

Eindverslag

“The Separator” – afstudeerproject



Datum: 5 januari 2011
AP-nummer: W.10.01.01
Auteur: dhr. G. de Ruig

Bedrijfsbegeleider: dhr. G. Schouten
Schoolbegeleiders: dhr. A. Jansen
dhr. N. Boks

Voorwoord

Dit verslag is gemaakt door Gerrit de Ruig. Dit project is de laatste stap van zijn opleiding. De informatie die dit verslag bevat is bestemd voor de organisatie, Schouten Sorting Equipment te kampen. Alexander Jansen is de begeleider van uit Windesheim. Gerben Schouten is begeleider binnen het bedrijf. De eindpresentatie van dit project is gehouden op de Christelijke Hogeschool Windesheim te Zwolle op 17-01-2011.

Dit onderzoek is deels een vervolg op een voorgaand onderzoek. Er is een onderzoek gedaan naar optische leesmachines en mogelijkheden met vision. Een klein deel van dit onderzoek houdt zich daar ook mee bezig. Via deze weg wil ik Gerben Schouten bedanken dat ik dit afstudeerproject binnen zijn bedrijf mag doen. Ook Alexander Jansen van Christelijke Hogeschool Windesheim wil ik graag bedanken voor de goede begeleiding binnen dit project. Dit project is gedaan in kader van onderzoek. Dit onderzoek moet aantonen hoe kluiten van aardappelen gescheiden kunnen worden. Er is gebruik gemaakt van de kennis binnen het bedrijf en leveranciers.

Kampen, januari 2011

Gerrit de Ruig

Inhoudsopgave

<i>Samenvatting</i>	5
<i>Summary</i>	6
<i>Inleiding</i>	7
1. <i>Probleem omschrijving</i>	8
2. <i>Opdracht omschrijving</i>	9
3. <i>Verloop van het aardappel proces</i>	10
4. <i>Aardappel onderzoek</i>	11
5. <i>Processtappen van de kluitenscheider</i>	13
6. <i>Locatie van de kluitenscheider</i>	13
7. <i>Morfologische kaart</i>	14
8. <i>Interpretatie van de morfologische kaart</i>	16
8.1 <i>Aanvoer van de aardappelen</i>	16
8.2 <i>Transport van de aardappelen door de kluitenscheider</i>	17
8.3 <i>Verdelen van de aardappelen</i>	18
8.4 <i>Herkennen van de kluiten</i>	22
8.5 <i>Scheiden van kluiten</i>	24
8.5.1 <i>Scheiding middels perslucht</i>	24
8.5.2 <i>Scheiding middels zijwaarts uittikken</i>	26
8.5.3 <i>Kleppen scheidingsysteem</i>	27
8.5.4 <i>Vinger uittikstelsel</i>	30
8.5.5 <i>Scheiding middels robots</i>	31
8.6 <i>Transport kluiten</i>	39
8.7 <i>Veiligheid</i>	40
9. <i>Eindconcept</i>	41
10. <i>Conclusies en aanbevelingen</i>	46
10.1 <i>Conclusie</i>	46
10.2 <i>Aanbevelingen</i>	46
Literatuur.....	47

Inhoudsopgave bijlage

Bijlage A, Partij onderzoek.....	3
Bijlage B, Locatie kluitenscheider.....	5
Bijlage C, Verwerking componenten.....	8
Bijlage D, Test axiaal rollen.....	14
Bijlage E, Capaciteit berekening.....	14
Bijlage E1, Bakjeselevator.....	17
Bijlage F, Persluchtpistool onderzoek.....	18
Bijlage G, Variantenstudie.....	21
Bijlage H, Bezoek aandrijfbeurs.....	28
Bijlage I, Gesprek Rolan-robotics.....	29
Bijlage J, Telefoongesprek VSE B.V.....	30
Bijlage K, Gesprek KML Linear Motion.....	31
Bijlage L, Berekening kleppen systeem.....	32
Bijlage M, Berekening vingersysteem.....	36
Bijlage N, Berekening pick en place unit.....	40
Bijlage O, Picksysteem.....	47
Bijlage P, Gesprek Jongejans Luchttechiek.....	48
Bijlage Q, Verschillende opties Pick & place.....	49
Bijlage R, Test afzuigsysteem.....	50
Bijlage S, Uittikker bandsnelheid.....	51
Bijlage T, Perslucht bandsnelheid.....	52
Bijlage U, Tekeningen.....	53
Bijlage V, Plan van aanpak.....	55

Samenvatting

Deze afstudeer scriptie beschrijft een onderzoek van methodes om kluiten te scheiden van aardappelen. Dit onderzoek is gedaan voor Schouten Sorting Equipment, Kampen. Dit bedrijf wil op deze manier een begin maken met het ontwerpen van een nieuwe machine.

Bij het oogsten van de aardappelen wordt er grond en kluiten mee gerooid. De meeste grond wordt verwijderd door de aardappel oogstmachine. De kluiten worden met de aardappelen mee getransporteerd de schuur in en opgeslagen. Na het drogen van de aardappelen worden ze gesorteerd op grootte en gelezen op ziekten en kluiten. Dit lezen en scheiden van kluiten gebeurt met de hand. Door automatiseren van deze handeling wordt personeelskosten bespaard.

De doelstelling van dit onderzoek is om een automatische kluitenscheider te ontwikkelen. In dit onderzoek worden verschillende mechanische oplossingen onderzocht. Het herkennen van de kluiten wordt gedaan door een camera. Deze camera wordt ontwikkeld door het bedrijf Sapec. De machine moet minimaal 10 ton/uur kunnen verwerken.

Om meer kennis te verzamelen is er eerst gekeken naar welk proces de aardappel doorloopt. Het proces verloop van de aardappel heeft de volgende stappen: poten, groeiproces, oogst, drogen, sorteren/lezen, opslag, klant.

Aan de hand van een morfologische kaart zijn verschillende oplossingen omschreven. Deze morfologische kaart bestaat uit de volgende functies:

- Aanvoer van aardappelen;
- Transport van aardappelen door de kluitenscheider;
- Verdelen van aardappelen;
- Herkennen van kluiten;
- Scheiden van kluiten;
- Transport kluiten;
- Veiligheid.

In het onderzoek zijn deze functies uitgewerkt met berekeningen en testen. Uit het onderzoek is gebleken dat het scheiden van de kluiten met een pick en place unit het beste werkt. Deze pick en place unit is voorzien van een afzuigstelsel. Deze zuigt de kluiten tussen de aardappelen weg. De capaciteit van 10 ton/uur is te behalen met dit stelsel. Schouten Sorting Equipment zal verder gaan met dit concept.

Summary

This graduation report describes a study of methods to separate clods from potatoes. This research has been done for the company Schouten Sorting Equipment, Kampen. With this research the company will start designing a new machine.

When potatoes are harvested, some soil and clods are present among the potatoes. Most of the soil is removed by the potato harvester. The potatoes along with the clods are transported to the barn and are stored there. After drying, the potatoes are graded by size and they are checked for diseases and clods. Checking and separating clods is done by hand. To automate this act, personnel costs will be saved.

The objective of this research is to develop an automatic clod separator. In this study, several mechanical solutions will be investigated. A camera recognizes the clods. The camera is developed by the company Sapec. The machine must handle at least 10 tons/h.

So first, the process of the potato is investigated in order to gather more information. The process of the potato has the following steps: plant, grow, harvest, drying, sorting/reading, storage, customer.

By using a morphographic map the different solutions are noted down. The morphographic map consists of the following functions:

- Supply of potatoes;
- Transport of potatoes through the clod separator;
- Distribution of potatoes;
- Recognition of the clods;
- Separation of clods;
- Transport of clods;
- Safety.

In this research, these functions are calculated and tested. The investigation shows that, using a pick and place unit gives the best results to separate the clods. This pick and place unit is equipped with an exhaust system. This system sucks the clods between the potatoes away. With this pick and place system the requested 10 tons/h can be achieved. Schouten Sorting Equipment will continue with this concept.

Inleiding

Vanaf de ontdekking van aardappelen worden de aardappelen al gebruikt om te consumeren. Later zijn de aardappelen ook bewaard om voor het volgende seizoen weer te telen. Deze aardappelen worden pootaardappelen genoemd. Pootaardappelen worden verkocht in verschillende maatvoeringen. Om een goede afzet voor deze pootaardappelen te genereren, is een goed sorteerproces nodig. Verder moeten er geen kluiten en stenen tussen de aardappelen zitten. Zal dit wel het geval zijn, dan zullen deze kluiten en stenen in het voorjaar ook gepoot worden. Hierdoor wordt er minder opbrengst van het land gehaald. Om de kluiten en stenen uit de aardappelen te sorteren is er een kluitenscheider nodig. Dit eindverslag omschrijft het ontwerpen van deze speciale machine. Het doel van dit verslag is de lezer een goed beeld te geven over dit project.

Dit is een afstudeerproject bij de organisatie Schouten Sorting Equipment B.V. te kampen. Dit verslag is opgebouwd uit de volgende fases:

- De ontwerpfase begint met een uitleg waar het project zich bevindt;
- Gevolgd door een analyse van het te verwerken product;
- Daarna zullen er allerlei ideeën beschreven worden;
- Vervolgens een aantal berekening en onderzoeken van deze ideeën;
- Tot slot zal er een keuze gemaakt worden van het beste idee.

1. Probleem omschrijving

In de aardappelenindustrie zijn er twee verschillende aardappelen te onderscheiden. De consumptieaardappelen en de pootaardappelen. Consumptieaardappelen worden, zoals het woord omschrijft, gebruikt om te consumeren. Pootaardappelen worden bewaard in grote opslagschuren voor het volgende seizoen. In de herfst, - en wintermaanden worden deze aardappelen gesorteerd op maat, rot, kluiten, rhizectonia(aardappel ziekte), beschadiging, misvorming enz. Hiervoor maakt Schouten Sorting Equipment B.V. de sorteerlijnen.

Om de aardappelen op maat te sorteren, wordt een sorteermachine gebruikt. Deze is voorzien van zeven, waar de aardappelen met een bepaalde diameter doorheen vallen. Verder word er voor rot, rhizectonia, beschadigingen, misvormingen enzovoort, een leeskamer gebruikt. Een leeskamer is een kamer waar een rollenband doorheen loopt van 800 mm breed. Aan deze rollenband staan meerdere werknemers te werken. Deze werknemers scheiden de slechte aardappelen van de gezonde aardappelen. De kluiten en stenen worden hier ook met de hand gescheiden. Dit handwerk kost een aardappelverwerkingsbedrijf, ieder jaar veel tijd en geld. Een elektronische kluitenscheider zou in deze situatie veel arbeid besparen. De doelstelling is dat deze machine de losse kluiten en stenen van de aardappelen scheidt. Hiermee is naar schatting twee man personeel te besparen bij het sorteer proces. Twee man personeel kost een verwerkingsbedrijf €60.000,- . Naar schatting mag de kluitenscheider ongeveer €70.000,- kosten. Als een verwerkingsbedrijf deze machine aanschaft is hij na één jaar en een maand terug verdiend.

In de consumptieaardappelen, zijn al elektronische kluitenscheiders toegepast. Het grote verschil tussen consumptie, - en pootaardappelen, is dat consumptieaardappelen worden gewassen voor het sorteerproces en de pootaardappelen niet. Pootaardappelen mogen niet gewassen worden. Ieder contact met vocht kan ziektes op de aardappel verspreiden. Hierdoor zullen er aardappelen zijn waar grond op zit. Een camera kan hierdoor moeilijk verschil herkennen tussen:

- Aardappelen (goed)
- Aardappelen behangen met grond (goed)
- Kluiten (fout)

Daarom is Sapec bezig met een nieuwe ontwikkeling op dit gebied. In dit project houden wij ons daar niet mee bezig. Wij richt ons op het scheidingsproces.

2. Opdracht omschrijving

De organisatie Schouten Sorting Equipment is al jaren producent van verwerkingslijnen voor aardappelen. Het bedrijf doet regelmatig projecten op het gebied van ontwikkeling. In dit afstudeerproject moet ook een nieuwe ontwikkeling gedaan worden.

Wanneer aardappelen geoogst worden, komen er veel overbodige producten mee waaronder loof, grond, kluiten en slechte aardappelen. De meeste loof en grond wordt in de aardappelrooier zelf al verwijderd door een egelmat. Dit is een mat met rubber pennen, waar overbodig product aan blijft hangen en zo wordt afgevoerd. De rest komt in de bewaring, en dus in het sorteerproces. De opdracht is, om voor dit sorteerproces een kluitenscheider te ontwikkelen. Deze kluitenscheider moet niet alleen kluiten gaan scheiden, maar ook stenen.

De opdracht van Schouten Sorting Equipment B.V. is om het mechanische deel van de kluitenscheider te ontwikkelen. Hieronder valt:

- Het transport van de aardappelen door de machine;
- Een systeem waarmee de kluiten gescheiden worden van de aardappelen;
- De afvoer van de kluiten en stenen.

De machine moet minimaal 10 ton/uur kunnen verwerken.

3. Verloop van het aardappel proces

Het verloop van de aardappelverwerking is als een constant ronddraaiend proces. In figuur 3.1 is een kleine weergave te zien van het proces. In dit hoofdstuk is beschreven hoe dit proces verloopt. Verder is te lezen en te zien waar dit project zich in deze tijdlijn bevind.



Figuur 3.1: Aardappel procesverloop

De pootaardappelen worden in de maand april de grond in geplant. Dit proces heet poten. Dit gebeurt met een pootmachine. Deze machine wordt vol gestort met aardappelen. Vervolgens poot de machine de aardappelen, op gelijke afstand, in de grond.

Na het poten volgt er het groeiproces van de aardappel. Eerst komen er kleine kiemen aan de aardappel. Vervolgens groeit daar een plant uit. Aan de wortels van deze aardappelplant, komen de nieuwe aardappelen. Aan één aardappelplant komen gemiddeld twaalf nieuwe aardappels.

Zodra de aardappelen volgroeid zijn, wordt er geoogst. Het oogsten gebeurt met een aardappelrooier. Deze machine haalt de aardappelen uit de grond. Bij het oogsten van de aardappelen komen er ook losse kluiten mee.

Nadat de aardappelen zijn geoogst, worden ze met kipwagens naar het agrarisch bedrijf gebracht. Hier worden de aardappelen in de stortbak gestort. Vervolgens komen de aardappelen over een transportband de schuur in. Daar worden ze gedroogd met grote ventilatoren.

Als de aardappelen goed gedroogd zijn, worden ze verwerkt met een aardappel verwerkingslijn. Dit zijn een aantal aardappel verwerkingsmachines, die achter elkaar staan bijlage B is hier meer over te lezen. Eerst komen de aardappelen in een bunker. Vervolgens komen ze door een sorteermachine. De sorteermachine scheidt de aardappelen op maat. Daarna komt de aardappelen over een leestafel. Hier worden de verkeerde aardappelen en kluiten, met de hand uit de sortering genomen. Dit handwerk kost veel tijd en geld. Deze kluiten moeten, in de toekomst, met een machine gescheiden worden.

Na het sorteren zijn er twee mogelijkheden. Consumptie aardappelen worden verkocht aan verschillende bedrijven. Dit kan bijvoorbeeld een supermarkt zijn of een patat fabriek.

Pootaardappelen worden opgeslagen en bewaard tot het volgende jaar. Zo begint het proces weer opnieuw.

4. Aardappel onderzoek

Om een goed beeld te krijgen van wat er in een partij aardappelen zit, is er een onderzoek gedaan. Er is gekeken naar hoeveel kluiten er in deze partij aardappelen zit. Hiermee kunnen we de capaciteit van de machine berekenen. Dit onderzoek is gedaan in het veldgewas product. Veldgewas houdt in, onbehandeld product rechte reeks van het land. In dit onderzoek is gekeken hoe de sorteringen zich verhouden. Bij het sorteren is er gelet op grote, kleinen en kluiten. Dit is gedaan met een hand sorteermaatje, zoals te zien in figuur 4.1.

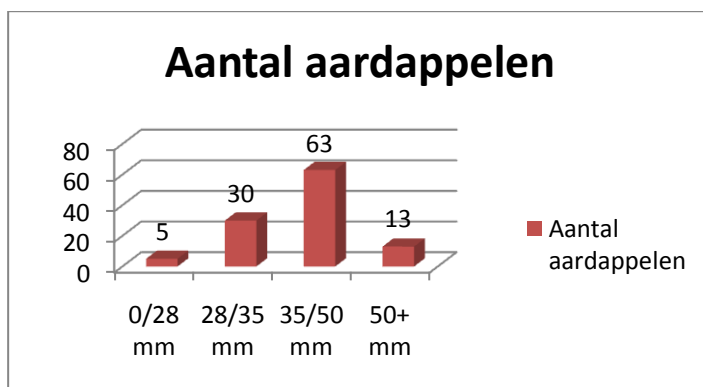


Figuur 4.1: Sortering

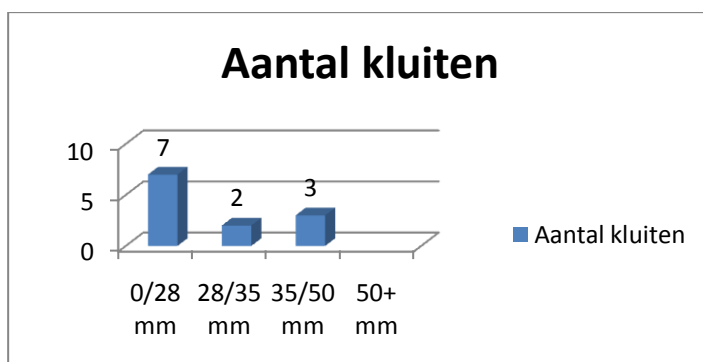
Vervolgens is er gekeken naar het gewicht van de aardappelen.

De resultaten van de sortering zijn hieronder beschreven in figuur 4.2 en 4.3. Hier is te zien dat de maat van 35mm tot 50mm het meest voorkomt. Ook is er gekeken naar hoeveel kluiten er per minuut uitgehaald moeten worden. In de eerste tabel is de sortering van aardappelen te zien in de tweede tabel is een sortering van kluiten te zien.

Het percentage kluiten dat in de hoofdmaat 35mm tot 50mm zit is, 4,7% bij het veldgewas product. Dit veldgewas product wordt nog over verschillende machine heen gevoerd. Bijvoorbeeld over een stortbak en een sorteermachine. Hierdoor zullen er nog een aantal kluiten sneuvelen. Daarom gaan we uit van een percentage van 2-3% kluiten in een partij aardappelen met de hoofdmaat 35mm tot 50mm. Bij dit onderzoek komt naar boven dat er 55 tot 83 kluiten per minuut gescheiden moeten worden (bijlage A). Verder is het gemiddeld gewicht van een aardappel 60gram. Met deze gegevens wordt verder gerekend aan de capaciteit.



Figuur 4.2: Aantal aardappelen van bepaalde sortering



$$\frac{3}{63} \cdot 100\% = 4,7\%$$

Figuur 4.3: Aantal kluiten van bepaalde sortering

Aardappelen kunnen snel blauwe plekken krijgen. Daarom is het belangrijk te weten hoe gevoelig een aardappel is. De aardappelen worden bewaard bij een temperatuur van 6-10°C. Als de aardappelen met deze temperatuur verwerkt worden zijn ze zeer gevoelig voor blauwe stoot plekken. Daarom worden de aardappelen voor het verwerken eerst verwarmd tot 12°C. Bij deze temperatuur zijn de aardappelen minder gevoelig voor stoten. Er is een test gedaan bij welke val hoogte er blauwe plekken optreden. Dit is gedaan door de aardappelen van verschillende hoogtes te laten vallen. Vervolgens is hiermee de maximale valhoogte te bepalen.



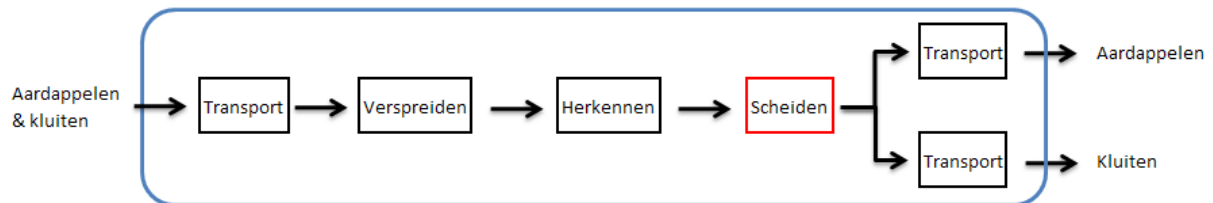
Figuur 4.4: Val proef

Bij de aardappel die van 0,6m is gevallen zijn er blauwe plekken ontdekt. Om zeker te zijn dat er geen blauwe plekken op de aardappelen ontstaan wordt er een maximale valhoogte van 0,3m voor de aardappelen ingesteld.

De machines voor de kluitenscheider heeft een snelheid van 18m/min. Voor de maximum snelheid van product door de kluitenscheider houden we 30m/min aan. Hier is een verschil van 12m/min die de aardappel moet versnellen. Als deze versnelling hoger wordt, wordt de kans op schafplekken ook verhoogd. Daarom houden we deze beperking in snelheid aan. Deze versnelling zorgt er voor dat de aardappelen verspreid worden in de kluitenscheider. Hierdoor kan er een betere scheiding gerealiseerd worden.

5. Processtappen van de kluitenscheider

Om een goed beeld te krijgen van de functie van de kluitenscheider is er een functiestructuur gemaakt voor deze machine. Deze is te zien in figuur 5.1. Hier zijn de hoofdfuncties geformuleerd in blokvorm. Het scheiden is de belangrijkste functie. Deze hangt samen met de capaciteit, scheiding zekerheid en kans op beschadiging. De aardappelen komen de machine binnen door een aanvoerband. Dan worden de aardappelen meteen verspreid op een transportband. Dit is nodig voor de functie scheiden. Na het verspreiden en transport moeten de kluiten herkend worden. Vervolgens moeten de kluiten van de aardappelen gescheiden worden. Als dit gedaan is, moeten de twee gescheiden producten afgevoerd worden.



Figuur 5.1: Verwerkingsproces

6. Locatie van de kluitenscheider

De positie van de kluitenscheider is een belangrijk onderwerp. Daarom is hier een klein onderzoek naar gedaan. Dit onderzoek valt niet in de opdracht maar is ter informatie over de mogelijkheden. Informatie is verzameld door gesprekken met agrariërs en personeel van Schouten.

Hier zijn drie opties uit gekomen:

1. Voor de leeskamer;
2. Na opslag bunker;
3. Voor inschuurlijn.

De opdracht is om de kluitenscheider voor de leeskamer te plaatsen. Meer informatie over dit onderzoek en de mogelijkheden is te lezen bijlage B.

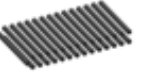
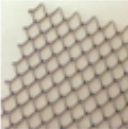
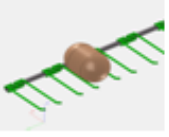
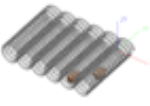
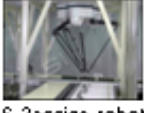
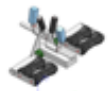
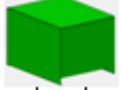
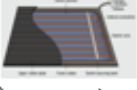
7. Morfologische kaart

Om een goed concept te bedenken is het verstandig om een brainstormsessie te houden. Dit is ook gedaan voor dit project. Deze brainstormsessie is gehouden door zes medewerkers van het bedrijf. In deze brainstormsessie zijn veel ideeën bedacht, deze zijn in de morfologische kaart opgenomen.

De morfologische kaart bestaat uit deel functies van de kluitenscheider met daarnaast de oplossingen. Alle ideeën worden benoemd, met een afbeelding erbij (Een aantal afbeelden zijn getekend met HICAD neXt.). De hoofdfuncties zijn al bekend, deze zijn te zien in figuur 7.1. De deelfuncties die in de morfologische kaart worden behandeld zijn:

- Aanvoer van de aardappelen;
- Transport van aardappelen door de scheider;
- Verdelen van de aardappelen;
- Herkennen van de kluiten;
- Scheiden van de kluiten;
- Afvoer van de kluiten;
- Veiligheid.

In deze morfologische kaart zijn er 43740 mogelijke oplossingen. Niet al de combinaties passen bij elkaar en het onderzoeken van elke combinatie is te complex. Daarom worden eerst al de deelfuncties apart behandeld om te kijken hoe goed de deelfunctie functioneert. Er zijn in totaal 37 deelfuncties. Bij het onderzoek naar deze deelfuncties wordt een korte werking beschreven en er wordt een voorkeurkeuze gemaakt. Deze is te lezen in het volgende hoofdstuk. Aan de hand van deze voorkeurkeuze worden er concepten samengesteld.

Functie		Componenten					
A	Aanvoer						
		1.band	2.rolen	3.elevator			
B	Transport door de scheider						
		1.vlakke band	2.rolen	3.conische rollen	4.lucht	5.gaasband	6.bakjes
C	Verspreiden						
		7.snaren	8.verband	9.axiaalrollen	10.axiaal+spiraal		
D	Herkennen						
		1.trilgoot	2.trilgoot+scheiding	3. spiraal	4.buis	5.bakjeselevator	6. versnellen
E	Scheiden						
		1.camera	2.gewicht	3.magnetisme			
F	Transport kluitten						
		1.perslucht	2.lucht+uittiker op zij	3.lucht+klep	4.lucht+vingers	5.robot arm	6.3assige robot
G	Veiligheid						
		7.pick & place unit	8.rolen met aanslag	9.rijen+kantel			
F	Transport kluitten						
		1.band	2.rolen	3.in kist			
G	Veiligheid						
		1.laser gordijn	2.bescherm kappen	3.sensormat			

Figuur 7.1: Morfologische kaart

8. Interpretatie van de morfologische kaart

In de volgende hoofdstukken wordt de morfologische kaart behandeld. Van de verschillende componenten wordt er een uitleg van de werking gegeven. Verder wordt er aangegeven, of de component een voorkeur krijgt. Een voorkeur geeft aan dat het een realistisch idee is. Daarna worden deze voorkeurkeuzes verder onderzocht. In bijlage C zijn al de componenten kort beschreven. Nu de voorkeur uit de morfologische kaart bekend is, zijn er een heel groot aantal combinaties geëlimineerd. Van de 43740 combinaties die er aan het begin waren zijn er nu nog maar 280 combinaties over. Op deze manier is het mogelijk, in een relatief grote morfologische kaart toch systematisch naar de beste oplossing te zoeken. Nu worden de overgebleven deel functies beter onderzocht om te kijken of deze geschikt zijn om toe te passen op de kluitenscheider.

8.1 Aanvoer van de aardappelen

Bij de deelfunctie aanvoer, uit de morfologische kaart rij A, is de keuze tussen de verschillende componenten gemakkelijk te maken. Er zijn drie keuze mogelijkheden. Namelijk de rollenband en de transportband en elevatorband. De aanvoer van aardappelen worden vaak met een elevatorband gebruikt. Deze elevator stort de aardappelen normaal gesproken op een rollen leesband in de leeskamer. In de nieuwe situatie zal deze elevator de aardappelen op de band van de kluitenscheider storten.



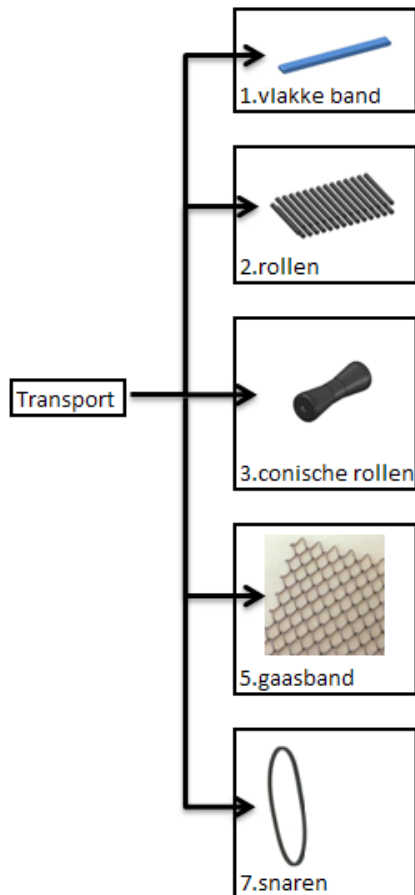
Figuur 8.1:Elevator

- De breedte van de elevator is makkelijk aan te passen aan de breedte van de transportband van de kluitenscheider.
- Een bijkomende mogelijkheid is om de elevator harder te laten draaien dan de gebruikelijk snelheid om de aardappelen een hogere begin snelheid te geven.

Dit is nodig omdat de snelheid door de kluitenscheider erg hoog is om de capaciteit te behalen. Dit is in de loop van het verslag verder te lezen.

8.2 Transport van de aardappelen door de kluitenscheider

Het transport door de kluitenscheider is een belangrijke functie uit de morfologische kaart(rij B). De kluitenscheider moet een capaciteit hebben van 10 ton/uur.

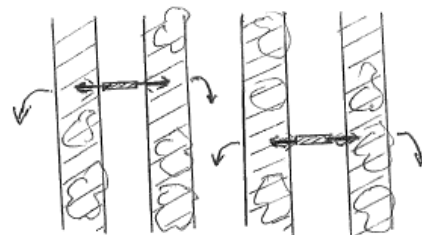


Figuur 8.2: Transport opties

In figuur 8.2 zijn de verschillende transport opties te zien. De breedte van het transport moet rond de 800mm zijn. Zal hij breder worden dan wordt het moeilijker de machine toe te passen in een aardappel verwerkingslijn. Over het transport valt nu nog weinig te zeggen. Het transport is afhankelijk van het scheidingsysteem.

De conische rollen en snaren worden rijen van zes toegepast. In figuur 8.3 is dit geschetst (vier rijen). Tussen de rijen is ruimte gehouden om de kluiten af te voeren. De rollen en de goot zijn 100 mm breed. Hierdoor wordt de breedte $100 \times 6 + 100 \times 7 = 1300$ mm.

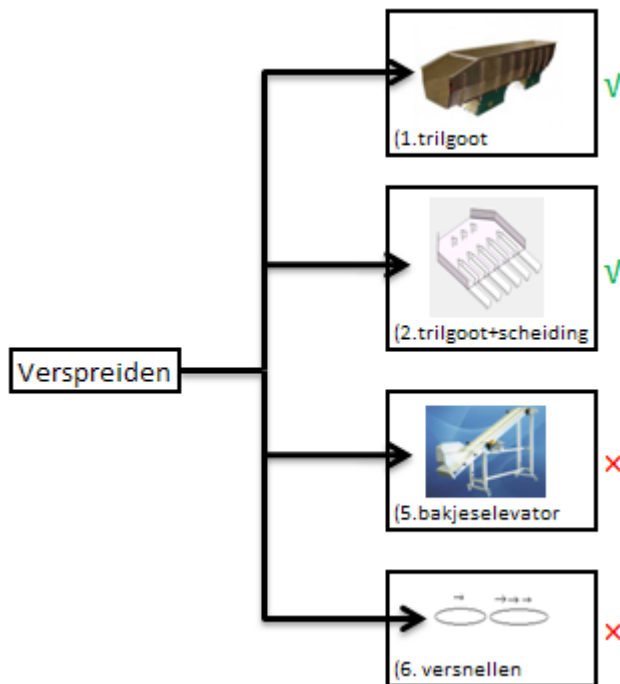
Verder op in dit verslag worden er berekeningen gedaan aan deze verschillende opties.



Figuur 8.3: Rijen

8.3 Verdelen van de aardappelen

Voor het verdelen van de aardappelen door de kluitenscheider, morfologische kaart rij C, zijn er vier opties met een voorkeur. Er zijn meerdere mogelijkheden om de aardappelen te verspreiden en te positioneren. Het kan zijn dat de aardappelen achter elkaar komen te liggen of verdeeld over de breedte van een band. Het is altijd nodig om de aardappelen te verspreiden. Dit omdat het scheiden te ingewikkeld wordt als er aardappelen en kluiten op elkaar liggen. Hieronder is een weergave te zien van de verschillende opties.



Figuur 8.4: Verspreiden

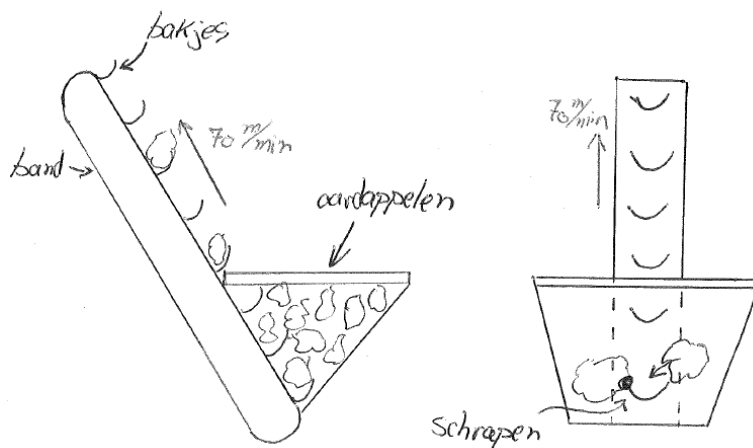
In dit hoofdstuk is verder onderzoek gedaan naar de vier verschillende componenten. In figuur 8.4 is te zien welke componenten wel en niet geschikt zijn voor het verspreiden. Hier is meer over te lezen in de volgende hoofdstukken.

Bakjes elevator

Voor het onderzoeken van de bakjes elevator is er een berekening gemaakt. Dit is beschreven in bijlage E1. Aan de hand van deze berekening is te zien hoe hard de band moet draaien om 10 ton/uur te verwerken.

Voor de maximale bandsnelheid is gekeken naar een pootmachine die met 4 km/uur aardappels poot.

De pootmachine is voorzien van een bakjes elevator. Om iedere 25 cm een aardappel te potten moet de elevator 40 m/min draaien. Aan de hand van dit gegeven is deze snelheid acceptabel.



Figuur 8.5: Bakjes elevator

In de tekening is te zien (figuur 8.5) wat er gebeurt bij de bakjes elevator. In de linker afbeelding is te zien hoe dit systeem werkt. De aardappelen worden met een transportband in de bak van de elevator gestort. Deze moet constant vol liggen met aardappelen. Door deze bak lopen de bakjes, elk bakje neemt één aardappel mee. Zo wordt het verenkelen van aardappelen gerealiseerd.

Om de capaciteit van 10ton/uur te behalen moet de elevator 70m/min draaien.

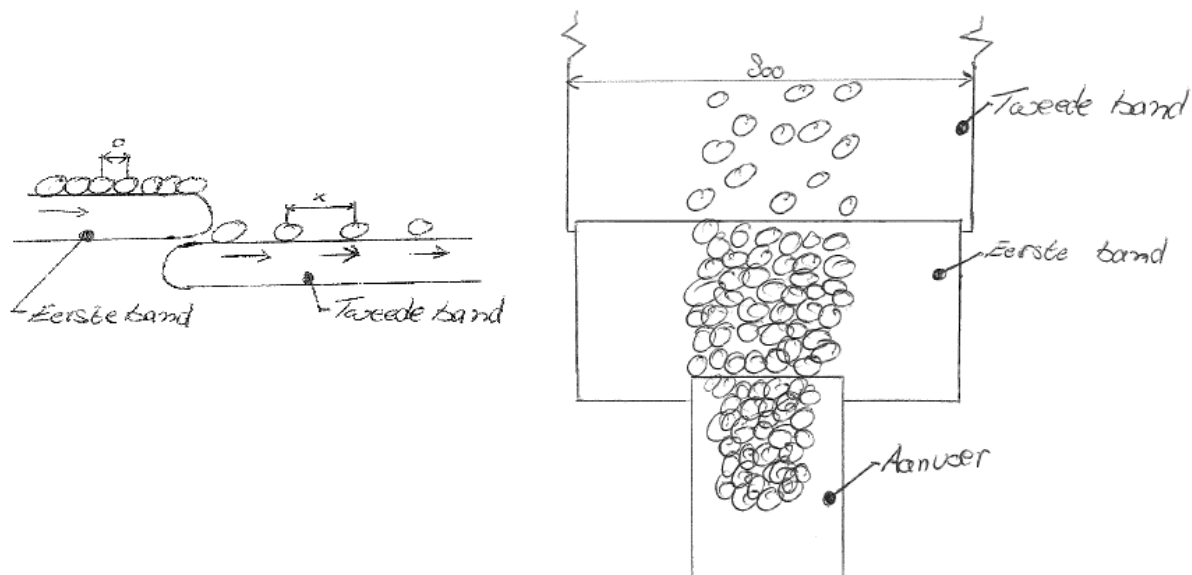
In de rechter afbeelding is te zien wat de problemen zijn met deze band snelheid van 70m/min.

- Het eerste probleem met deze snelheid is dat de aardappelen geen tijd hebben om netjes in de bakjes te komen. Met deze snelheid zullen er veel lege bakjes zijn.
- Een tweede probleem met deze snelheid is dat de aardappelen beschadigen. Door de hoge snelheid schrapen de bakjes te hard langs de aardappelen.
- En bijkomend probleem is ook dat de aardappelen aan het einde van de band weg gegooi worden.

Om deze problemen op te lossen moeten er meer dan zes elevatoren naast elkaar komen te staan. Hierdoor wordt de machine te breed. Om deze problemen valt dit component af.

Versnellen

De component versnellen, morfologische kaart oplossing C6, lijkt ook een goede optie om te gebruiken voor het verspreiden van de aardappelen. Met dit systeem worden de aardappelen over de transportrichting verdeeld. Dit is met een tekening duidelijk gemaakt in figuur 8.6.



Figuur 8.6: Versnellen

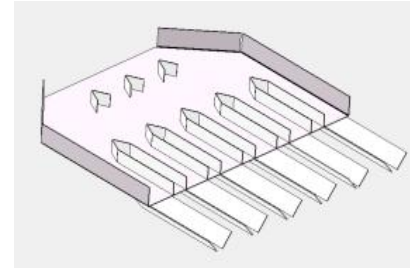
In de linker afbeelding is te zien dat de aardappelen op de eerste band met een afstand 0 tegen elkaar liggen. Op de tweede band is te zien dat de afstand x ontstaat door het snelheidsverschil. Op de rechter afbeelding is een boven aanzicht weergegeven. Hier is duidelijk te zien wat de verwachting is van het gedrag van de aardappelen.

- Het probleem met in deze situatie is dat er weinig verspreiding is in de breedte.
- Erg afhankelijk van aanvoer(breedte).
- En een extra stoot tegen de aardappel door zijn val.

Bij de aanvoerband liggen de aardappelen boven op elkaar. Daarna komen ze op de eerste band. Hier worden ze door hun eigen vorm en gewicht iets verspreid over de band. Vervolgens vallen ze op de tweede band. Hier worden ze goed in de transport richting verdeeld. In de breedte is bijna geen verspreiding. Hierdoor is de verspreiding van de aardappelen niet voldoende. Daarom valt deze component af.

Trilgoot

De kluitenscheider voorzien van een trilgoot is een goede optie. Bij een trilgoot komen de aardappelen in een bak terecht. Deze bak trilt, hierdoor wordt er voorwaartse beweging tot stand gebracht. Component C1 en C2, uit de morfologische kaart, zijn bijna gelijk aan elkaar. Deze twee opties werken op de zelfde manier. Het verschil tussen beide componenten is dat er bij de één een scheiding plaats vindt om de aardappelen achter elkaar te plaatsen (figuur 8.7). Bij de ander worden de aardappelen over de hele breedte verdeeld zonder dat er een scheiding plaats vindt. Dit principe werkt door middel van een trilmotor of onbalansmotor. Deze is afgebeeld op figuur 8.8. De onbalansmotor is een asynchrone draaistroommotor, waarbij aan beide aseinden excentrische gewichten zijn aangebracht, zogenaamde onbalans-, of vlieggewichten. Als de

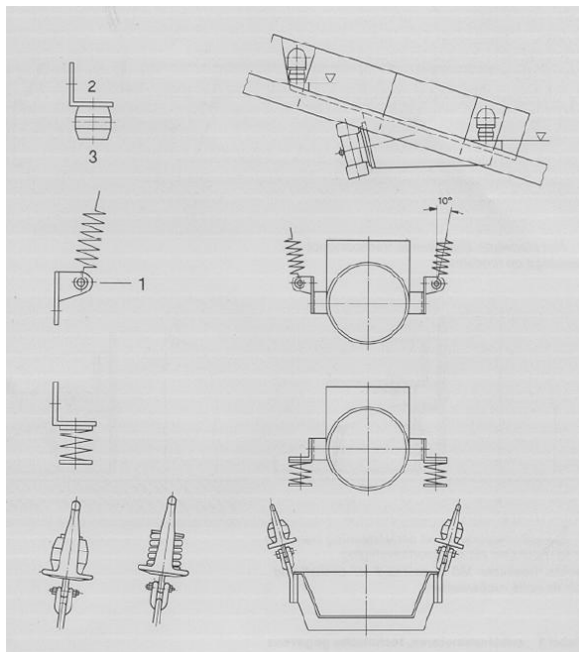


Figuur 8.7: Trilgoot met scheidingschotten

as roteert worden excentrische krachten opgewekt. De grote van deze krachten kan worden veranderd door de gewichten te verstellen, bij uitgeschakelde motor. De krachten die de motor opwekt, brengen het transportgedeelte (de goot) en de aardappelen in trilling. De goot is gemonteerd aan holle rubbers of veren. Deze kunnen de trilling opvangen en de trilgoot aan het frame verbinden. In figuur 8.9 zijn vier verschillende mogelijkheden om een trilgoot te monteren.



Figuur 8.8: Trilmotor



Figuur 8.9: Montage mogelijkheden

De eerste optie werkt door middel van ondersteuning van holle rubbers.

Optie twee werkt met ophanging met trek veren.

Optie drie werkt met ondersteuning van druk veren.

De laatste optie werkt met ophanging en op druk belaste veren of rubbers.

De eerste optie wordt al regelmatig toegepast bij machines. Een aantal voorbeelden zijn lelieafstaaters, lelieverenkelaar, schudzeven enz. Bij deze machines werkt dit principe goed. Daarom

wordt dit component in het concept verwerkt. Met dit gegeven wordt al vast een deel van het construeren bekeken en vast gelegd. Hierdoor kan er sneller naar een eind ontwerp gewerkt worden.

8.4 Herkennen van de kluiten

De herkenning van de objecten is een belangrijk punt uit de morfologische kaart(rij D). Als dit niet goed gebeurt wordt er een verkeerde scheiding gemaakt. Er is in de opdracht aangegeven dat er met een camera gewerkt moet worden. Deze camera wordt door het bedrijf Sapec ontwikkeld en compleet aangeleverd. Om toch de verschillende manieren niet meteen te vergeten zijn de verschillende opties in de morfologische kaart beschreven. Er is een onderzoek gedaan naar de bestaande camera die we kunnen gebruiken voor het herkennen van de kluiten.

Camera

Beeldherkenning kent veel mogelijkheden, waaronder identificatie van objecten en gegevens, kwaliteitscontrole en plaatsbepaling. Bij beeldherkenning wordt het object door een CCD (Charge Coupled Device) geïdentificeerd. De beelden worden omgezet tot digitale signalen. Deze digitale signalen worden vervolgens vergeleken met de opgeslagen gegevens uit de databank. Hier staan verschillende parameters opgeslagen. Dit vergelijken is complex maar gebeurt zeer snel. Dit komt omdat de beeldsensoren in een vision-systeem beeldjes opnemen met een snelheid tot ca. 4000 beeldjes per seconde. Zo kan de camera objecten zoals aardappelen lezen die met een snelheid tot 150m/min voorbij komen. Nu is deze snelheid wel erg hoog voor de kluitenscheider maar de mogelijkheid is aanwezig.

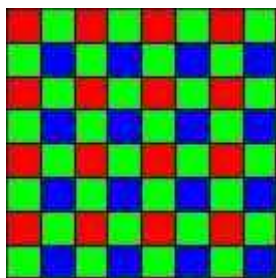
Hoe werkt de CCD?

Een CCD bestaat, als je hem met een microscoop gaat bekijken, uit een heleboel kleine beeldpuntjes, deze worden pixels genoemd. Een camera van bijvoorbeeld 6 megapixels bevat een CCD waarop 6.000.000 van deze beeldpuntjes te vinden zijn. Een pixel is gevoelig voor licht en kan meten hoeveel licht er op valt.

Om nu te zorgen dat we een kleuren beeld krijgen zijn er 3 soorten pixels



Figuur 8.10: Kleuren



Figuur 8.11: Pixel's

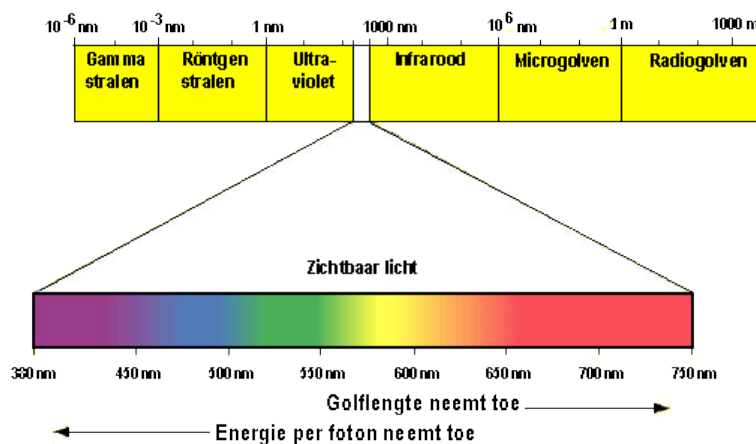
nodig. Rode, groene en blauwe pixels, zie figuur 8.10. Met deze combinaties is een kleuren beeld te krijgen. In figuur 8.11 is te zien hoe de pixels over een beeld zijn verdeeld. De computer combineert deze pixels en maakt er een kleuren beeld van. Zoals te zien is zijn er meer groene pixels aanwezig. Dit geeft het beste beeld resultaat. Omdat het oog gevoeliger is voor de kleur groen.

Licht kun je je voorstellen als kleine golfjes die door de ruimte bewegen. Hoe meer van deze golfjes, hoe helderder het licht. Op de CCD zitten kleine lensjes. Achter deze lensjes zit een kleurenfilter, die alleen golven van een bepaalde kleur doorlaten. Dit lensje met filter zorgt er voor dat de golfjes van één bepaalde kleur opgevangen wordt door een sensor. Wanneer het golfje de sensor raakt wordt er energie overgedragen naar de pc. Hoe meer lichtgolven er worden opgenomen, hoe groter dus de hoeveelheid licht die er op dit beeldpuntje is gevallen. Deze signaaltjes worden door een software pakket omgezet tot beeld.

Ontwikkeling

Het bedrijf Sapec is een bedrijf dat bezig is met een nieuwe ontwikkeling van camera's. De CCD camera kan alleen naar het oppervlak kijken van de aardappel. Voor poot aardappelen is dit een probleem. Deze aardappelen kunnen behangen zijn met grond. Hierdoor zal een CCD camera de aardappel afkeuren.

Een hyperspectrum camera kan voor een deel door de aardappel heen kijken. Hiermee wordt dus wel een goede scheiding gerealiseerd. De camera is een detectiesysteem voor vreemde voorwerpen, schimmels, kwaliteitsinspecties aan productoppervlak en productsamenstellingen (vochtgehalte, suikergehalte, vetgehalte, eiwitgehalte). Dit worden de camera's van de toekomst omdat we met deze camera's veel meer kunnen herkennen dan de bestaande camera's. De camera werkt als een CCD camera. Het verschil is dat de hyperspectrum camera zich niet beperkt tot de brede spectra van zichtbaar licht en infrarood. Deze nieuwe camera heeft ook nauwere banden.



Figuur 8.12: Spectrum

Als wij in de zon kijken zien wij alleen een grote witte ronde plaat. Je zou zeggen dat de zon dus wit licht afgeeft. Dit is niet het geval. Licht is een verzameling van elektromagnetische golven. Van al deze golven zien wij maar een klein deel. In figuur 8.12 is dit te zien als zichtbaar licht. De rest, zoals radiogolven, infrarood licht, ultraviolet licht, röntgenstralen enz. zien wij niet. De elektromagnetische golven in het frequentie spectrum wat wij dus wel zien noemen we licht.

De hyperspectrum camera kan veel soorten licht herkennen. Deze camera's zijn nog erg duur, namelijk zo'n €50.000,- per stuk. Bij deze kosten is het budget van €70.000,- moeilijk te halen.

Sapec is bezig een camera te ontwikkelen die een stuk goedkoper is. In de toekomst moet dit

	+		+	
€ 50.000		€ 100		
1 kg en 10x20x30cm		50 g en < 5x5x5cm		
Extra PC		Geïntegreerd		
1 beeld/minuut		30 beelden/seconde		
500 banden		Toep. afh. banden		
Labo omgeving		In het veld		
2009		2010-2020		

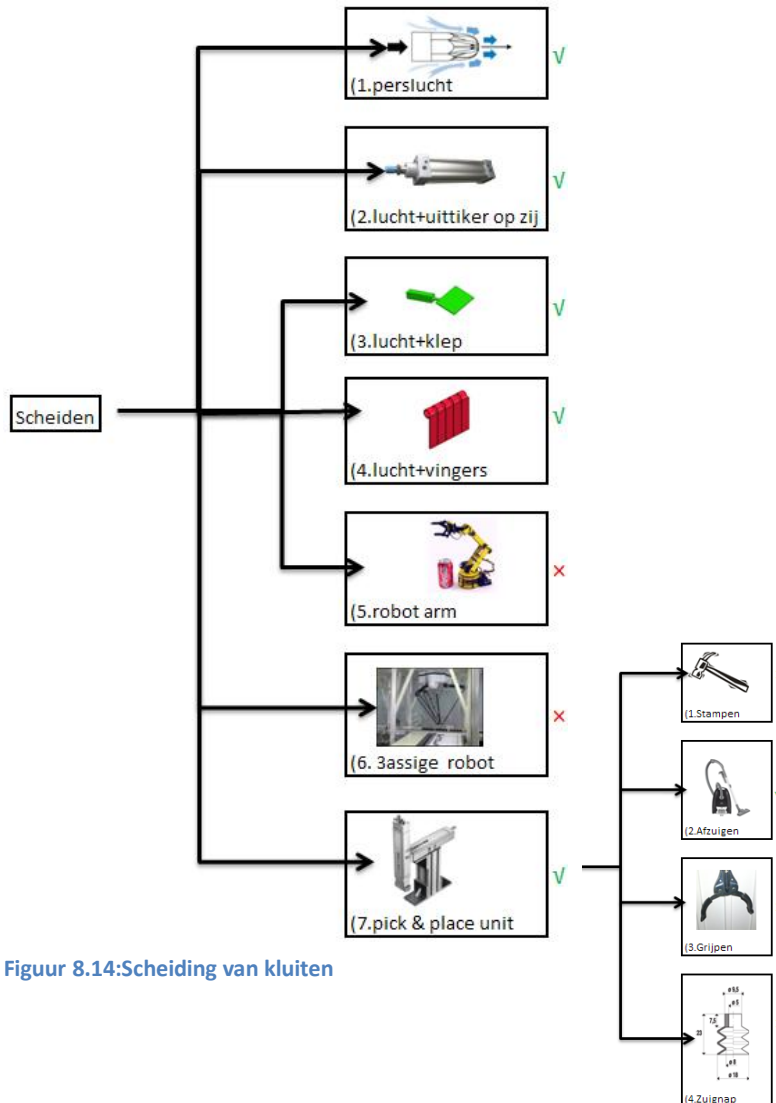
mogelijk zijn (figuur 8.13). Sapec zoekt de beste combinaties bij elkaar, tot het voldoet aan de goede specificaties om de kluiten en aardappelen goed te kunnen scheiden.

Tot dus ver hebben ze nog geen camera uitgebracht voor de ontwikkeling van de kluitenscheider.

Figuur 8.13: Toekomst

8.5 Scheiden van kluiten

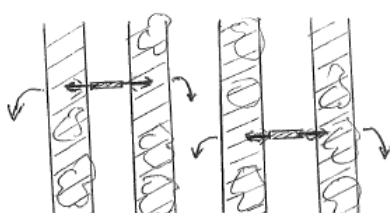
Voor het scheiden van de kluiten zijn er nog zeven opties met een voorkeur mogelijk. Dit is de belangrijkste functie van de kluitenscheider. Op de morfologische kaart staat deze in rij E. De keuze van dit systeem hangt samen met de eventuele beschadiging van de aardappel, de capaciteit van de kluitenscheider en de kosten van deze machine. In dit hoofdstuk worden de verschillende functies beter onderzocht. Om te kijken welke functies er geschikt zijn voor de kluitenscheider. In figuur 8.14 is een korte weergave te zien van wat er in dit hoofdstuk behandeld wordt.



Figuur 8.14:Scheiding van kluiten

In dit figuur kun je zien welke functies er wel en niet geschikt zijn voor het scheiden van de kluiten. Hier is meer over te lezen in de volgende hoofdstukken. Er is een extra vertakking te zien bij de pick en place unit. Hier zijn nog vier opties te zien die op de pick en place unit geplaatst kunnen worden.

8.5.1 Scheiding middels perslucht



Figuur 8.15: Perslucht scheiding

Scheiding van perslucht is uit de morfologische kaart E1. In figuur 8.15 is een schets te zien van de toepassing. Er worden zes rijen gebruikt. Hierdoor is de breedte $6 \times 100 + 7 \times 100 = 1300 \text{ mm}$. Deze rijen worden voorzien van conische rollen. Met deze rollen centreert de aardappel zich in het midden van de band.

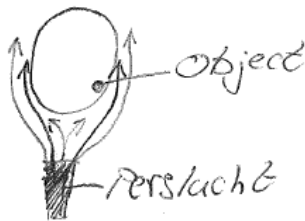
Zodra er een kluit op deze rollen wordt herkend, wordt deze met perslucht verwijderd. Om de mogelijkheden hiervan te bekijken is er een test uitgevoerd.

Met een traditioneel persluchtpistool is er tegen een de kluit aan geblazen, om te kijken wat voor effect dit heeft op de kluit (figuur 8.17). Dit pistool levert 280 l/min. In bijlage F is hier meer over te lezen. Het resultaat was redelijk. Het resultaat van afblazen is sterk afhankelijk van de vorm van de kluit (figuur 8.16).

Deze test is vast gelegd op film ‘persluchttest1.mp4’. Hier kun je duidelijk zien dat het resultaat niet optimaal is. Om een beter effect op



Figuur 8.17: Perslucht test 1



Figuur 8.16: Lucht passeert

de kluit uit te werken moet er met een groter oppervlak er meer lucht geblazen worden. Na onderzoek is er een betere nozzle gevonden. De kosten van deze nozzle zijn €64,- per stuk. Hij levert 622 l/min over een groot oppervlak, hierdoor is er na test een beter afblaas resultaat op de kluit. De test met de super nozzle is ook vast gelegd op film ‘persluchttest2.mp4’. Hier is ook duidelijk te zien dat het effect op de kluit beter is. De machine moet ook stenen van de band of blazen. Naar schatting heeft perslucht minder effect op stenen. Als er bijvoorbeeld een steen passeert met een spitse vorm dan is het niet voor 100% zeker dat deze verwijderd wordt. Er is ook een berekening gemaakt of dit systeem niet extreem veel lucht gebruikt. dit is ook te lezen in bijlage F. er is gekozen voor een compressor die 450l/min levert.

De capaciteit van de machine is erg belangrijk. Uitgaande van een uitblaas tijd van 0,15-0,25sec per kluit (dit is gemeten) is er een berekening gemaakt voor de capaciteit(bijlage T). De uitkomst van de berekening is hier onder te zien in tabel 8.2

Aantal rijen	Breedte[mm]	Snelheid[m/min]	Capaciteit[ton/uur]	Kluiten per sec.
6	1300	20	6,8	∞
6	1300	12	4	∞
8	1700	20	9	∞
8	1700	12	5,4	∞

Tabel 8.1: Capaciteitsberekening voor de scheiding met perslucht

In de tabel kun je duidelijk zien dat hier een capaciteit probleem optreedt. Bij de optie met acht rijen komt de capaciteit in de buurt maar dan wordt de breedte van de machine 1700 mm. De kluiten kunnen we onbeperkt afgevoerd worden.

Voordeel perslucht:

- De aardappelen worden niet beschadigd;
- Hij scheidt de kluiten van de aardappelen;

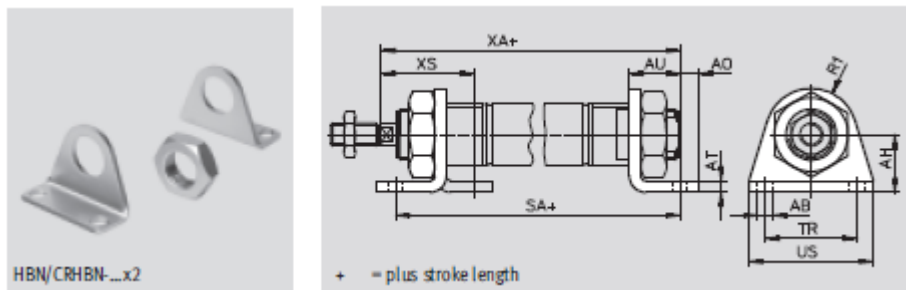
Nadelen perslucht:

- De blaas tijd wordt een bottleneck voor de capaciteit;
- Het blazen werkt niet altijd optimaal, dit is getest;
- Er is al een bestaande machine, deze breekt niet door in de markt (Bijlage G, de Wectorscan);
- De machine wordt breder dan 800mm, daardoor moeilijker te plaatsen in verwerkingslijn;
- Scheidt stenen niet 100%.

Hier boven zijn een aantal voor en nadelen omschreven. Aan de hand van deze gegevens en de capaciteit berekeningen wordt er een keuze gemaakt.

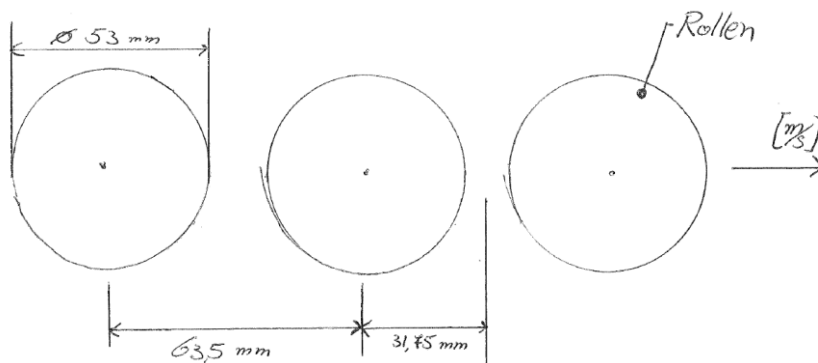
8.5.2 Scheiding middels zijwaarts uittikken

Voor dit component uit de morfologische kaart willen we de zelfde opstelling gebruiken als bij het systeem met perslucht. Nu gebruiken we, in plaats van het uitblazen met lucht, een soort uittik cilinder. De cilinder heeft een soort stoot rubber op de kop van de stang, hiermee stoot hij de kluiten van de band af. Bij deze uit tik cilinder heb je dus geen last van de vorm van de kluit. Er zijn veel verschillende cilinders toe te passen voor dit systeem. Na onderzoeken van verschillende cilinders hebben we gekozen voor een standaard DSNU-10-80-P-A. Dit is een ronde cilinder. De kosten van deze cilinder zijn €37,07 per stuk. Deze cilinder heeft een diameter van 10mm en een stroke(uitstoot lengte) van 80mm. Hij heeft een makkelijke montage mogelijkheid. Zoals hieronder wordt aangegeven in figuur 8.18.



Figuur 8.18: Montage cilinder

De uit tiksnelheid is erg van belang voor de capaciteit. Als het uittikken niet snel genoeg gaat zal de volgende aardappel tegen de uittikker komen. Daarom is er een berekening gemaakt voor de maximale snelheid van de aardappelen. Deze berekening is te zien in bijlage S. De uittik cilinder heeft een snelheid van 1,5m/min.



Figuur 8.19: Rollen band

Over 31,75mm mag deze uit en inschuiven voor hij de volgende aardappel raakt. Met een uittik lengte van 80mm is de cilinder hier 0,107sec mee bezig. Met deze gegevens kan de maximale bandsnelheid bepaald worden.

$$0,03175 \text{ m} / 0,107 \text{ sec} = 17,80 \text{ m/min}$$

De maximale productsnelheid in dit geval is 17,80m/min.

Aantal rijen	Breedte[mm]	Snelheid[m/min]	Capaciteit[ton/uur]	Kluitten per sec.
6	1300	17,8	6	∞
8	1700	17,8	8	∞

Tabel 8.2: Capaciteitberekening uittikken

De capaciteit van de machine wordt met de maximale snelheid een probleem. Het verbreden geeft in dit geval niet veel winst.

Voordeel:

- De aardappelen worden niet beschadigd;
- Het scheiden van kluitten en stenen is 100% zeker;
- Het kluitten scheiden heeft geen limiet.

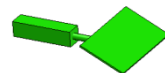
Nadeel:

- De snelheidsbeperking wordt een bottleneck voor de capaciteit;
- Deze machine word breder dan 800mm, dit maakt de machine moeilijker toepasbaar binnen een bestaande lijn.

Aan de hand van gegevens en de uitkomsten van de berekeningen wordt er een keuze gemaakt.

8.5.3 Kleppen scheidingsysteem

Om de kluitten van de aardappelen te scheiden met een kleppensysteem is ook een mogelijkheid. In figuur 8.20 is één zo'n klep afgebeeld. Er worden acht van deze kleppen naast elkaar gezet.

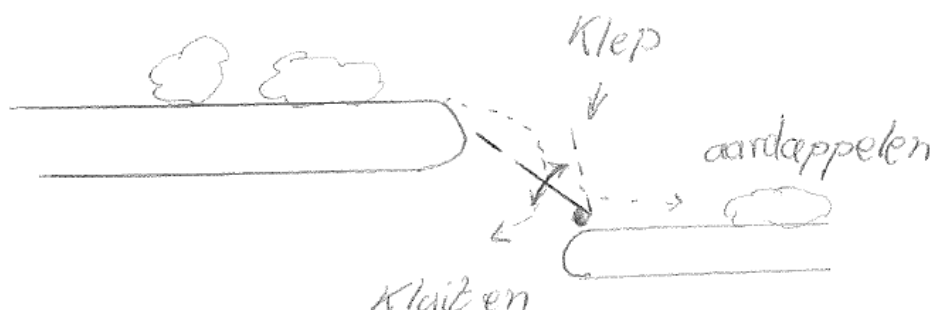


De aardappelen worden eerst verenkd achterelkaar geplaatst. Dit kan gebeuren door conische rollen toe te passen met de standaard 63.5mm tussen de rollen.

Figuur 8.20: Klep

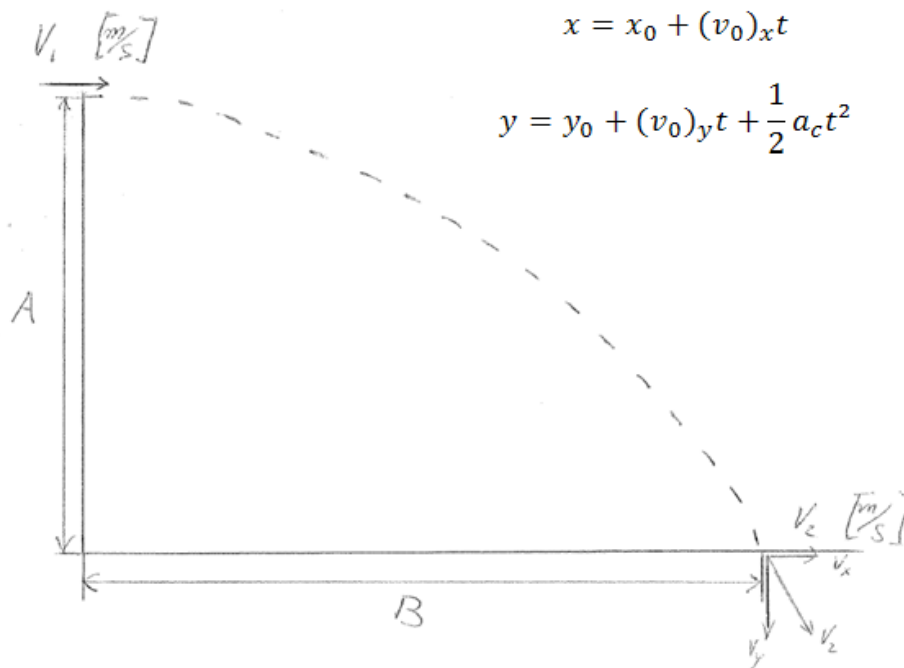
Als de aardappelen allemaal achter elkaar liggen vallen ze dus om de beurt van de band af, één voor één. Door de val van de aardappel wordt er ruimte gecreëerd. Hierdoor heeft de klep de tijd om open en dicht te gaan.

De snelheid van het product zal in dit geval 22m/min moeten zijn als er 8 rijen worden toegepast. in deze situatie is er geen tussen goot nodig en hebben we dus 8 bandjes van 100mm breed. Dit maakt in totaal een breedte van $100 \times 8 = 800\text{mm}$. Door het verenken hebben de aardappelen een hoge snelheid. dit zorgt er voor dat de aardappelen niet direct naar beneden vallen, maar door hun snelheid iets doorvliegen. Hierdoor is er minder ruimte tussen de aardappelen. Hieronder is een afbeelding geschetst van een systeem die de kluitten sneller afvoert.



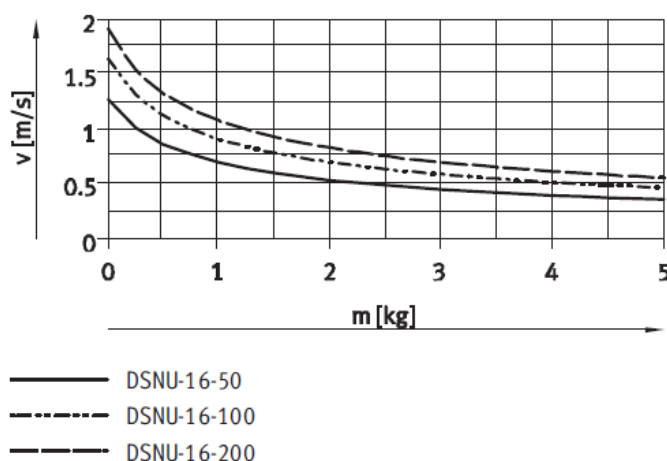
Figuur 8.21: Kleppensysteem

Hier is de klep op de kop geplaatst. De kans op beschadiging is wel in aanwezig. Dit omdat de aardappelen direct achter elkaar liggen. Hier is nu nog weinig over te zeggen. Daarom is er een berekening gemaakt voor dit systeem (bijlage L).



Figuur 8.22: Situatie schets

In figuur 8.22 is een situatie schets te zien van de val van de objecten. We nemen voor de val een hoogte van 0,1m. Op deze hoogte vind er een scheiding plaats. Nu willen we weten wat de snelheid is bij v_2 en of het mogelijk is een scheiding te creëren met een pneumatische klep. In de berekening is te zien dat de snelheid van $v_2 = 1.44 \text{ m/s}$ is. Hierdoor is er een ruimte van 99mm tussen de aardappelen gekomen. In deze tussen ruimte moet de klep open gaan. Dit moet in 0,069sec gebeuren.



Nu gaan we er van uit dat de cilinder 40mm uit moet, om de klep open te laten gaan. De uitgaande snelheid moet dan 0,58m/s zijn. In figuur 8.23 te zien dat dit een mogelijkheid is.

Figuur 8.23: Snelheidsgrafiek

We verhogen de snelheid naar 30m/min om te kijken wat de mogelijkheden zijn bij deze snelheid. als we dit doen hebben we op het moment van scheiden een ruimte tussen de kluiten van 89,1mm. Hierbij heeft de klep een tijd van 0,06sec om open of dicht te gaan. Als we nu weer uitgaan van een cilinder slag van 40mm dan moet de snelheid van de cilinder 0,67m/s zijn. Dit is goed te behalen als wij kijken op de grafiek van figuur 8.23.

Bij de vorige berekeningen (bijlage E) kwamen we net op de 10 ton/uur uit. Om meer zekerheid te creëren moet er meer capaciteit gewaarborgd worden, daarom passen we twee extra rijen toe.

Aantal rijen	Breedte [mm]	Snelheid[m/min]	Capaciteit [ton/uur]	Overcapaciteit[%]	Kluiten per sec.
8	800	22	10	0	∞
8	800	30	13,6	26,5	∞
10	1000	22	12,6	20	∞
10	1000	30	17	41,2	∞

Tabel 8.3: Resultaat kleppen systeem

In tabel 8.3 zijn de resultaten van de berekeningen duidelijk te zien. Het is verstandig theoretisch een hogere capaciteit aan te houden dan vereist is, In de praktijk heb je hier altijd voordeel bij. Uit deze mogelijkheden is een keuze te maken, ze hebben allemaal voldoende capaciteit.

Voordelen kleppen systeem:

- Goede scheiding van kluiten en aardappelen;
- De breedte van de band is 800mm;
- Het kluiten scheiden heeft geen limiet.

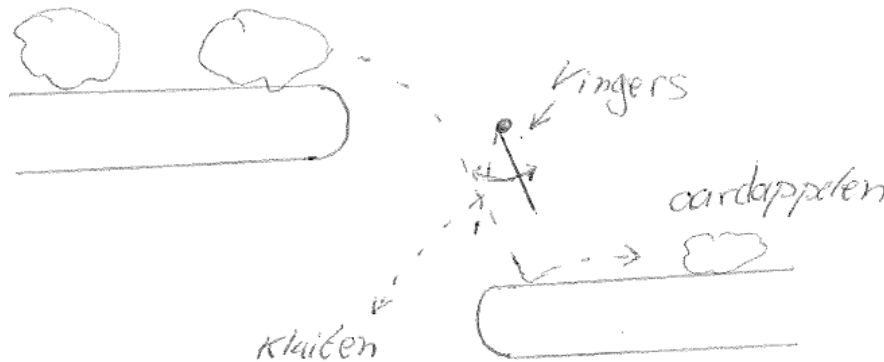
Nadelen kleppen systeem:

- Dit is al een bestaand systeem, maar breekt niet door in de markt(bijlage G, Smart Grader);
- De aardappelen stuiten van de rollenband af;
- Systeem kan beschadiging aan aardappelen veroorzaken.

Aan de hand van deze voor en nadelen en de berekeningen wordt er een keuze gemaakt voor een concept.

8.5.4 Vinger uittikstelsysteem

Het systeem werkt met vlakke banden. Nu maken de vingers een scheiding tussen de kluiten en aardappelen. Bij dit systeem komt het uittikken iets minder nauwkeurig. Dit omdat de kluit alleen een tik krijg. In figuur 8.24 is een tekening te zien hoe dit systeem werkt. De vingers hebben een breedte van 20mm -25mm, er zijn dan 32-40 cilinders over de hele breedte van de band gemonteerd. Het aantal vingers dat uit gaat hangt af van de diameter van de kluit.



Figuur 8.24: Vingersysteem

Om te kijken wat, voor dit systeem, de mogelijkheden zijn is er voor dit systeem een berekening gemaakt. Deze is te zien in bijlage M. Uit de berekening blijkt dat het mogelijk is dit systeem toe te passen. De snelheid van de aardappelen bij het passeren van de vingers is 1,52m/s. Met deze snelheid moeten de vingers een snelheid hebben van ruim 0,6m/s om de kluit er uit te tikken. In figuur 8.23 is te zien dat deze snelheid haalbaar is met een pneumatisch cilindertje.

Breedte [mm]	Snelheid [m/min]	Capaciteit [ton/uur]	Kluiten per sec.
800	30	8,6	∞
800	34,7	10	∞
1000	30	10,8	∞
1000	27,8	10	∞

Tabel 8.4: Resultaat vingersysteem

In tabel 8.4 zijn de resultaten van het vingersysteem te zien. Je ziet dat met dit systeem de capaciteit van 10 ton/uur te behalen is. Als we kijken naar de verschillende resultaten is de gene met een capaciteit van 10,8 ton/uur de beste keuze. Omdat hier de hoogste capaciteit wordt behaald en de maximale snelheid niet wordt overschreden.

Voordelen vingersysteem:

- Band breedte van rond de 800mm;
- Goede scheiding van kluiten en aardappelen.

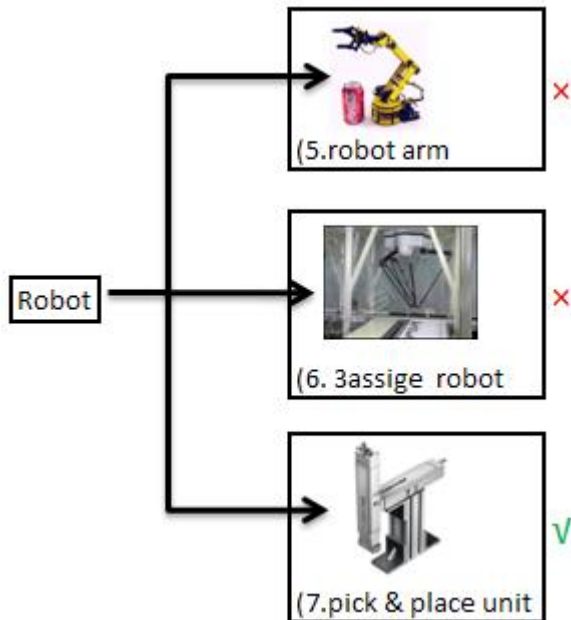
Nadelen vingersysteem:

- De aardappelen stuiten bij hun val, kans op blauwe plekken;
- De vingers kunnen de aardappelen beschadigen, schaaf plekken;
- Er is al een bestaand systeem, maar deze breekt niet door in de markt (bijlage G, Auto-sort);
- Veel bewegende delen bij het scheiden.

Aan de hand van deze voor- nadelen en berekeningen wordt er een keuze gemaakt.

8.5.5 Scheiding middels robots

Het toepassen van een robot is ook een goede optie. Er zijn veel verschillende soorten robots. Bij de organisatie Schouten is hier weinig kennis over aanwezig. Op de morfologische kaart zijn drie verschillende type robots te zien (figuur 8.25). Om meer informatie te verzamelen over deze verschillende machines is er een beursbezoek afgelegd. Hierdoor is er meer informatie los gekomen bij verschillende leveranciers, dit is te lezen in bijlage H.



Figuur 8.25: Robots

Robot arm

Voor het idee van de eerste robot is er een afspraak gemaakt met het bedrijf Rolan-robotics. De vertegenwoordiger van Rolan is op bezoek geweest bij Schouten (bijlage I). In het gesprek kwam naar voren dat de robot uit figuur 8.26 beter bestemd is voor deze werkzaamheden. Deze robot kan honderd slag per minuut uitvoeren met alleen eigen gewicht. Hij is dus langzamer met een grijpsysteem er op. Afhankelijk van dat gewicht kan de capaciteit gegeven worden. De kosten van deze machine zijn €30.000,- tot €35.000,-. Dit is exclusief de kosten van een grijp systeem. Naar schatting zal dit component te duur uitvallen. Daarom valt dit component af.



Figuur 8.26: Draaiarm

3 assige robot

Om meer informatie in te winnen over component E6, uit de morfologische kaart, de 3 assige robot, is er een telefoon gesprek geweest met het bedrijf VSE B.V. (bijlage J). Dit bedrijf is leverancier van de Siways spider. Deze robot kan zeventig kluiten per minuut scheiden. De kosten van deze machine zijn €40.000,- tot €50.000,-. Verder moet daar nog een grijpsysteem op komen om de kluiten te pakken. Deze kosten kunnen oplopen van €15.000,- tot €35.000,-. Deze totale kosten vallen te hoog uit. Daarom valt dit component af.

Pick & place unit

Voor het onderzoeken van een pick en place unit is er een afspraak gemaakt met KML Linear Motion (Bijlage K). Dit bedrijf is gespecialiseerd in pick en place units. De pick en place unit kan op verschillende manieren aan gestuurd worden. Dit kan door middel van een getande riem, schroef aandrijving of magneet aandrijving. Voor de toepassing van een kluitenscheider is magneet aandrijving het best (figuur 8.27). Bij deze aandrijving zijn er geen draaiende delen aanwezig. De aandrijving heeft het zelfde principe als een magneet trein. Hierdoor vind er weinig slijtage plaats. De naam van deze machine is LMS E². Deze machine kan 60 slagen per minuut maken. Dit is niet veel in vergelijking tot de vorige twee componenten. Maar als er op dit systeem een zuigkop kan worden toegepast is deze ook snel genoeg. De kosten van deze pick en place unit zijn rond de €10.000,- . Dit is exclusief de kosten van een grijp of zuigkop systeem. Deze kosten komen een stuk beter over een met het budget. Voor dit systeem is een berekening gemaakt om te kijken wat de mogelijkheden zijn voor dit component.

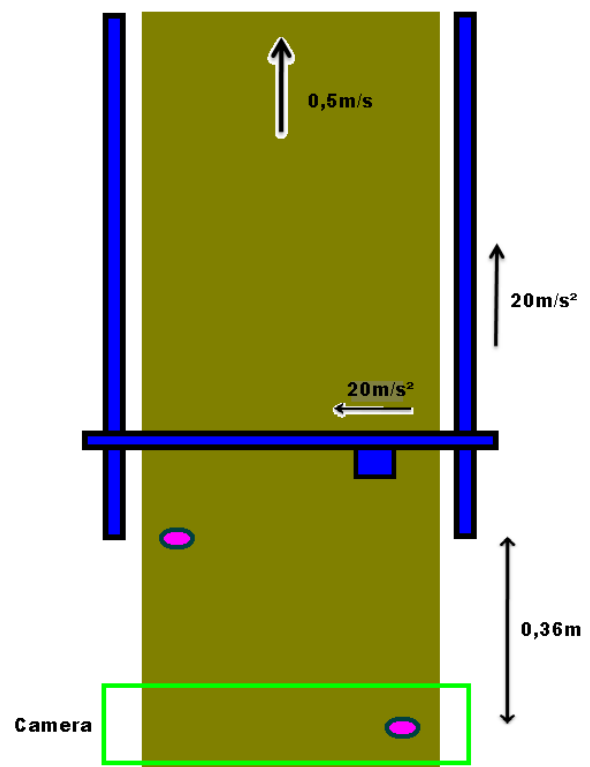


Figuur 8.27: LMS E²

Er zijn meerdere optie te bedenken voor het toepassen van een pick en place unit in bijlage Q zijn deze uitgebreid beschreven. In de berekening van bijlage N is te zien dat optie A genoeg capaciteit heeft. Als de kluiten 800mm uit elkaar liggen doet de pick en place unit er 0,5sec over om van de ene kluit naar de andere kluit te verplaatsen. Er komt iedere 0,72sec een kluit over de band. De ruimte tussen de kluiten is 0,36m. Hij heeft dus, in deze situatie, een overcapaciteit van 0,22sec. Hij kan in die situatie dus twee kluiten per seconde verwijderen.

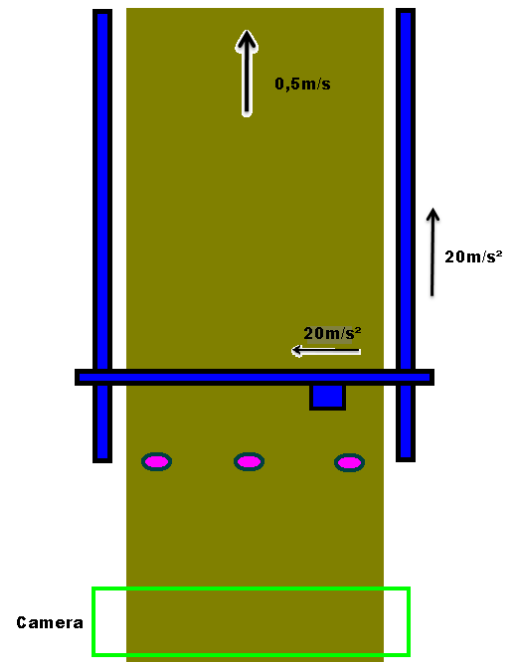
$$\frac{0,25m}{0,5 \frac{m}{s}} = 0,5 \frac{sec}{kluit} = 2 \frac{kluiten}{sec}$$

In deze situatie is er optimale verdeling van de kluiten. In realiteit is dit natuurlijk niet het geval. De kluiten kunnen ook dichter bij elkaar liggen. Daarom is er ook een berekening gemaakt van een niet ideale situatie.

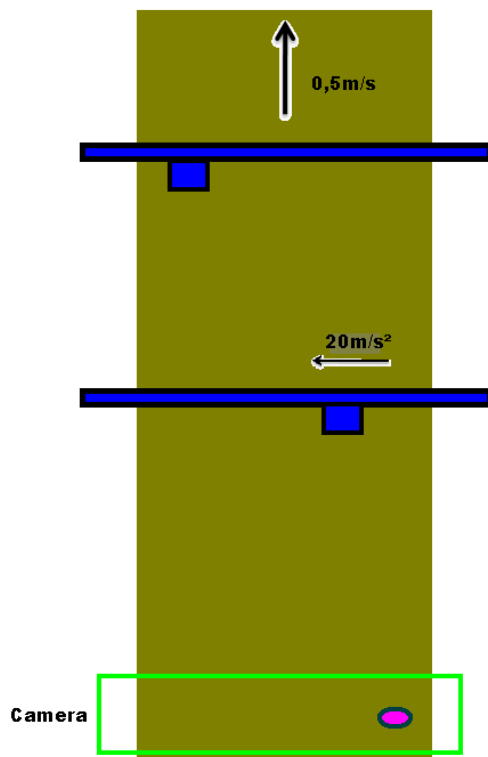


Figuur 8.28: Pick en place, optie A, situatie A

Soms liggen er ook wel eens twee of drie kluiten naast elkaar. Om dit op te vangen moet de pick en place unit ook over de y-as bewegen. Daarom is er gekeken naar de gevolgen van de pick en place unit als er drie kluiten naast elkaar liggen. In deze situatie zal de pick en place unit snel moeten handelen. Na het oppakken van de eerste kluit is de tweede kluit al 0,3m verplaatst op de band. De kluit doet hier 0,61sec over, bij een bandsnelheid van 0,5m/s. De pick en place unit doet hier 0,5sec over. Als de y-as 1m lang is kan hij dus ongeveer 3 kluiten op een rij verwijderen. Vervolgens zal hij weer terug moeten werken. Als er dus meteen weer drie kluiten op een rij langs komen zal de y-as langer moeten zijn.



Figuur 8.29: Pick en place, optie A, situatie B



Figuur 8.30: Pick en place, optie B, situatie A

Hiernaast is nog een optie gegeven voor de pick en place unit. Deze optie heeft twee x-assen en geen y-as. Voor deze optie is ook een berekening gemaakt. Deze berekening is ook te zien in bijlage N. Hier beweegt één unit over de ene kant van de band en de ander over de andere kant van de band. Hier doet de pick en place 0,38sec over om van kluit naar kluit te bewegen. Dit betekent dat hij twee kluiten per 0,38sec kan verwerken. Dit zijn 4,76kluiten/sec.

Situatie	Breedte [mm]	Snelheid[m/min]	Capaciteit [ton/uur]	Overcapaciteit[%]	Kluiten per sec.
A	800	30	8,6	-	2
A	1000	30	10,8	7,4	1,81
B	800	30	8,6	-	5,26
B	1000	30	10,8	7,4	4,76

Tabel 8.5: resultaat pick en place unit

Hierboven is een tabel te zien, waar vier verschillende opties voor de pick en place unit in zijn verwerkt. De laatste optie lijkt hier het beste omdat hier de hoogste capaciteit mee te behalen is. Theoretische moeten er 1,38kluiten/sec verwijderd worden. alle vier de opties hebben hier geen probleem mee.

Voordelen van pick & place unit:

- Flexibel in bewegingen;
- Innovatief;
- De aardappelen worden niet beschadigd;
- Inkoop deel, geen eigen productie;

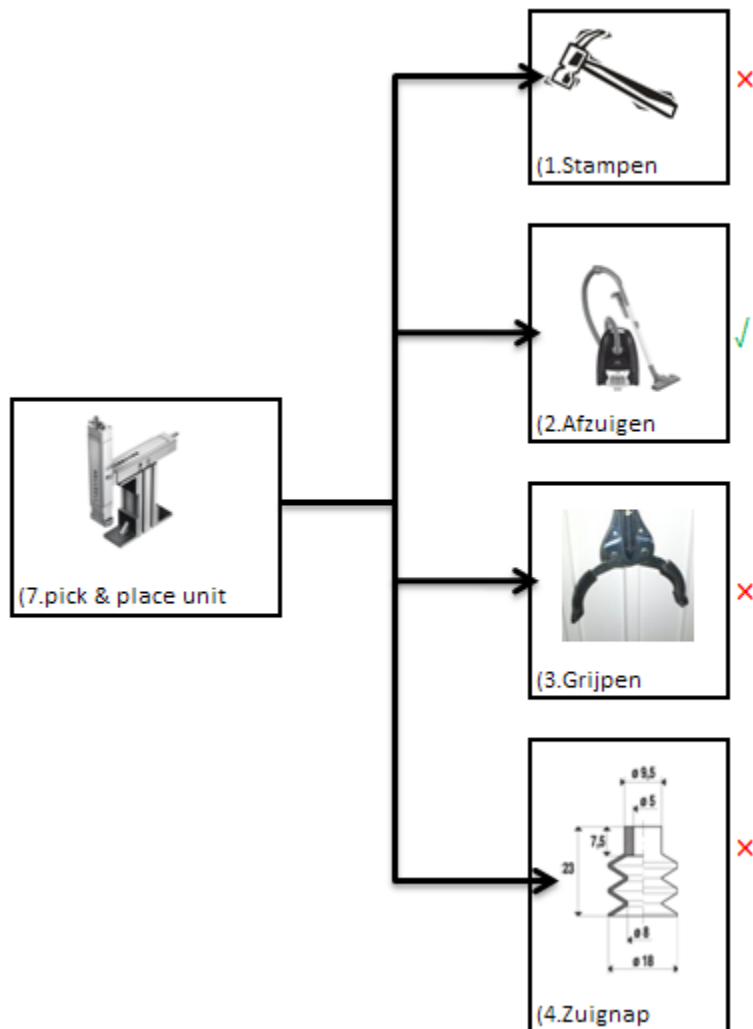
Nadelen van pick en place unit:

- Verder onderzoek vereist , omdat het een nieuw concept is;
- Beperking in aantal kluiten per seconde.

Aan de hand van de berekeningen en de voor en nadelen wordt er gekeken of dit systeem de voorkeur krijg voor het concept.

Picksysteem

De pick en place unit is de beste oplossing voor wat betreft de robots. Nu moet er goed gekeken worden naar de mogelijkheden van een picksysteem. Dit picksysteem moet aan een pick en place unit gekoppeld kunnen worden. Hieronder zijn de mogelijkheden van een picksysteem te zien.



Figuur 8.31: Picksystemen

In bijlage O is te lezen wat de ideeën zijn achter deze componenten. Vervolgens hebben we de voor en de nadelen naast elkaar gezet in een tabel.

	Voordeel	Nadeel
Stampen	-Één beweging, hoge capaciteit ;	-Kluit valt in stukken uit een; -Apart uitzeven van grond(kapot geslagen kluit).
Afzuigen	-Één beweging, hoge capaciteit; -Directe afvoer van kluiten; -geen kans op verbrokkelen van kluit.	-Toepassingsonderzoek

Grijpen	-Afvoer van kluiten.	-Kans op kapot knippen; -Moeilijke vormen van kluit; -Extra beweging bij afvoeren.
Zuignap	-Afvoer van kluiten; -Geen kans op verbrokkeling van kluit.	-Toepassing onderzoek

Capaciteit is een belangrijke specificatie van deze machine. Gezien de voor en de nadelen heeft het afzuigstelsel de voorkeur. Het afzuigstelsel heeft de minste kans om een kluit te missen. Bij een gripper zal hij door de snelheid uit de gripper kunnen slippen of kapot gaan. Het afzuigstelsel maakt de minste bewegingen om de kluiten te scheiden en kan dus ook de meeste kluiten afvoeren binnen een minuut. Daarom wordt het afzuigstelsel genomen om toe te passen op de pick en place unit.

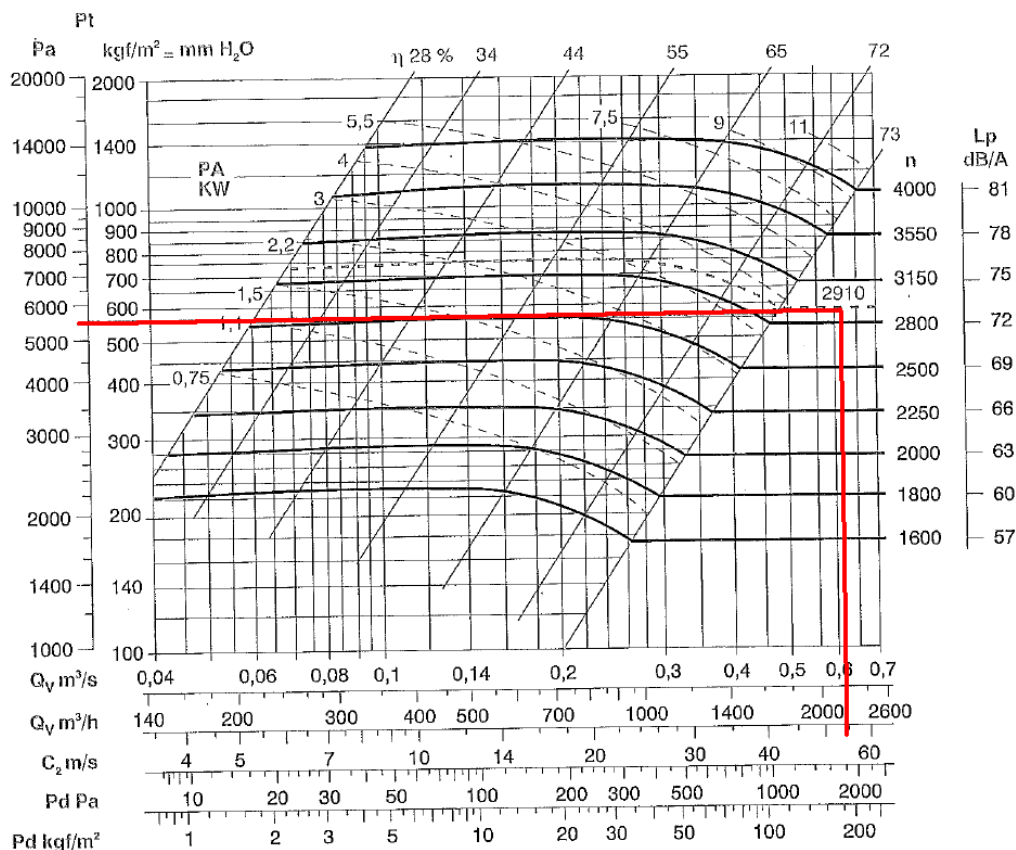
Afzuigsysteem

Na ons gesprek met J.P. Stam van Rolan-Robotics kwam het idee van het opzuigen van de kluiten naar boven. Zodoende is er een afspraak gemaakt Jongejans luchttechniek. Zij zijn langsgekomen bij Schouten in Kampen. In het gesprek werd meteen duidelijk dat het opzuigen van een kluit zeker mogelijk is. De vraag is alleen, op welke manier. Wat voor motor is er nodig en wat voor kluiten afvoer systeem is er nodig? En wat gebeurt er als er twee of drie kluiten tegelijk in de slang zitten? Heeft dit invloed op het zuigen?



Figuur 8.32: Ventilator

Om te weten wat voor vermogen er nodig is om kluiten en stenen op te zuigen is er een schatting gemaakt. We zijn uitgegaan van stenen met een gewicht van +/-200gram.



Figuur 8.33: Ventilator karakteristiek

Naar schatting moet er $Q=2300\text{m}^3/\text{s}$ verplaatst worden. Er wordt een motor toegepast die 2910 toeren draait, deze moet 7,5Kw zijn met een onderdruk van 5500Pa. Dit is theoretisch bepaald aan de hand van de ventilator karakteristieken uit figuur 8.33. Vervolgens is dit in de praktijk getest en getuned naar een werkende situatie.

De test is uitgevoerd met een flexibele slang, diameter van 80mm, lengte van 1,5m. Deze wordt gebruikt om de kluiten van de band af te zuigen. De band moet een open profiel hebben, om de lucht stroom te bevorderen. Vervolgens gaat de slang over op een vaste buis van 120mm. Deze buis geleid de kluiten naar een dichte kist met deksel. Hier worden de kisten opgeslagen. Aan deze kist zit een aanzuigbuis gekoppeld. Deze zorgt er voor dat er hoogvacuüm in de kist heerst.



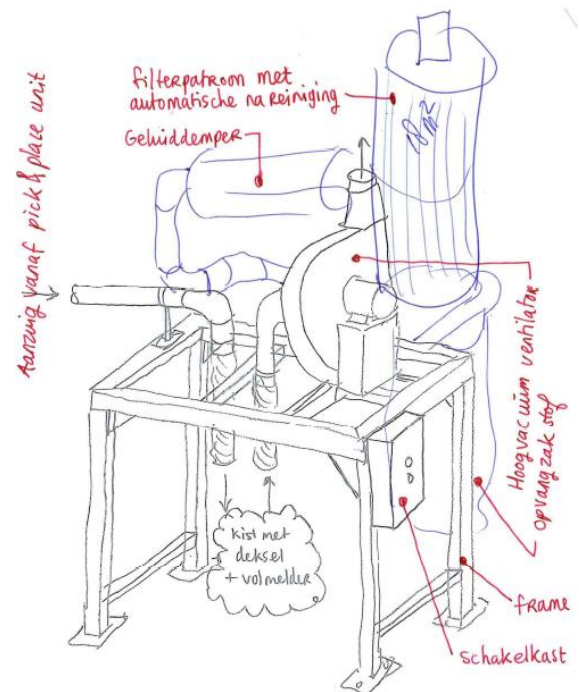
Figuur 8.34: Afzuigtest

In de figuur 8.34 hierboven wordt een impressie gegeven over hoe de test is uitgevoerd. Uit de test blijkt dat er 12 stenen afgezogen kunnen worden in 11sec. Deze test is ook vast gelegd op film. Hiermee wordt het resultaat van de test duidelijker. Het film bestand heet 'afzuigtest.mp4'.

Om een beeld te vormen over hoe dit systeem er ongeveer uit zal gaan zien, is hiernaast een schets afgebeeld in figuur 8.35.

Deze schets bestaat uit een frame met kist en deksel. Op het frame staat een hoogvacuüm ventilator welke de kist op onderdruk zuigt. Deze ventilator is voorzien van een geluiddemper en filter. De filter filtert de stof uit de lucht en vervolgens beland dit in een stofzak onder aan de filter. Deze combinatie met één zuig kop kost €10870,-

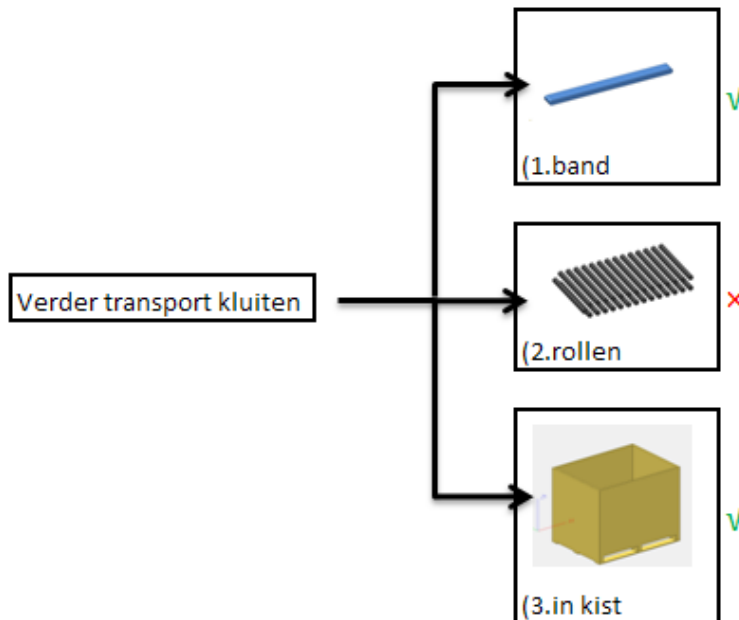
In de schets is geen schoepensluis afgebeeld. Deze moet er waarschijnlijk wel op komen. Als dit er niet op zit moet de machine steeds uitgeschakeld worden bij vervanging van de kist. Boven de schoepensluis moet dan een soort trechter komen waar de kluiten in vallen. Vervolgens worden de kluiten dan met een schoepensluis afgevoerd op een band of direct in een kist. Een schoepensluis kun je je voorstellen als een draaideur bij een gebouw. Hierdoor blijft er vacuüm in de trechter en kunnen de kluiten toch afgevoerd worden. De kosten van deze sluis zijn €5000,- inclusief trechter en elektra.



Figuur 8.35:Opstelling

8.6 Transport kluiten

Er moet een makkelijke manier zijn om de kluiten af te voeren na de scheiding (rij F morfologische kaart).



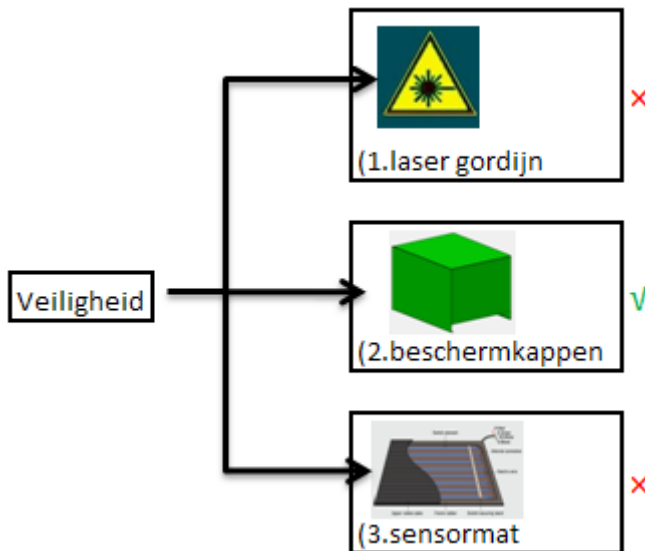
Figuur 8.35: Verder transport kluiten

Hierboven zijn drie verschillende opties te zien (figuur 8.35). Hier is ook meteen te zien welk van de opties de voorkeur heeft. Het idee F3, uit de morfologische kaart, de kist is het optimale component. Als de kluiten meteen na de scheiding in de kist terecht komen hoeven er geen extra kosten gemaakt te worden voor het transport van de kluiten.

Een tweede optie is om de kluiten wel over een transportband af te voeren. Hierdoor kunnen de kluiten naar een ideale plek getransporteerd worden. Deze twee opties hebben de voorkeur. Een rollenband is overbodig voor het afvoeren van de kluiten. Dit maakt de afvoer van de kluiten onnodig duur. Daarom valt deze optie af.

8.7 Veiligheid

Veiligheid is ook een belangrijke aspect om mee te nemen in een ontwerp. Daarom is deze ook meegenomen in de morfologische kaart, rij G. Er zijn voor deze functie drie mogelijke componenten. Deze zijn te zien in figuur 8.36.



Figuur 8.36:Opties veiligheid

De eerste optie is een soort licht of laser gordijn. Als er iets of iemand door dit gordijn loopt slaat heel de machine uit. Dit systeem is handig bij machines waar vaak onderdelen of materialen in en uitgehaald moeten worden. Een sensormat zal hier ook handig voor zijn. Zodra de machine zijn werk doet kan er dus niemand bij komen. Als de machine klaar is met zijn bewerking kan het onderdeel verwijderd worden. Een CNC freesmachine is hier een goed voorbeeld van.

Bij de kluitenscheider hoeft er niemand onderdelen of materialen in of uit te halen. De machine kan gewoon afgesloten blijven. De machine draait helemaal uit zich zelf. Daarom is het verstandig om deze machine te voorzien van beschermkappen. Dit is ook de goedkoopste oplossing. Verder moet de kap zo gemaakt worden, dat deze makkelijk te verwijderen zijn, om de machine schoon te maken. Ook onderhoud moet hierdoor makkelijk te doen zijn.

9. Eindconcept

Om een goede keuze te maken voor een concept is er goed vooronderzoek nodig. Dit vooronderzoek is in voorgaande hoofdstukken behandeld. Hier zijn allerlei verschillende systemen te zien. Nu is het belangrijk al de feiten die er zijn naast elkaar te zetten. In dit hoofdstuk is beschreven hoe er tot een keuze is gekomen.

Aanvoer van de aardappelen

Uit hoofdstuk 8.1 word duidelijk waarom de aanvoer met een elevator de voorkeur heeft.

- Deze is vaak al aanwezig in een bestaand lijn;
- De breedte kun je aanpassen aan de machine;
- De aanvoer snelheid kan verhoogd worden waardoor er een betere verdeling komt op de band van de kluitenscheider.

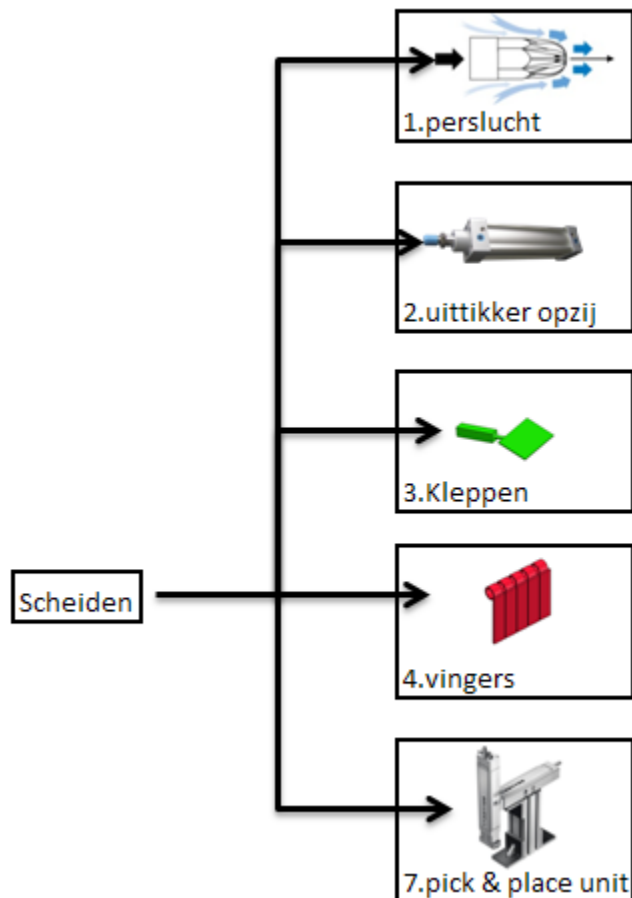
Daarom wordt de elevator gekozen als aanvoer systeem voor de kluitenscheider.



Figuur 9.1:Elevator

Scheiden van kluiten

Voordat we een keuze kunnen maken voor transport van aardappelen, verdelen van aardappelen en herkennen van kluiten moeten we een keuze maken voor het scheiding systeem. Er zijn veel mogelijkheden om kluiten te scheiden van aardappelen.



Figuur 9.2

In dit verslag zijn vijf verschillende opties onderzocht. Hieronder zijn de beste opties van de verschillende systemen in een tabel weergegeven.

Systeem	Aantal rijen/breedte[mm]	Snelheid[m/min]	Capaciteit[ton/uur]	Kluiten per sec.
Perslucht	8/ 1700	20	9	∞
Uittikker opzij	8/ 1700	17,8	8	∞
Kleppen	8/ 800	30	13,6	∞
Vingers	1000	30	10,8	∞
Pick & place unit	1000	30	10,8	4,76

Tabel 9.1: Eind resultaat

Hier zijn duidelijk de verschillen te zien tussen de opties. Elk systeem heeft zijn voor en zijn nadelen. Daarom is hieronder een tabel gemaakt met de voor en de nadelen van al vijf de opties. Dit geeft een extra goed overzicht van de verschillende systemen.

	Voordeel	Nadeel
Perslucht	-De aardappelen worden niet beschadigd; -Het scheiden van heeft geen limiet;	-De snelheid beperking wordt een bottleneck voor de capaciteit; -Het blazen werkt niet altijd optimaal; -Er is een bestaande machine met dit systeem, deze breekt niet door; -De machine wordt breder dan 800mm; -Scheiden van stenen is niet 100%.
Uittikken op zij	-De aardappelen worden niet beschadigd; -Het scheiden van kluiten en stenen is 100%; -Het scheiden heeft geen limiet.	-De snelheidsbeperking wordt een bottleneck voor de capaciteit; -De machine wordt breder dan 800mm.
Kleppen systeem	-Goede scheiding van kluiten en aardappelen; -De breedte van de band is 800mm.; -Het scheiden heeft geen limiet.	-De aardappelen stuiten van de rollenband af; -Systeem kan beschadiging veroorzaakt worden. -Er is al een bestaand systeem, breekt niet door in de markt.
Vingers	-Band breedte van rond de 800mm; -Goede scheiding van de kluiten en aardappelen.	-De aardappelen stuiten bij hun val, blauwe plekken; -De vingers kunnen de aardappelen beschadigen, schaaf plekken; -Er is al een bestaand systeem, breekt niet door in de markt; -Veel bewegende delen.
Pick & place unit	-Flexibel in bewegingen; -Innovatief; -De aardappelen worden niet beschadigd; -Inkoop deel, geen eigen productie.	-Verder onderzoek vereist, omdat het een nieuw concept is; -Beperking in aantal kluiten per sec.

In de voorgaande tabellen is te zien dat het systeem met perslucht en uittikker een beperking hebben in snelheid. Dit komt door hun scheiding systeem. Hierdoor komen deze twee systemen in de problemen met de capaciteit. Met terugkoppeling met het pakket van eisen moet dit 10 ton/uur zijn. Een tweede punt is dat deze systemen vrij breed worden. Om dit op te lossen is verder onderzoek nodig. Als we het kleppen systeem vergelijken met het systeem met de vingers dan is het kleppen systeem eenvoudiger aan te sturen. Uiteindelijk komen het

- kleppen systeem en
- de pick en place unit als beste naar voren.

Daarom zijn voor deze twee systemen een kostenberekening gemaakt.

Eerst is er gekeken naar een indicatie kosten van pick en place unit met afzuigstelsysteem.
In het tweede deel is gekeken naar de indicatie kosten van het kleppen stelsysteem

Pick en place unit	€7500,-
Afzuigstelsysteem	€16500,-
Frame voor assemblage	€2000,-
Transportband voor aardappelen	€3000,-
Totaal pick en place stelsysteem	€29000,-
Ventiel unit/ 8x €400	€3200,-
Kleppen constructie	€2500,-
Rollenband voor aardappelen	€8000,-
Frame voor assemblage	€3000,-
Ontwerpkosten	€7500,-
Totale kosten kleppen stelsysteem	€24200,-

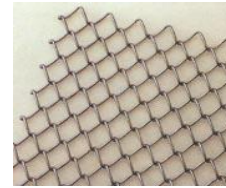
We zien aan de indicatie kosten een verschil van €4800,-. Soms zijn de kosten minder belangrijk dan de werking van de verschillende systemen. In een directie overleg hebben we gekozen voor de pick en place unit met twee afzuigkoppen en een band van 1000mm breed.

- Dit stelsysteem behaalt genoeg capaciteit;
- De machine wordt niet te breed;
- Natuurlijke manier van scheiding;
- De aardappelen vallen niet tijdens de scheiding;
- De aardappelen hebben geen kans om te beschadigd;
- Het is een innovatief concept;
- Het stelsysteem met kleppen bestaat al maar breekt niet door in de markt;
- Lage ontwerp kosten;
- Weinig eigen productie;

Dit zijn de redenen waarom gekozen is voor een pick en place unit als scheidingsstelsysteem. Aan de hand van deze keuzen kunnen er verdere stappen genomen worden voor de andere functies. In de volgende hoofdstukken worden deze functies beschreven.

Transport van aardappelen door de kluitenscheider

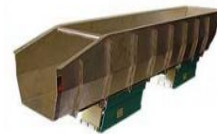
Bij het scheiden is de keuze gevallen op het pick en place systeem. Hieruit volgt de gaasband als transport middel voor de aardappelen. Een gaasband heeft een open profiel. Hierdoor kan er een goed luchtstroom gecreëerd worden bij het afzuigen van de kluiten. Dit open profiel zorgt er voor dat er geen aardappelen mee gezogen worden die rondom de afzuig kop liggen.



Figuur 9.3: Gaasband

Verdelen van aardappelen

Een trilgoot wordt vol gestort met aardappelen. Door het trillen worden de aardappelen goed verdeeld en vallen ze een voor een van de band af. Hierdoor wordt er ruimte tussen de objecten gecreëerd voor het scheiden. Voor het concept wordt er gekozen voor de trilgoot.



Figuur 9.4: Trilgoot

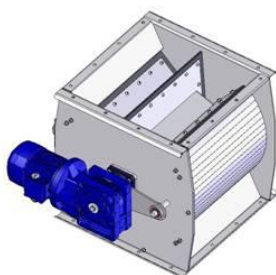
Herkennen van de kluiten

Het onderscheid tussen de aardappel en de kluit wordt gemaakt door een camera. Deze camera is nog in ontwikkeling bij het bedrijf Sapec. Hier wordt onderzoek gedaan naar een camera die geschikt is om onderscheid te maken tussen pootaardappelen en kluiten. Een CCD camera wordt vaak toegepast bij gewassen aardappelen. In de pootaardappelen is deze camera niet nauwkeurig genoeg. Daarom worden er nu testen gedaan met een hyperspectrum camera. Deze camera kan voor een deel door de aardappel heen kijken. Hierdoor is de zekerheid van een goede scheiding vele malen hoger.



Figuur 9.5: Camera

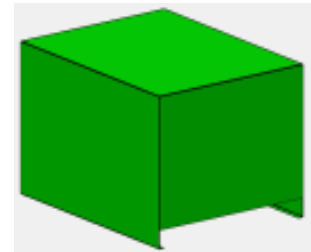
Kluiten afvoer



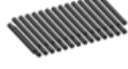
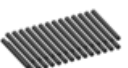
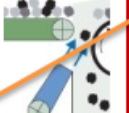
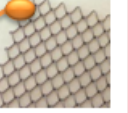
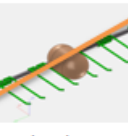
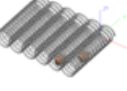
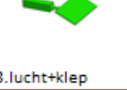
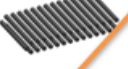
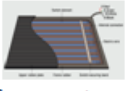
De afvoer van de kluiten wordt gedaan door het afzuigstelsel. De kluiten komen na afzuiging in een vacuüm kamer terecht. Onder deze kamer zit een soort schoepensluis. De schoepensluis zorgt er voor dat de kluiten afgevoerd worden en de vacuüm kamer onder vacuüm blijft. Onder deze sluis staat een kist, nadat de kluiten door de sluis zijn gekomen komen ze in de kist terecht. En zo kunnen de kluiten afgevoerd worden.

Veiligheid

Veiligheid is het laatste onderdeel van deze machine. In hoofdstuk 8.7 is een keuze gemaakt voor beschermkappen. Deze optie is eenvoudig en goedkoop in vergelijking met de andere keuzes. Daarom worden de beschermkappen ook in het concept opgenomen.



Figuur 9.6: Bescherming

Functie		Componenten					
A	Aanvoer						
		1.band	2.rollen	3.elevator			
B	Transport door de scheider						
		1.vlakke band	2.rollen	3.conische rollen	4.lucht	5.gaasband	6.bakjes
C	Verspreiden						
		7.snaren	8.veerband	9.axiaalrollen	10.axiaal+spiraal		
D	Herkennen						
		1.trilgoot	2.trilgoot+scheiding	3. spiraal	4.buis	5.bakjeselevator	6. versnellen
E	Scheiden						
		1.camera	2.gewicht	3.magnetisme			
F	Transport kluiten						
		1.perslucht	2.lucht+uittiker op zij	3.lucht+klep	4.lucht+vingers	5.robot arm	6. 3assige robot
G	Veiligheid						
		7.pick & place unit	8.rollen met aanslag	9.rijen+kantel			
H	Transport kluiten						
		1.band	2.rollen	3.in kist			
I	Veiligheid						
		1.laser gordijn	2.bescherm kappen	3.sensormat			

10. Conclusies en aanbevelingen

10.1 Conclusie

In dit onderzoek is te lezen dat er veel varianten mogelijk zijn om kluiten van aardappelen te scheiden. Veel van deze mogelijkheden zijn omslachtig of werken niet goed door de complexe vormen van aardappelen. Het scheiden van kluiten is een moeilijke materie. In dit onderzoek zijn een aantal mogelijkheden onderzocht. Hieruit blijkt dat het moeilijk is, om zonder prototype van de verschillende systemen, één van deze systemen als beste te beoordelen. Het scheiden met een pick en place unit komt als beste mogelijkheid uit dit onderzoek. Dit is een vernieuwend idee met een natuurlijke scheidingsvorm. Dit systeem is nooit eerder toegepast. De pick en place unit is voorzien van een afzuigstelsel. Zo worden de kluiten eenvoudigweg afgezogen.

Terugkoppelend aan de eisen moet de band breedte 800 mm zijn, deze is in het eindconcept 1000 mm geworden. De capaciteit van 10 ton/uur is ruim te behalen met dit systeem. Dit systeem kan 10,8 ton/uur verwerken, dus het aantal kluiten die gescheiden moeten worden is met dit systeem ook te behalen. De schatting van het aantal kluiten is 1,38kluiten/sec, met dit systeem kunnen er 4,76kluiten/sec scheiden kunnen worden.

10.2 Aanbevelingen

Om verder te gaan met de ontwikkeling van deze kluitenscheider ,dienen de volgende aanbevelingen in acht te worden genomen:

- De aanvoer van de aardappelen is een belangrijke functie, er moet goed bekeken worden in hoeverre een trilgoot voor het verdelen van de aardappelen nodig is.
- Er moeten meer specificaties van de pick en place unit en afzuigstelsel onderzocht worden om van het concept werktekeningen te maken.
- Omdat het een nieuw concept is zal er eerst een prototype gemaakt moeten worden. Hiermee kan de haalbaarheid van dit systeem praktische worden getest.
- Voor er verder aan dit onderzoek gewerkt kan worden moet er meer bekend zijn over de toegepaste camera. Sapec heeft hier nog geen geschikte camera voor ontworpen.
- Als er een kleppensysteem met conische rollen wordt toegepast als concept, moet er rekening worden gehouden met missers (lege ruimtes waar geen aardappel tussen de rollen liggen waardoor en capaciteit verlies optreed).

Literatuur

J.B. Fortuin, F van Herwijnen, P.H.H. leijendeckers, G de Roeck en G.A. Schwippert, 51^e druk, Polytechnisch zakboek, 2006.

S. Raat, Vergelijking optische leesmachines aardappelen, 2010.

N.F.M. Roozenburg, J. Eekel, 2^e druk, Productontwerpen, structuur en methoden, 2003.

Schouten Sorting Equipment B.V., Haalbaarheidstudie kluiten en stenen (onder)scheiden van ongewassen aardappelen.

R. Elling, B. Andeweg, J. de Jong, C. Swankhuisen, 3^e druk, Rapportagetechniek, 2004.

Russell C. Hibbele, 3^e druk, Mechanica voor technici dynamica, 2006.