**
De beveiligde bestanden zijn overal toegankelijk zonder dat er extra omslachtige instellingen vereist zijn.
- **Kostprijs:**
Met een maximale kost van 3750 excl. BTW is het mogelijk om een geautomatiseerde meststoffen automaat te ontwerpen en te realiseren dat voldoet aan de opgestelde doelstellingen.
- **Uitbreidbaarheid:** Wanneer er noodzaak is aan een uitbreiding van het systeem, kan dit op een eenvoudige manier. Ten eerste door het ontbreken van complexe onderdelen aan de silo's, zoals doseerklappen of weegsystemen. Ten tweede is het systeem niet verbonden aan een vaste software en is iedere aanpassing en uitbreiding naar wens mogelijk in Visual Basic en Twincat.
- **Gebruiksvriendelijk:**
Door het toepassen van het touch-screen wordt het mogelijk om enkel de noodzakelijke informatie en knoppen weer te geven. Verder dragen alle bovenstaande opgesomde punten bij tot een gebruiksvriendelijk geheel.

4.5 Onderdelen

- **PLC:** Om de verschillende actuatoren, sensoren en drukknoppen te koppelen met het systeem wordt gebruik gemaakt van een PLC. Er is gekozen voor de BC9020 PLC ethernet bus terminal controller van het merk Beckhoff [9]. Het merk staat bekend voor het ontwikkelen van soft-PLC's. Bovendien zijn ze eenvoudig te koppelen met software applicaties. Echter is de BC9020 geen soft-PLC maar een standaard PLC die eveneens communicatie met applicaties ondersteunt.



Figuur 8: BC9020 met in- en uitgangskarten van het

- **Camera:** Voor de visuele controle van het systeem is geopteerd voor de Foscam FI9804W IP-camera [10]. Het is een camera die gebruikt maakt van het internet protocol (IP) om de beelden te versturen. Daarnaast beschikt het ook over een afzonderlijke functie voor het nemen van foto's.

- **Flowmeter:** De F3.00.P is een eenvoudige en betrouwbare peddelwiel sensor van de fabrikant FIP inside [11]. Het werkt volgens het principe van frequentie pulsen in functie van de stroomsnelheid in de leiding. Om het effectieve verpompte debiet te kennen moet de PLC nog een wiskundige omrekening doen.



Figuur 9: De F3.00.P flowmeter.

- **Elektrische vloeistofklep:** De VKD/CE is een elektrische kunststof kogelkraan van het merk FIP Inside [12]. Door aanleggen van een 24V spanning door de PLC kan de klep bediend worden. Ze beschikt ook over 2 eindloopcontacten en een noodbediening.

- **Vloeistofpomp:** De Iwaki MX-403 is een centrifugaal magneetpomp met een kunststoffen huis [13]. Het is een 3-fasige pomp met een zeer hoog nominaal debiet van 500l/min.

- **Optisch sensor (detectie):** De O5D100 efector is een sensor die via reflectie het object detecteert [14]. Ze heeft een maximale detectie-afstand van 2000mm. Doordat de afstand tot de grond 2300mm is zal ze pas schakelen op objecten (meststrooier) die zich op 300mm van de grond bevinden.

- **Optisch sensor (klep):** Voor het bepalen van de klepstand wordt gebruik gemaakt van de OJ5071 efector. Het is eveneens een objectreflectie sensor [15].

- **Touch screen:** De bediening van de applicatie gebeurt via een 8.4 inch touch-screen van de fabrikant HPS-industrial [16]. Het is een scherm dat bestand is tegen vuil en water en met een grote temperatuur range. Bijkomstig is het ook voorzien van een extra siliconenlaag in het scherm dat condensvorming uitsluit. Via een VGA-kabel voor het beeld en een USB-kabel voor de touch bediening wordt het aangesloten op de computer.

- **Computer:** Voor het uitvoeren van de applicatie wordt beroep gedaan op de Lenovo E73. Het is een zeer eenvoudige computer waarop het operatingsysteem Windows 7 professional werkt.

- **Printer:** Voor het afdrukken van tickets wordt beroep gedaan op de Epson TM-20 [17].

- **Pengrendel:** De OP28800 is een normaal gesloten elektromechanische pengrendel [18]. Het voordeel van de grendel is dat ze geschikt is voor buitengebruik. Bij stroomuitval zal ze gesloten blijven met een hoge veerdruk.

4.6 Haalbaarheid

Zoals tot nu toe het definitieve systeem theoretisch beschreven is samen met de gebruikte onderdelen, is het mogelijk om een systeem te verkrijgen dat aan de wensen voldoet. Echter lijkt het in de theorie misschien allemaal haalbaar maar is dit daarom nog niet in de praktijk. Zo is het allereerst niet duidelijk of alle doelstellingen programmatorisch haalbaar zijn en ondersteund worden door Visual Basic en Twincat. Om dit probleem op te lossen gaat eerst iedere doelstelling afzonderlijk geprogrammeerd en gesimuleerd worden in VB.net en Twincat. Op deze manier is het mogelijk om indien nodig nog tijdig wijzingen aan te brengen aan de ideeën. Naderhand kunnen dan de afzonderlijke programmadelen samengevoegd worden tot één samenwerkende applicatie van het systeem. Een tweede probleem wat zich voordoet is het ontbreken van bepaalde onderdelen zoals bv. de PLC, IP-camera, etc. voor een grondige test. Bij het doornemen van de datasheets van de betreffende onderdelen staat meestal dat bv. in het geval de PLC de ADS-communicatie ondersteund wordt en dat de camera foto's kan nemen. Maar wanneer ze aangekocht en getest worden, blijkt het soms dat ze niet het gewenste resultaat opleveren. Om dit te voorkomen moet er vooraf een grondige navraag gedaan worden en indien mogelijk naar test onderdelen gevraagd worden vooraleer de definitieve aankoop ervan zal plaatsvinden.

Het laatste probleem heeft te maken met mijn persoonlijk beperkte programmeerervaring in Visual Basic en Twincat. Hiervoor heb ik bij de start van de masterproef een tweedaagse Twincat cursus gevolgd bij Beckhoff. Voor Visual Basic is zeer veel informatie terug te vinden op het internet, zoals bv. de Visual Studio MSDN website waarop handleidingen, weblogs, voorbeelden etc. terug te vinden zijn [19].

4.7 Kostprijs en terugverdientijd

Eén van de grootste problemen bij de bestaande systemen is de hoge kostprijs van boven de 20.000 euro. Eén van de masterproefdoelstellingen is om een betaalbaar systeem te ontwerpen met een maximale kostprijs van 7.000 euro excl. btw. Meer specifiek wilt dit zeggen dat de kostprijs van het systeem in verhouding moet liggen met de opbrengsten ervan.

4.7.1 Kostprijs

Tijdens het uitwerken van het definitieve ontwerpvoorstel is rekening gehouden dat de kostprijs van de onderdelen aanvaardbaar bleef. Bij het opstellen van de totale kostprijs van het systeem is ook rekening gehouden met de verschillende prijzen van de leveranciers. De onderstaande kostprijsberekening houdt geen rekening met de aankoop van een vloeistofpomp. Agro Riemst heeft die gerecupereerd vanuit een andere installatie. Als ze aangekocht had moeten worden zou de totale kostprijs gestegen zijn met ongeveer met 2.000 euro. Bovendien houdt de kostenberekening ook geen rekening met de aankoop van kabels, inox leidingen en etc.

Onderdelen	Euro (netto)
Optische sensor: IFM O5D100	151.78
Optische sensor: IFM OJ5071	109.66
Gelijkspanningsvoeding: EREA 24V/5A/120W	82,19
Elektrisch kogelkraan: VKD/CE FIP Inside	534.62
Vloeistofmeter: F 3.00.P FIP Inside	309.96
Elektrisch penslot: OPERA OP28800 + voeding 24V/6.3A	214.50
Relais: FINDER 24V AC/DC 6A (4x)	49.72
Installatieautomaat: Vynckier C16 (2x)	9.96
Installatieautomaat: Vynckier C25	41.48
Thermiek: Schneider electric LRD10	38.60
Contactoor: Schneider electric LC1D25P7	53.17
Touch-screen: Vision 8 HPS Industrial	912,50
BC9020 PLC/2x KL1104/1x KL2114/KL1512/KL9010	444.78
Computer: Lenovo E73	313,22
Ticketprinter: Epson TM-20	118,00
Camera: Foscam FI9804W (2x)	197.50
Opbouwkast + slot: Sarel H500xB400xD200	67,70
Elektriciteitskast + slot: Sarel H600xB600xD200	93.92
Overig materiaal (kabels, leidingen, klemmen, etc.)	N/A
Totaal kostprijs	3743.26

Tabel 8: Overzicht van de totale kostprijs excl. btw van het systeem.

4.7.2 Opbrengst

Kalkommon-salpeter (grondstof)	
Netto opbrengst:	7 euro/ton
Jaarlijkse verkoop:	300 ton
Winst:	2100 euro

Tabel 9: Overzicht van de opbrengst Kalkommon-salpeter.

Ammoniumnitraat- ureumoplossing (vloeistof)	
Netto opbrengst:	7 euro/ton
Jaarlijkse verkoop:	100 ton
Winst:	700 euro

Tabel 10: Overzicht van de opbrengst ammoniumnitraat- ureumoplossing.

4.7.3 Conclusie

Het volledige systeem is op zijn vroegst binnen 1.33 jaar terugbetaald, echter wordt er geen rekening gehouden met andere kosten. Meer bepaald de kosten van het personeel voor het beheer van het systeem, stroomverbruik en de wisselende prijs/ton van de mest- en sproeistoffen per jaar. Ongeacht hiervan blijft het systeem financieel interessant in vergelijking met dit van bestaande. Hier is de minimale terugbetalingstijd 7.15 jaar bij een kostprijs aanname van 20.000 euro.

5. Systeemontwerp

5.1 Inleiding

Een groot deel van het systeem ontwerp bestaat uit de programmering. Het is de taak om hierin alles te omvatten dat nodig is om een systeem naar wens te krijgen. Alle belangrijke informatie omtrent de programmering komt kort aanbod in dit hoofdstuk.

5.2 Software

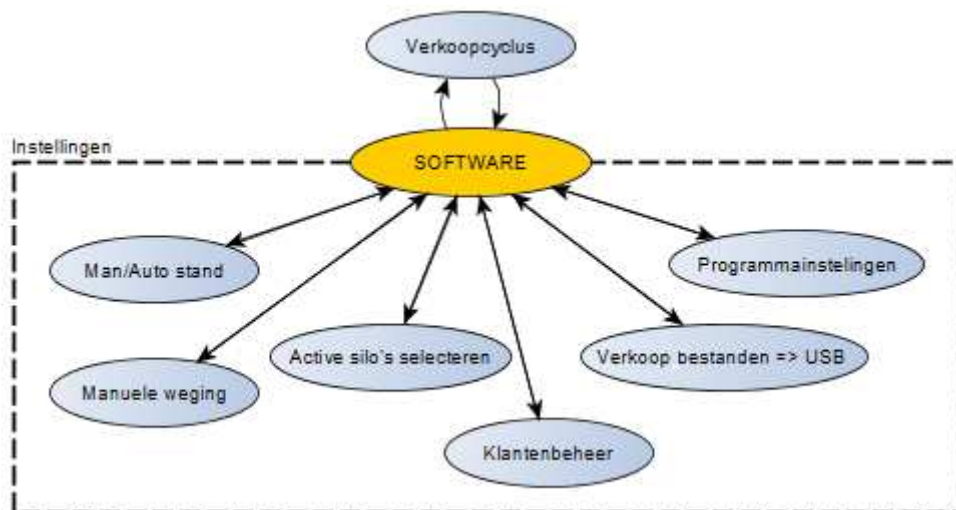
5.2.1 Microsoft Visual Studio

De programmering van de applicatie gebeurt met Visual studio 2008 in VB.net. Het is een object georiënteerde programmeertaal. Dit houdt in dat



Figuur 10: Visual Studio 2008 logo.

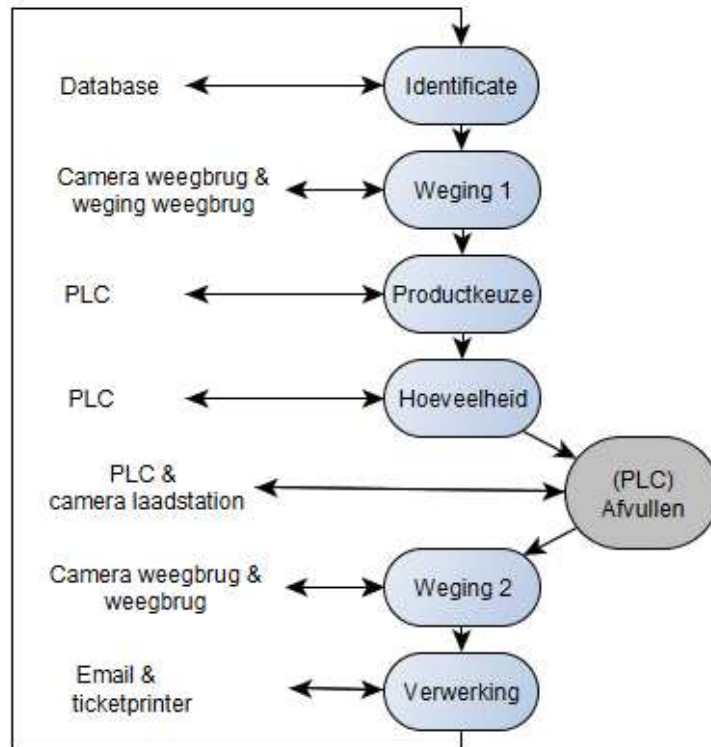
achter de objecten van het programma specifieke handelingen worden geprogrammeerd op basis van de opties en functionaliteiten. Hierdoor kan een gestructureerde en op een makkelijkere manier geprogrammeerd worden. Het programma heeft als doel om alle doelstellingen te integreren in één geheel. In de eerste fase wordt de verkoopcyclus geautomatiseerd. De landbouwer zal door het proces geleid worden en de nodige data zal intern verwerkt worden. Daarnaast moet het beschikken over extra functionaliteiten zoals systeeminstellingen, manuele weging, etc. Figuur 7 geeft al die verschillende functionaliteiten weer, op de volgende pagina worden ze besproken. De instellingen zijn enkel met een code toegankelijk door de eigenaar.



Figuur 11: De functionaliteiten van het programma.

➤ **Verkoopcyclus:**

- De landbouwer krijgt stap voor stap een scherm te zien met instructies waarbij die zich identificeert, productkeuze maakt, ect. Een overzicht hiervan wordt weergegeven in de onderstaande figuur.



Figuur 12: Weergave van de stappen met de bijhorende communicaties in de verkoopcyclus.

➤ **Instellingen en functionaliteiten:**

- **Klantenbeheer:** Alle klanten die toegang mogen hebben tot het systeem om de meststoffen te kopen moeten beheerd kunnen worden. Via de klantenbeheerfunctionaliteit kunnen ze toegevoegd, bijgewerkt of verwijderd worden uit de database van het systeem. Er wordt gebruik gemaakt van een Microsoft Acces 2013-database.
- **Automatische- en handmatige stand:** De installatie moet door de eigenaar ook bruikbaar zijn afzonderlijk van de verkoopcyclus (= automatisch). De handmatige stand kan de volledige installatie ofwel ontgrendelen of vergrendelen.
- **Selectie van de actieve silo's:** Met deze optie wordt het mogelijk om bepaalde silo's niet meer toegankelijk te maken in de verkoopcyclus.
- **Verkoop bestanden:** Naast de cloudopslag is een extra functionaliteit voorzien om de verkoop bestanden te selecteren en op te slaan op een USB-stick.
- **Programma instellingen:** Het programma beschikt over een e-mailfunctie en cloudopslag. Echter is het mogelijk dat in de toekomst bv. het wachtwoord, adres, etc. wijzigen. Met deze functie is het mogelijk om die gegevens te updaten.
- **Manuele weging:** De weegbrug kent ook toepassingen buiten de verkoopcyclus van de meststoffen. Doordat de weegbrug gekoppeld is aan het systeem, moet het dus ook mogelijk zijn om afzonderlijke wegingen uit te voeren voor andere doeleinden.

5.2.1.1 De integratie in Microsoft Visual Studio

Het grootste stuk van het programma bestaat uit een algemene basis programmering. Daarnaast bestaat het programma ook uit enkele specifieke stukken code. Onder meer om te kunnen werken met de verschillende externe onderdelen maar eveneens ook om met de database te kunnen werken, een e-mail te versturen en nog veel meer. Voor enkele interessante stukken code wordt het werkprincipe in de onderstaande punten beknopt uitgelegd.

- **IP-camera:** De twee IP-camera's worden via een TCP/IP verbinding gekoppeld met de computer. Door te surfen naar een specifiek URL-adres dat bestaat uit het IP-adres, gebruikersnaam en wachtwoord van de camera kan ofwel een video of een foto opgevraagd worden. In VB.net wordt gebruik gemaakt van de URL voor een foto. Bij het ontvangen van de opgevraagde foto zal deze opgeslagen worden als een digitale afbeelding in een specifieke map.

```
Private Sub FotoCapture()  
    Dim sourceURL As String = _  
        "http://172.16.100.20:88/cgi-bin/CGIProxy.fcgi?cmd=snapPicture2&usr=&pwd=" _  
    Dim req As System.Net.WebRequest = CType _  
        (WebRequest.Create(sourceURL), WebRequest)  
    Dim resp As WebResponse = req.GetResponse()  
    Dim stream As Stream = resp.GetResponseStream()  
    Dim bmp As Bitmap = CType(Bitmap.FromStream(stream), Bitmap)  
    My.Computer.FileSystem.CreateDirectory _  
        ("C:\Users\Ruben Govaerts\Google Drive\Aveve Millen\Verkoop foto's\" _  
        & Form1.verwerkingsnummer)  
    bmp.Save("C:\Users\Ruben Govaerts\Google Drive\Aveve Millen\Verkoop foto's\" _  
        & Form1.verwerkingsnummer & "\" & TijdstipVanFoto & ".jpg", ImageFormat.Jpeg)  
End Sub
```

Figuur 13: Onderdeel van de code waarmee een foto opgevraagd en opgeslagen wordt.

- **PLC:** De BC9020 PLC wordt eveneens via een TCP/IP verbinding gekoppeld met de computer. Vooraf krijgt de PLC een vast IP-adres en een communicatie poort toegewezen. Voor de communicatie tussen VB.net en de PLC wordt gebruik gemaakt van een ADS (Automation Device Specification) interface. Het gaat alle data beheren en versturen via een TCP/IP verbinding. In Visual Studio moet de TwinCAT.ADS bibliotheek toegevoegd worden. Nu kan er verbinding gemaakt worden met de PLC voor data te versturen en te ontvangen. De communicatie uitwisseling is gebaseerd op het document “Module 4: Introduction to ADS-programming” van Beckhoff [4].

```
Private Sub btnGrondstof_Click _  
    (ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) _  
    Handles btnGrondstof.Click  
    adsClient.WriteAny(&H4021, 80, Boolean.Parse(True))  
    adsClient.WriteAny(&H4021, 88, Boolean.Parse(False))  
    Form1.intScherm = 10  
    Form1.schermFunctie()  
    adsClient.Dispose()  
    Me.Hide()  
End Sub
```

Figuur 14: Onderdeel van de code waarin verbinding met de PLC wordt gemaakt en data wordt verzonden.

- **Weegbrug:** De weegbrug wordt aangestuurd en uitgelezen via een Widra W90 weegindicator. Het beschikt over een RS232-poort voor seriële communicatie met de computer. In de handeling van de weegindicator zijn verschillende commando's terug te vinden om data op te vragen [20]. Het commando voor het opvragen van het momentele gewicht volstaat. VB.net beschikt over de mogelijkheid om seriële data te versturen en te ontvangen met de applicatie.

```

Private Sub SendWeegCommando ()
    Try
        SerialPort1.Open()
        SerialPort1.WriteLine _
            (Chr(2) + Chr(48) + Chr(49) + Chr(68) _
            + Chr(73) + Chr(3) + Chr(13))
        Read()
    Catch ex As Exception
        If SerialPort1.IsOpen Then
            SerialPort1.Close()
        End If
    End Try
End Sub

```

Figuur 15: Onderdeel van de code waarmee het weegcommando wordt verstuurd.

- **Ticketprinter:** Het afdrukken van de tickets gebeurt met een Epson TM-20 printer. Die werkt net zoals een standaard printer, enkel is het papierformaat gewijzigd. Via het "PrintDocument component form" in VB.net kan vanuit de applicatie data afgedrukt worden.

```

Private Sub printTicket() ..
    PrintDocumentTicket.PrinterSettings.PrinterName = "EPSON TM-20"
    PrintDocumentTicket.DocumentName = "Printbon"
    PrintHeader()      'Bedrijfsgegevens|
    ItemsToBePrinted() 'Productgegevens
    printFooter()      'Gewichtgegevens
    Dim printControl = New Printing.StandardPrintController
    PrintDocumentTicket.PrintController = printControl
    Try
        PrintDocumentTicket.Print()
    Catch ex As Exception
        MsgBox(ex.Message & "De bon is niet afgedrukt")
    End Try
End Sub

```

Figuur 16: Onderdeel van de code waarmee een afdruk wordt gemaakt.

- **PDF-Creator:** Van iedere verkoop wordt een samenvattend verslag gemaakt. Omdat het verslag één vaste opmaak kent wordt het opgeslagen als een PDF bestand, dit omwille van de eenvoud. Standaard wordt het creëren van pdf-bestanden niet ondersteund door VB.net. Om de pdf-bestanden toch te kunnen creëren wordt beroep gedaan op het gratis PDF-Creator programma. Dit programma laat toe om bestanden die via het programma afgedrukt worden automatisch op te slaan op een vaste locatie. In VB.net zelf wordt net zoals bij de ticketprinter gebruik gemaakt van het "PrintDocument component" voor het afdrukken.



Figuur 17: De functie 'automatisch opslaan' in de instellingen van PDF-Creator.

- **E-mail:** Onmiddellijk nadat een pdf-bestand gemaakt is van het samenvattend verslag wordt het verstuurd via e-mail. VB.net beschikt over de mogelijkheid om met behulp van de "SmtpClient" e-mails met een bijlage te versturen.

```
Private Sub sendEmail()
    Dim Sntp_Server As New SmtpClient
    Dim e_mail As New MailMessage()
    Sntp_Server.UseDefaultCredentials = False
    Sntp_Server.Credentials = New Net.NetworkCredential _
        ("e-emailadres", "code")
    Sntp_Server.Port = 587
    Sntp_Server.EnableSsl = True
    Sntp_Server.Host = "smtp.gmail.com"

    e_mail = New MailMessage()
    e_mail.From = New MailAddress("rubengovaerts@gmail.com")
    e_mail.To.Add("hvbt@live.be")
    e_mail.Subject = "Verwerkingsnummer: " & Form1.verwerkingsnummer
    e_mail.IsBodyHtml = False
    e_mail.Body = ""

    Dim attachment As System.Net.Mail.Attachment
    attachment = New System.Net.Mail.Attachment _
        ("C:\Users\Ruben Govaerts\..." & Form1.verwerkingsnummer & ".pdf")
    e_mail.Attachments.Add(attachment)

    Sntp_Server.Send(e_mail)
End Sub
```

Figuur 18: Onderdeel van de code voor het mailen van het samenvattend verslag.

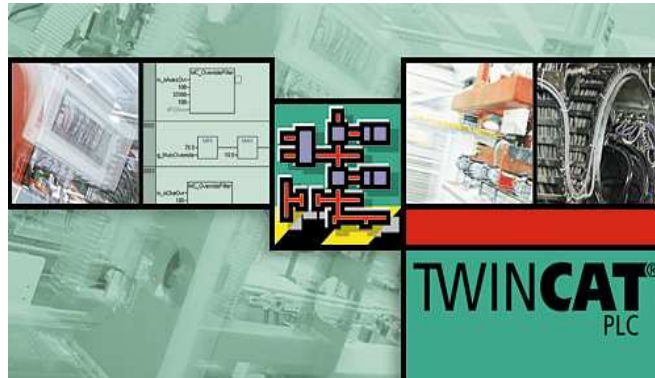
- **Database:** De database van het klantenbestand is gemaakt met Microsoft Access. Met behulp van een dataset in VB.net wordt de database gekoppeld met de applicatie. Doormiddel van SQL-statements kunnen er verschillende acties op uitgevoerd worden.

```
Private Sub identificatieControle()  
    connString = My.Settings.Database_klantenbestand_Millen_2010ConnectionString  
    connectie.ConnectionString = connString  
    myConnection.Open()  
    Try  
        Dim dr As OleDbDataReader = cmd.ExecuteReader  
        Dim cmd As OleDbCommand = New OleDbCommand _  
            ("SELECT * FROM klantenbestand WHERE klantnummer = '" & _  
            klantnummerAuto & "' AND wachtwoord = '" & _  
            wachtwoordKlantAuto & "'", myConnection)  
        Klantgevonden = False  
        While dr.Read  
            Klantgevonden = True  
        End While  
        If userFound = False Then  
            klantnummerAuto = 0  
            wachtwoordKlantAuto = 0  
        End If  
    Catch ex As Exception  
        MessageBox.Show("Er heeft zich een fout voorgedaan bij het aanmelden.")  
    End Try  
    connectie.Close()  
End Sub
```

Figuur 19: Onderdeel van de code waarmee wordt nagegaan of de klant in de database zit.

5.2.2 TwinCAT 2

De PLC vervult binnen het systeem de taak van aansturing van de actuatoren en sensoren. Daarnaast voert het hiervoor zelf een klein PLC-programma uit. TwinCAT 2 is de software van Beckhoff die gebruikt wordt voor het configureren en programmeren van de PLC. De VB-applicatie gaat via een ADS-interface communiceren met de PLC.



Figuur 20: Twincat PLC logo.

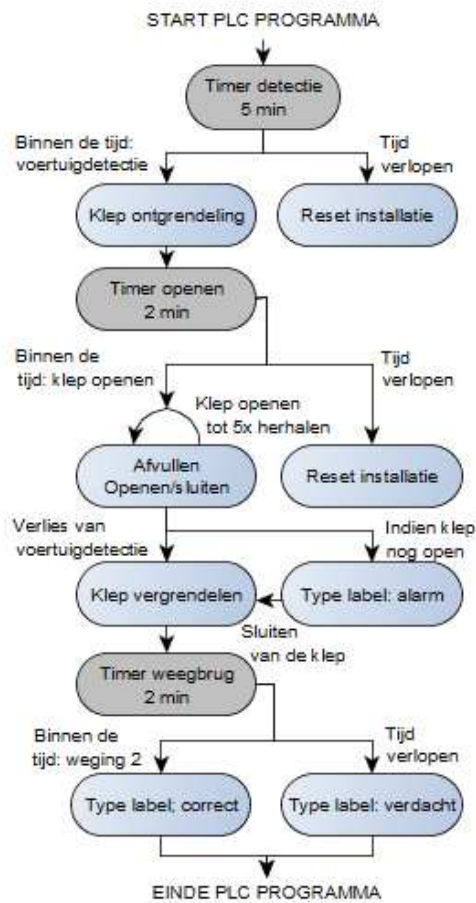
Het PLC-programma:

Vanaf het moment dat het voertuig van de landbouwer gewogen is en zijn productkeuze heeft gemaakt wordt een commando naar de PLC verstuurd. Vanaf dit moment geeft de applicatie een “wachtscherm” weer met de melding dat de installatie in gebruik is. De PLC start nu afhankelijk van de productkeuze met een eigen programma. In de eerste plaats heeft dit programma de taak om er voor te zorgen dat op basis van sensordetectie of drukknopbediening, vloeistofmeter, etc. de juiste uitgangen worden aangestuurd. Anderzijds houdt het zelf met behulp van enkele timers controle over de handelingen van de landbouwer. Tijdens de uitvoering zal de PLC op belangrijke momenten bv. bij het openen en sluiten van de klep of het starten en stoppen van de vloeistofpomp, een commando versturen naar de applicatie die ervoor zorgt dat er foto genomen wordt.

De PLC beschikt ook nog over een programma voor een handmatige instelling van de installatie en de wiskundige berekening van de debietsmeter voor de vloeistof.

Grondstofcyclus:

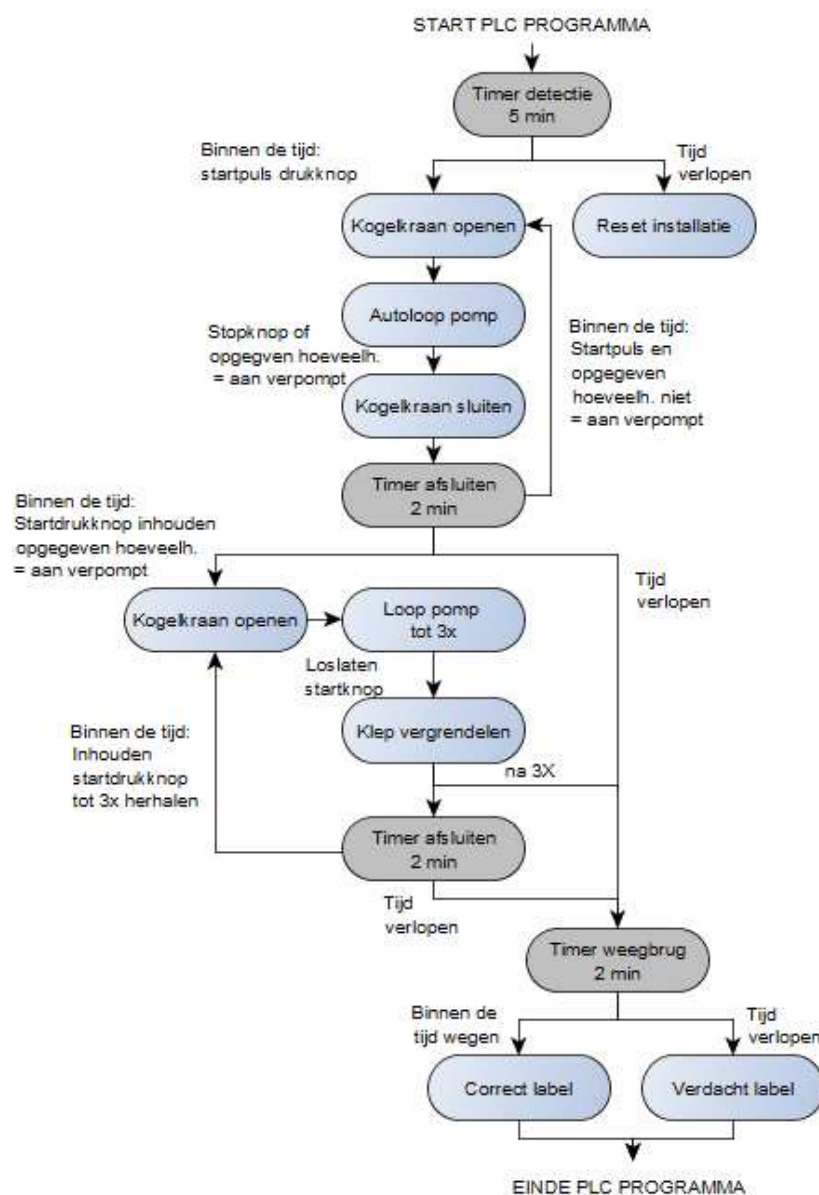
Het programma begint met een eerste timer die het systeem zal resetten wanneer de meststrooier niet tijdig gedetecteerd wordt onder de klep. Op het moment van de detectie ontgrendelt de klep en start een nieuwe timer die eveneens het systeem reset indien de klep niet tijdig geopend wordt. Vervolgens kan de klep tot 5x toe geopend en gesloten worden of moet er een verlies zijn van detectie alvorens ze terug vergrendeld wordt. Een laatste timer start vervolgens en gaat bijhouden of de tweede weging binnen een normale tijdsperiode wordt uitgevoerd. Wanneer dit niet het geval is zal dit duiden op een merkwaardige situatie en heeft dit invloed op het type label dat aan het verslag wordt toegekend. Tot slot heeft ook het verlies van detectie bij een openstaande klep invloed op het type label.



Figuur 21: PLC-programma weergave van de grondstofcyclus.

Vloeistofcyclus:

Het programma begint weer met een eerste timer die het systeem zal resetten wanneer de vloeistofpomp niet tijdig gestart wordt. Een korte puls van de startknop gaat de elektrische kraan openen en de pomp laten lopen. De PLC heeft van de applicatie ontvangen hoeveel liter er gewenst is. De vloeistofmeter zorgt ervoor de vloeistofpomp tijdig afspringt. Echter is het ook mogelijk om in de tussentijd de pomp te stoppen. Zolang de gewenste hoeveelheid nog niet is verpompt, is een startpuls voldoende om de autoloop verder te laten werken. Nadien kan de pomp nog tot 3x gestart worden zolang de drukknop ingedrukt blijft. Iedere keer wanneer de pomp gestopt wordt, gaat een timer starten die zorgt dat na het verstrijken van de tijd de applicatie van het wachtscherm naar het weegscherm gaat. Vervolgens start een laatste timer die net zoals bij de grondstofcyclus gaat bijhouden of de tweede weging binnen een normale tijdsperiode wordt uitgevoerd. Wanneer dit niet het geval is zal dit duiden op een merkwaardige situatie en heeft dit invloed op het type label dat aan het verslag wordt toegekend.



Figuur 22: PLC-programma weergave van de vloeistofcyclus.

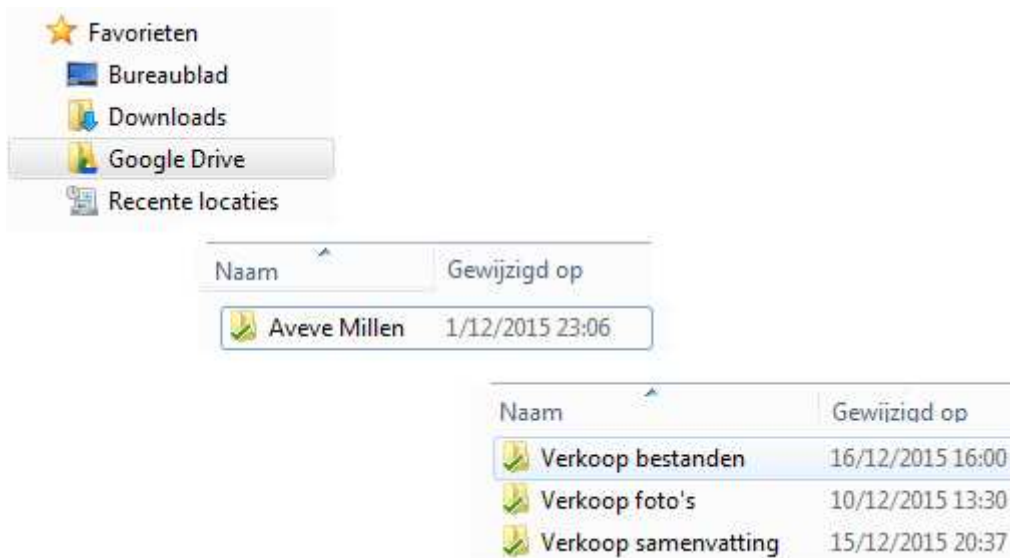
5.2.3 Google Drive

Google drive is de derde software waar beroep op gedaan wordt voor het vervolledigen van het systeem. Het is een software van de ontwikkelaar Google voor bestandsopslag en synchronisatie. Door het aanmaken van een account kunnen documenten in de Cloud gedeeld worden met andere deelnemende computers. De bestanden die gecreëerd worden door de applicatie, worden zo toegankelijk vanuit de hoofdvestiging. Enkel het aanmaken van een Google-account en de installatie van de software is voldoende. Het is een oplossing die vrij is van port-forwarden en instellingen van firewall. Een ander groot voordeel van een cloudopslag is, dat de bestanden beveiligd zijn tegen een verlies bij een crash van de computer.



Figuur 23: Google Drive logo.

Standaard is een opslagruimte van 15Gb voorzien. Inloggen op het systeem gebeurt via een Gmail-account. Het is dat zelfde Gmail account waarvan de email ook gebruikt wordt voor het versturen van de verkoopssamenvattingen.



Figuur 24: De structuur in de verkennen voor het raadplegen van de bestanden.

6. Realisatie

Voorafgaand aan de effectieve implementatie in Millen, worden de twee installatiekasten voorbereid en gedeeltelijk gebouwd. Nadien kunnen de kasten, de aansluitingen en de overige bouw ter plaatse in Millen gebeuren. Echter gaat deze scriptie niet verder in op de effectieve bouw ter plaatse en de ingebruikname. Dit heeft te maken met het feit dat de realisatie plaats zal vinden na de deadline voor afwerking van deze scriptie.



Figuur 25: De installatiekast bij het weegbrughuis met de bedieningsdisplay en de ticketprinter.



Figuur 26: De installatiekast bij de silo's klaar om aan te sluiten..

7. Besluit

Deze masterproef heeft geleid tot een effectief ontwerp, realisatie en ingebruikname van een automatische meststoffenautomaat. De analyse van de bestaande systemen heeft aangetoond dat er twee bestaande systemen waren. Ofwel een betrouwbare maar dure variant of de tegenovergestelde variant ervan. Echter is de betrouwbaarste versie veel te duur en voldoet ze niet aan de specifieke eisen van Millen. Op basis van die conclusie zijn vervolgens verschillende nieuwe voorstellen uitgewerkt. Na een grondige bespreking en afweging heeft dit geleid tot een definitief ontwerp.

Het definitieve systeem is voorzien van een VB.net applicatie die de landbouwer via duidelijke instructies doorheen het proces van de verkoop leidt. Bijkomstig zorgt de applicatie ervoor dat de eigenaar een volledige controle heeft over de installatie. Hiervoor zijn verschillende vernieuwende technieken toegepast zoals intelligente camera's, die op belangrijke momenten beelden nemen tijdens de verkoop. Daarnaast zijn er ook timers en sensoren geïmplementeerd die op basis van hoe de verkoop verlopen is een specifiek label toekennen. Na iedere verkoop wordt een samenvattend verslag gemaakt dat bestaat uit de beelden, het label en de gegevens van de verkoop. Dit wordt rechtstreeks doorgestuurd naar de hoofdvestiging zodat er onmiddellijk een visuele controle is van de belangrijke informatie. Daarbij kan via de cloudopslag alle andere data zoals de beelden en de tekstbestanden voor de boekhouding geraadpleegd worden.

Finaal is het gelukt om een gebruiksvriendelijk, betrouwbaar en onafhankelijk systeem te realiseren. voor een kostprijs van 3750 euro excl. btw.

Literatuurlijst

- [1] „Introduction to Visual Studio 2008,” wikiversity, [Online]. Available: https://en.wikiversity.org/wiki/Introduction_to_Visual_Studio_2008. [Geopend 28 08 2015].
- [2] „Beckhoff New Automation Technology,” Beckhoff , [Online]. Available: <http://www.beckhoff.be/>. [Geopend 02 09 2015].
- [3] „Twincat - PLC and Motion Control on the PC,” Beckhoff, [Online]. Available: <https://www.beckhoff.com/english.asp?twincat/default.htm>. [Geopend 02 09 2015].
- [4] B. Automation, „Introduction to ADS-Programming,” Beckhoff Automation BVBA, Belgium, 2009.
- [5] „What is Google Cloud Storage,” Google Inc., [Online]. Available: <https://cloud.google.com/storage/docs/overview>. [Geopend 07 09 2015].
- [6] „Bedrijfsverzicht,” Delaere, [Online]. Available: <http://www.delaere.com/home.php?lang=nl>. [Geopend 2015 08 26].
- [7] „Kilosoftware - software,” Delaere, [Online]. Available: <http://www.delaere.com/v001/wb05.htm>. [Geopend 2015 08 25].
- [8] „Image processing toolbox,” MathWorks, [Online]. Available: <http://nl.mathworks.com/products/image/>. [Geopend 10 09 2015].
- [9] „BC9020,” Beckhoff, [Online]. Available: https://www.beckhoff.com/english.asp?bus_terminal/bc9020_bc9120.htm. [Geopend 15 10 2015].
- [10] Foscam, „User Manual Model: FI9804P,” Foscam Digital Technologies LLC.
- [11] FLS, „FLS F3.00 PEDDELWIEL FLOWSSENSOR,” Aliaxis Utilities & industry.
- [12] F. INSIDE, „VKD/CE DN 10:50,” FIP INSIDE.
- [13] „IWAKI Magnetic Drive Pump MX Series,” Iwaki Pumps, [Online]. Available: [http://www.flowtec.be/userfiles/files/MX/MX-250-403\(T480-5\)Europe.pdf](http://www.flowtec.be/userfiles/files/MX/MX-250-403(T480-5)Europe.pdf). [Geopend 13 11 2015].
- [14] „O5D100,” Efector, [Online]. Available: <http://www.ifm.com/products/benl/ds/O5D100.htm>. [Geopend 11 10 2015].
- [15] „OJ5071,” Efector, [Online]. Available: <http://www.ifm.com/products/benl/ds/OJ5071.htm>. [Geopend 11 10 2015].
- [16] HPS Industrial.nl „Vision 8 I-K,” HPS Industrial BV.
- [17] S. E. Corporation, „TM-T20II Software User's Manual,” Seiko Epson Corporation, 2008.
- [18] M. Solutions, „Pengrendel OP28800,” [Online]. Available: <http://www.maurikssolutions.com/nl/fileuploader/download/download/?d=0&file=custom>

%2Fupload%2FFile-1394805920.pdf. [Geopend 13 10 2015].

- [19] „Visual Studio MSDN,” Microsoft, [Online]. Available: <https://msdn.microsoft.com/en-us/vstudio/>.. [Geopend 09 10 2015].
- [20] „Weight indicator Widra W90,” WIDRA SPRL, 14 04 2010. [Online]. Available: <http://www.widra.com/site/pdf/fr/W90-UK.pdf>. [Geopend 25 09 2015].

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

Ontwerp en realisatie van een meststoffenautomaat

Richting: **master in de industriële wetenschappen: energie-automatisering**

Jaar: **2016**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

Govaerts, Ruben

Datum: **15/01/2016**