

Bijlagen

“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

Inhoud

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	39
Bijlage O, Picksysteem	46
Bijlage P, Gesprek Jongejans Luchttechiek.....	47
Bijlage Q, Verschillende opties Pick & place	48
Bijlage R, Test afzuigsysteem.....	49
Bijlage S, Uittikker bandsnelheid	50
Bijlage T, Perslucht bandsnelheid.....	51
Bijlage U, Plan van aanpak	52

Bijlage A, Partij onderzoek

Aan het begin van het ontwerp proces is er goed gekeken naar wat er precies moet gebeuren. Hiervoor hebben we eerst een monster genomen uit een kist met pootaardappelen. Hieronder staat beschreven hoe dit gedaan is.

Monsteren

In deze test is er een monster genomen uit een kist met pootaardappelen, van het soort Ditta (fig. 1). Dit is gedaan bij Poppe landbouw te Nagele. Van dit monster wordt gekeken wat de inhoud is van deze partij. Dit om te zien waar rekening mee gehouden moet worden bij het ontwerpen van de kluitenscheider. Er is gekeken naar gewicht grote en aantal. Hieronder is te lezen wat de uitkomsten zijn.



Figuur 1

Sortering

De aardappelen zijn allemaal op grote gesorteerd. Deze sortering is met de hand uitgevoerd (fig. 2). Hier zijn ook de kluiten geteld. De grote van de kluit is ook erg van belang daarom, zijn deze ook gesorteerd.

Sortering	0/28	28/35	35/50	50+
Aardappelen				
aantal	5	30	63	13
Kluiten				
aantal	7	2	3	0



Figuur 2

Aan deze test kunnen we zien dat we het meest te maken hebben met de maat 35mm tot 50mm. Dit is de hoofdmaat voor pootaardappelen. Het percentage kluiten voor een bruto product is 9,8%. Het percentage kluiten bij de maat 35mm tot 50mm is 4,7%. Als de kluitenscheider voor de leeskamer komt te staan worden de aardappelen eerst nog gesorteerd. Door de voorbewerking van een bunker en sorteermachine worden er nog een aantal kluiten geëlimineerd. Na schatting gaan we er van uit dat er 2-3% kluiten in de hoofdmaat 35mm tot 50mm overblijft. Hier wordt verder mee gerekend.

Aantal kluiten per minuut

Om een goed beeld te krijgen hoe snel de machine moet werken, moet je weten hoeveel kluiten er per minuut gescheiden moeten worden. In het vorige hoofdstuk hebben we gezien dat het aantal kluiten 2-3% is. De machine moet een capaciteit hebben van 10 ton/uur. Met deze gegevens wordt er een berekening gemaakt.

$$2\% = 3333,33 \text{ gram}/\text{min}$$

$$\frac{3333,33}{60} = 55,55 \text{ kluiten}/\text{min}$$

Bij 2% kluiten moeten er 55 kluiten/minuut gescheiden worden.

$$3\% = 5000 \text{ gram}/\text{min}$$

$$\frac{5000}{60} = 83,33 \text{ kluiten}/\text{min}$$

Bij een partij die 3% kluiten bevat zullen er 83 kluiten per minuut gescheiden moeten worden. Dit betekent 1,38 kluiten per seconde. Met deze berekening moet rekening gehouden worden bij verdere concepten.

Gewicht

Het gewicht is een belangrijk gegeven. Met het gewicht kunnen we de capaciteit van de machine bepalen. Deze wordt gegeven in ton per uur. Het monster dat is genomen woog 7,3 kilo (fig. 3). Het aantal aardappelen en kluiten dat in de partij zat is 123.

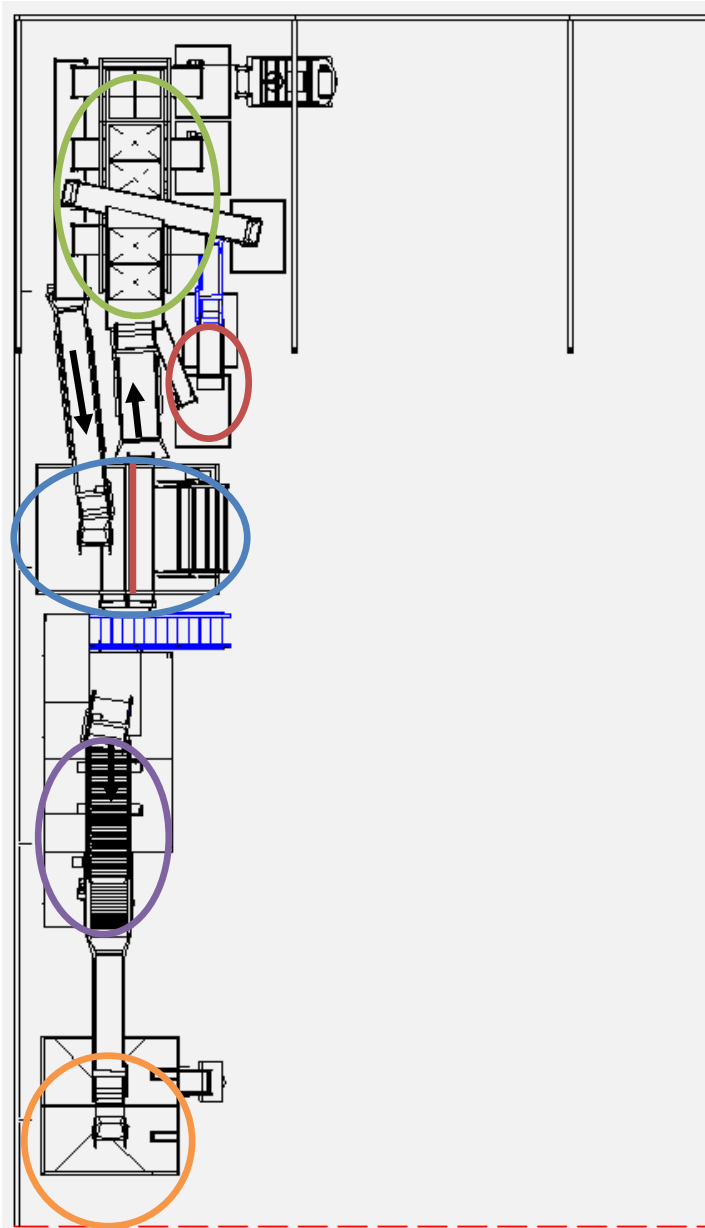
$$\frac{7300 \text{ gram}}{123} = 59,35 \text{ gram} \approx 60 \text{ gram}$$

Het gemiddelde gewicht van deze partij is 60 gram. Dit gewicht is per ras verschillend. Met deze gegevens wordt verder gerekend om de capaciteit van de machine te bepalen.



Figuur 3

Bijlage B, Locatie kluitenscheider



Figuur 4

kisten gevuld worden.

in figuur 4 is een voorbeeld te zien van een sorteerlijn (3D afbeelding volgende pagina figuur 5). Deze sorteerlijn bevat al de gebruikelijke verwerkingsmachines. Een bunker (blauwe cirkel), hier worden de aardappelen in gestort. Een sorteermachine (groene cirkel), hier worden de aardappelen op grote gesorteerd. Een leeskamer (paarse cirkel), hier worden de aardappelen gelezen op kluiten, halve, ziektes enz. Tenslotte een kluitenscheider (rode cirkel), deze maakt een scheiding tussen kluiten en aardappelen. Deze werkt in de maat 28mm tot 35mm.

De bunker bestaat uit twee delen. (gescheiden door een rode streep) Eerst worden de aardappelen in het rechter deel van de bunker gestort. Vervolgens gaan ze over de sorteermachine en worden de aardappelen op de juiste maat gesorteerd. De maat die gelezen moet worden, wordt aan de linkerkant van de lijn terug gevoerd en in het linker deel van de bunker gestort. Vervolgens worden deze aardappelen met een elevator (schuin omhoog gaande transportband) de leeskamer in gebracht. Als laatste komen de gesorteerde aardappelen in een bunker terecht. Met deze laatste bunker (oranje cirkel) kunnen de



Voor de duidelijkheid is hier de zelfde verwerkingslijn afgebeeld. Hier in is aangegeven wat de eerste twee opties zijn voor de kluitenscheider. Hier is meer over te lezen op de volgende pagina.

Figuur 5

Verskillende locaties

In figuur 4 is te zien dat er meerdere sorteringen mogelijk zijn (groene cirkel). De kluitenscheiders worden tot op heden alleen gebruikt voor de ondermaatse sortering, 25 tot 35mm. In de toekomst is de kluitenscheider op verschillende locaties te plaatsen.

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

De kluitenscheider wordt in eerste instantie voor de leeskamer geplaatst. Dit is in figuur 4 net voor de paarse cirkel. Dat zal in een gunstig geval twee man schelen. De kluitenscheider moet dan het gesorteerde product verwerken. Dit heeft als voordeel dat de grote van de objecten redelijk overeen komen. De capaciteit moet dan 10 ton/uur zijn.

Een tweede optie is om de kluitenscheider na de bunker te plaatsen. In figuur 4 is dit net na de blauwe cirkel. In dit geval moet de kluitenscheider het bruto product van kluiten scheiden. De capaciteit zal dan hoger moeten zijn. Namelijk 46,35% hoger uitgaande van de test in bijlage A. 46,35% van het totaal is niet maat 35mm/50mm. Daarom komt deze capaciteit er bij.

Een ander nadeel is dat er nu geen grens zit aan de maatvoering. Alle matvoeringen passeren nu de scheider wat de machine complexer maakt.

De bedrijven die ongesorteerd bruto product leveren aan bijvoorbeeld een patat fabrieken hebben wel een groot voordeel aan deze positie. Deze bedrijven kunnen hun product leveren zonder dat er kluiten in de partij zitten.

De derde optie is om de kluiten scheider bij het in schuren al in de lijn te plaatsen. In schuren gebeurt bij het oogsten van de aardappelen. De aardappelen worden geoogst en vervolgens in een schuur opgeslagen om te drogen. De capaciteit van de kluitenscheider in deze positie moet dan 50 ton/uur zijn. Uitgaande van drie, 16ton kippers per uur. Dit kan ook meer zijn. Verder moet er ook rekening gehouden worden met verschillende maatvoering. Het voordeel is dat er geen droog kosten zijn om de kluiten mee te drogen. Verder is er voordeel bij de opslag, in iedere plaats van een kluit kan een aardappel komen te liggen. Door deze extra kosten besparingen mag het budget van de elektronische kluitenscheider ook een heel stuk hoger zijn.

Bijlage C, Verwerking componenten

A, Aanvoer

Naar deze functie hoeven we niet veel onderzoek te doen. Ook vergt deze componenten weinig uitleg. A1 is een gewone transportband. A2 is een gewone rollenband. Het voordeel bij deze rollenband is dat de aardappelen meteen al worden verdeeld op de rollenband. A3 is een elevator (schuin omhoog gaande band) met meenemers. De voorkeur licht bij de functie aanvoer bij de elevator. Dit omdat deze in bestaande lijnen ook veel wordt toegepast. En de breedte van de band kan makkelijk aangepast worden aan de breedte van de kluitenscheider. Daarom licht de voorkeur bij optie A3 de elevator.



Figuur 6

B, Transport door de scheider

De eerst twee componenten hebben weinig uitleg nodig. De eerste twee componenten zijn een gewone vlakke band en een rollenband. Deze twee componenten hebben zeker een voorkeur omdat dit een eenvoudig toepasbare methode is. De rollenband wordt nu ook gebruikt als leestafel.

B3

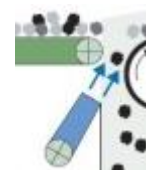
Het derde (B3) component is een conische rollenband (fig. 7). Door de conische vorm worden de aardappelen naar het middel van de rol geleid. Zo komen de aardappelen netjes achter elkaar te liggen. De conische rollen kunnen op verschillende manier worden toegepast. We kunnen de rollen enkel achter elkaar plaatsen om zo rijen te vormen. Een andere toepassing is om over de hele breedte deze rollen toe te passen om meer capaciteit te behalen. Dit principe van positioneren wordt ook al gebruikt in een pootgoed snijder. Verder wordt dit ook toegepast bij de Smart Grader dit is te lezen in bijlage G. dit principe werkt goed en krijgt daarom ook een voorkeur.



Figuur 7

B4

Component B4 werkt doormiddel van lucht. Zoals in figuur 8 is te zien wordt er onder de transportband een grote blaasmond geplaatst. Zodra de aardappelen van de band afvallen worden ze doormiddel van een grote luchtstroom door de machine geleid. Zoals in figuur 8 is te zien vallen de zware objecten naar beneden. Dit is geen realistische component voor de kluitenscheider. Als je bijvoorbeeld een

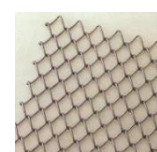


Figuur 8

kleine kluit naast een grote aardappel los laat zal de kluit ophoog gaan en de aardappel naar beneden. Dit proces is erg moeilijk onder controle te houden. Ook de vorm van de kluiten heeft een grote invloed op dit component. Verder kan een aardappel ook behangen zijn met grond, hierdoor wordt de aardappel zwaarder, dit heeft ook veel invloed op dit systeem.

B5

De component B5 is de gaasband. De gaasband is een vlakke transportband met een gaten patroon er in. Het voordeel van een gaasband te opzichte van een dichte band is dat deze band lucht doorlatend is. Hierdoor kan er een blaas of zuigsysteem toegepast worden. verder kan er overtollig grond door de gaten afgevoerd worden.



Figuur 9

dit component krijg een voorkeur.

B6

Component B6 is een bakjes transport. Dit component is te zien in figuur 10. Het idee is om een band te maken, vol met dit soort bakjes. Deze bakjes worden door elektrische magneten omhoog gehouden. Zodra er een kluit gedetecteerd wordt kantelt het bakje naar beneden. Het voordeel is dat bijna heel de breedte van de band gebruikt kan worden. Een groot nadeel is dat het positioneren van de aardappelen in de bakjes erg moeilijk is. Verder kan er bij een storing van de magneten niet gewerkt worden. Alle bakjes zullen dan naar beneden blijven staan. Om dit component toe te passen moet er een speciale ontwikkeling gedaan worden voor deze band. Daarom valt dit component buiten de voorkeur.



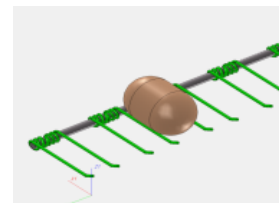
Figuur 10

B7

Component B7 werkt door middel van snaren. Snaren kunnen op veel verschillende manieren worden gebruikt om het transport te realiseren. Dit kan door middel van meerdere snaren op een rij of door het principe van een snaren pootmachine. Dit idee werkt goed bij het poten van aardappelen hierdoor valt dit component binnen de voorkeur.

B8

B8 is een component met een soort veren band. Deze band bestaat uit allemaal torsieveren, één zo'n rij is te zien in figuur 11. Als de kluit nu een stoot van boven krijgt, zullen de torsieveren naar beneden veren en de kluit wordt verwijderd.



Figuur 11

Het voordeel is dat de breedte van de hele band benut wordt. Verder is het een eenvoudige manier van transport. Het nadeel is alleen dat het positioneren van de aardappelen bij dit systeem moeilijk is. Het kan makkelijk gebeuren dat de aardappel of kluit op een middelstang komt te liggen. Hierdoor kan het zijn dat er een foute sortering wordt gedaan. Dit component krijgt hierdoor geen voorkeur.

B9 & B10

Component B9 en B10 zijn twee componenten met axiaal rollen. Axiaal rollen zijn afgebeeld in figuur 12. Alle rollen draaien één richting op. De aardappelen moeten achter elkaar de machine in komen. Vervolgens komen ze op de rollen terecht. Deze axiaal rollen draaien rustig rond. De aardappelen verplaatsen zich doordat de rollen onder een hoek zijn geplaatst. Zo komen ze mooi achter elkaar te liggen. Dit component is verder onderzocht. Er is een test gedaan van dit component. Uit de test blijkt dat dit component niet goed werkt. Dit is te lezen in bijlage D. Daarom vallen deze componenten buiten de voorkeuze.



Figuur 12

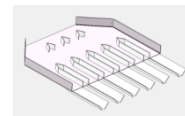
C, Verspreiden

C 1

Component C1 is een grote trilogoot. Deze trilogoot loopt vol met aardappelen. Zodra hij vol licht vallen er stuk voor stuk een paar aardappelen uit. Deze belanden op een band. Zo komen de aardappelen verdeeld op een band te liggen. Dit is een simpel maar goed functionerend idee. Dit component behoort tot de voorkeur.

C2

C2 lijkt veel op het vorige component. Het enige verschil is dat deze trilgoot is voorzien van scheidingsschotten (fig.13). Hierdoor komen de aardappelen in lijn achter elkaar te liggen. Voordeel van deze methode is dat je geen last hebt van complexe vormen of maten. Verder kan het in rijen positioneren op deze manier goed werken en kunnen de aardappelen ook in de breedte verspreid worden. Dit systeem wordt vaker toegepast. Dit component valt daarom ook binnen de voorkeur.



Figuur 13

C3 & C4

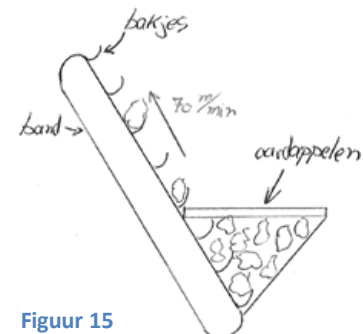
Het idee van de spiralen valt al snel buiten de voorkeur. Als we kijken naar de complexe vormen van aardappelen en kluiten zien we de problemen al komen. De aardappelen en kluiten gaan makkelijk tussen de spiralen klem zitten (fig.14). Een ander punt is de aandrijving van de spiralen. Dit moet ook op een aparte manier gebeuren. Verder is het invoeren van de aardappelen alleen al een probleem. Hier moet een apart systeem voor bedacht worden. Bij de component buis (C4) is dit het zelfde geval. De aardappelen en vooral de kluiten zijn niet altijd mooi rond. Hierdoor zullen ze soms mee gaan met de draai richting. Zo ontstaan er dubbele aardappelen of kluiten naast elkaar. Zo is het idee van positioneren mislukt. Deze twee componenten vallen hierdoor buiten de voorkeur.



Figuur 14

C5

C5 is een component met een bakjes elevator. Deze is te zien in figuur 15. De bakjes elevator is een band met bakjes er aan. De aardappelen komen binnen in een bak. Deze bak ligt vol met aardappelen. Op de band zitten bakjes die steeds één aardappel mee neemt. Zo worden de aardappelen verenigd en uit elkaar verspreid. Dit principe wordt ook al toegepast bij pootmachines. Hier werkt dit component goed. Daarom valt dit component ook binnen de voorkeur.



Figuur 15

C6

Component C6 is een component met twee banden. De eerste band draait langzaam en de tweede band draait snel. Dit symbool is te zien in figuur 16. Op de eerste band liggen de aardappelen tegen elkaar aan. Door het snelheid verschil worden de aardappelen uit elkaar getrokken. Zo ontstaat er ruimte tussen de aardappelen. Op deze manier wordt de verspreiding gerealiseerd. Dit component valt binnen de voorkeur.



Figuur 16

D, Herkennen

D1

Het herkennen van de kluit gebeurt in het eerste component met een camera. Met een camera kunnen veel objecten onderscheiden worden. Dit component heeft ook zeker een voorkeur en is het uitgangspunt voor het concept.

D2

D2 is een component met gewicht meting. Het idee is om ieder object apart te meten. Dit is in dit geval geen goede optie. Hierdoor zal het verenkelen van de aardappel optimaal moeten zijn. Dit is erg moeilijk te realiseren. Verder zal de capaciteit erg naar beneden gaan als ieder aardappel apart gemeten moet worden. Dit idee valt hierdoor buiten de voorkeur.

D3

Component D3 is een component die gebruik maakt van magnetisme. Silicium is één van de basis bestanddelen van grond. Een grote magneet onder een transportband maakt het silicium in de kluit licht magnetisch (fig.17). Vervolgens herkent een sensor



Figuur 17

de kluit door zijn magnetisme. Hierdoor kan een kluit herkend worden. Bij onze machine zal dit niet gemakkelijk gaan. Pootaardappelen kunnen behangen zijn met grond. Hierdoor zal hij de aardappel ook als kluit detecteren. Dit component valt hierdoor buiten de voorkeur.

E, Scheiden

E1

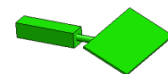
Het eerste idee van de deelfunctie scheiden is door middel van perslucht. Dit kun je op vele manieren toepassen. De perslucht moet de kluit tussen de aardappelen weg blazen. Met deze methode wordt de kluit van de aardappel gescheiden. Met dit idee worden de aardappelen niet gestoord. En kluiten worden met hoge druk verwijderd. Dit idee valt binnen de voorkeur.

E2

Component E2 is een pneumatische cilinder met stoot kop. Met dit component stoot hij de kluiten tussen de aardappelen weg. Als de aardappelen in een rij achter elkaar liggen is dit een goede toepassing. Daarom valt dit ook binnen de voorkeur.

E3

Dit component werkt met kleppen. In figuur 18 is één zo'n klep afgebeeld. Het idee is om meerder kleppen naast elkaar te plaatsen aan het einde van een rollenband. Deze kleppen worden bestuurd door pneumatische cilinders. Als



Figuur 18

er nu een kluit van de band valt, zal de klep open gaan en de kluit afvoeren. Vervolgens gaat hij snel weer dicht en komt er weer een aardappel. Deze zal op de dichte klep vallen en zo weer verder gaan het verwerking proces in. Dit component valt binnen de voorkeur.

E4

Component E4 is bijna het zelfde als E3. Dit systeem werkt met vingers. Deze zijn te zien in figuur 19. Over de hele breedte van de band zijn deze vingers geplaatst. Voor dit systeem is het niet nodig de aardappelen in lijn aan te voeren. Deze kunnen gewoon over een band verdeeld worden. Als de aardappelen van de band afvallen worden de kluiten en met vingers uit getikt. Dit component valt ook binnen de voorkeur.



Figuur 19

E5 & E6 & E7

Bij component E5 t/m E7 is het de bedoeling een robot te gebruiken. Deze moet de kluiten tussen de aardappelen weg pakken. Deze robots zijn erg variabel in het positioneren. Deze drie robots vallen allemaal binnen de voorkeur.

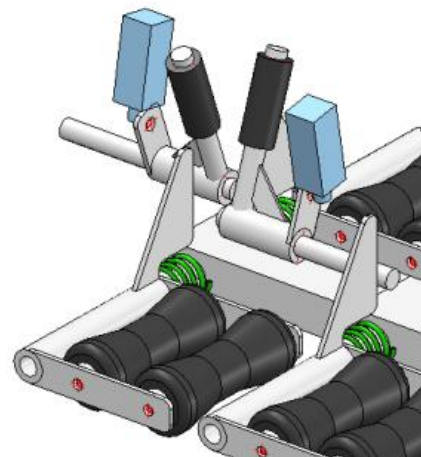
E8

E8 is een ingewikkeld component. Deze heeft wat meer uitleg nodig dan de andere componenten. In figuur 20 is dit component wat groter afgebeeld.

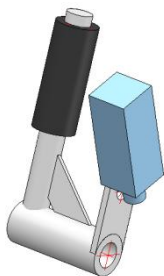
De aardappelen moeten in rijen achter elkaar aangevoerd worden en komen zo op de zwarte rollen terecht. Als er een kluit op de band ligt gaat het pneumatische cilindertje (blauw) uit. Aan deze cilinder is een aanslag verbonden. Deze aanslag is te zien in figuur 21. Deze aanslag zit op een vast punt vast aan de machine.

De rollen daarentegen zijn verbonden aan een ketting. Deze nemen de rollen met daar op de aardappelen mee door de machine. Zodra er een aanslag naar beneden gaat wordt het plaatje van het bewegende deel geraakt.

Hierdoor zal het bewegende deel kantelen en de kluit



Figuur 20



Figuur 21

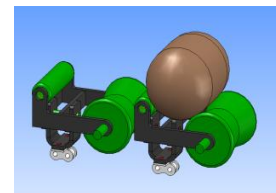
verwijderen uit de sortering. vervolgens zal hij door de veer (groen) weer terug gaan in zijn begin positie.

Op deze wijze kan er een scheiding plaats vinden.

het nadeel van dit component is dat het erg complex is er zijn veel draaiende delen. Hierdoor wordt de machine een stuk gevoeliger. Verder is de kant op storingen ook hoger. Een ander punt is de kosten. De kosten van zo'n speciale band zijn ook hoog. Dit omdat er veel handwerk aan te pas komt om dit te realiseren. Dit component valt daarom buiten de voorkeur.

E9

Component E9 werkt met enkele rijen. Het principe is afgebeeld in figuur 22. De aardappelen moeten achterelkaar de machine in komen. Vervolgens belanden ze op speciale kettingen met rollen. Deze zijn zo gemaakt dat elke kluit apart uit de rij gekanteld kan worden. Het nadeel van dit systeem is dat het ook een erg complexe ketting wordt. Hierin zitten ook weer veel draaiende en kantelende onderdelen. Dit maakt het systeem duur en gevoelig. Dit component heeft daarom niet de voorkeur.



Figuur 22

F, Transport kluiten

F1

Component F1 is het idee om de kluiten af te voeren met een gewone transportband. Op deze manier kunnen de gescheiden kluiten gemakkelijk naar de juiste plaats getransporteerd worden. Dit is meestal een kluiten kist. Dit component heeft een voorkeur.

F2

Component F2 is een afvoer van de kluiten middels een rollenband. Dit kan met een rollenband maar is wel overbodig. Deze optie valt buiten de voorkeur.

F3

Bij dit component vallen de kluitendirect na scheiding in een kist. Dit zal een optimale optie zijn omdat er dan geen tussen transport nodig is. Deze optie valt dan ook zeker binnen de voorkeur.

G, Veiligheid

G1

In dit component is het idee om een soort laser of licht scherm om de machine te plaatsen. Op deze manier kan er niemand in de buurt van de machine komen. De machine zal dan meteen uit vallen. deze optie is wat overdreven voor dit type machine in vergelijking met veiligheid kappen. daarom krijgt deze optie geen voorkeur.

G2

Component G2 is een idee met beschermkappen. Door beschermkappen toe te passen is het niet mogelijk handen of dergelijke in de machine te steken. Hierdoor is de machine veilig met een simpele oplossing. Hierdoor krijgt dit component een voorkeur.

G3

Het derde en laatste idee is om veiligheid te realiseren door middel van een soort sensor mat. Deze mat ligt rondom de machine. Zodra er iemand in de buurt van de machine komt en op de mat stapt, slaat de machine uit. Deze optie is ook in vergelijking tot de beschermkappen niet handig. Daarom krijgt deze optie ook geen voorkeur.

Bijlage D, Test axiaal rollen

In deze test is er een rollenband onder een hoek van 20 graden opgesteld om component B9 & B10 te testen (fig. 23). Op deze schuine rollenband worden aardappelen en kluiten gelegd. Zo simuleren we de axiaal rollen. In deze opstelling kan duidelijk bekeken worden hoe de aardappelen en de kluiten zich gedragen op de axiaal rollen. In de test is gebleken dat de kleine aardappelen naar beneden rollen. De grote aardappelen daarentegen blijven bijna op de zelfde lijn liggen deze zaken te langzaam naar beneden. Van de test is ook een film opname gemaakt om de resultaten duidelijk te maken aan anderen. Dit is het bestand 'Axiaalrol.mp4'. Nu kunnen we de rollen minder schuin zetten en een spiraal toepassen maar dit zal ook niet werken door de verschillende vormen en grote van aardappelen en kluiten.



Figuur 23

Bijlage E, Capaciteit berekening

B1, vlakke band

Om 10 ton per uur te kunnen verwerken met een vlakke band moeten er een paar gegevens aangenomen worden. Om scheidingsysteem toe te passen moeten de aardappelen verdeeld over de band liggen. Hierdoor kan het scheidingsysteem de kluiten scheiden zonder de aardappelen te beschadigen. Naar schatting liggen er 12 aardappelen over de breedte van 800 bij 150mm. We gaan uit van een breedte van 800 omdat een rollenleestafel ook 800mm breed is. Het gemiddeld gewicht van een aardappel is 60 gram. Met deze gegevens wordt een berekening gemaakt.

$$150 \times 800 = 12 \text{ aardappelen}$$

$$12 \times 60 \text{ gram} = 720 \text{ gram}$$

$$0,15M = 720 \text{ gram}$$

$$1M = 4800 \text{ gram}$$

$$\frac{10.000.000 \text{ gram/uur}}{4800 \text{ gram}} = 2083,33 \text{ meter/uur}$$

$$\frac{2083,33 \text{ m/uur}}{60} = 34,7 \text{ meter/min}$$

Met een snelheid van 30 tot 35 m/min zal 10 ton per uur gehaald kunnen worden. Dit is een grove schatting. Om dit zeker te weten moet er een prototype gemaakt worden van het systeem met een vlakke band. Hierbij moeten dan de aardappelen goed verdeeld zijn over de band. Hierdoor zal scheidingssysteem makkelijker de scheiding kunnen realiseren. Deze snelheid kan gemakkelijk naar

beneden worden gehaald door een bredere band toe te passen. Hieronder is een berekening gemaakt. Hier is te zien wat de snelheid moet zijn bij een band breedte van 1 meter.

$$\begin{aligned} 150 \times 1000 &= 15 \text{ aardappelen} \\ 15 \times 60 &= 900 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0,15 \text{ meter} &= 900 \text{ gram} \\ 1 \text{ meter} &= 6000 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{10.000.000 \text{ gram/uur}}{6000 \text{ gram}} &= 1666,67 \text{ meter/uur} \\ \frac{1666,67 \text{ meter/uur}}{60} &= 27,78 \text{ meter/min} \end{aligned}$$

In deze berekening is te zien dat bij een bredere band de snelheid aanzienlijk kan zakken. Hierdoor is er meer tijd voor het scheiding systeem, deze heeft meer tijd om de kluiten te scheiden.

B2, rollen

Voor het berekenen van een rollen band (fig. 24) zijn er bepaalde factoren die niet zeker zijn. Zo zijn er een paar gegevens die geschat worden. We gaan uit van een band breedte van 800mm. Met deze breedte wordt geschat dat er 9 aardappelen/kluiten op de band kunnen liggen. Dit is geschat door een film van een rollenleestafel te bekijken. Hierin is te zien hoeveel aardappelen er over de rollenleestafel komen. De afstand van de rollen bij een rollen band is 63,5mm.



Figuur 24

$$9 \times 60 = 540 \text{ gram}$$

$$0,0635 \text{ m} = 540 \text{ gram}$$

$$1 \text{ meter} = 8505 \text{ gram}$$

$$\frac{10.000.000 \text{ gram/uur}}{8505 \text{ gram}} = 1175 \text{ meter/uur}$$

$$\frac{1175}{60} = 19,58 \text{ meter/min}$$

Na schatting is berekend dat de band snelheid van een rollen band 20 m/min moet zijn om de capaciteit van 10 ton te kunnen halen.

B3, conische rollen

Er is een berekening gemaakt voor de conische gevormde rollen, met een hoek van 15° (fig. 25). Tussen elke rol ligt één aardappel. Er wordt rekening gehouden met zes rijen. Voor de afstand tussen de rollen wordt 63,5mm aangehouden. Dit omdat dit de gebruikelijke afstand is bij een normale rollen leesband. Zo kunnen we de gebruikelijke ketting gebruiken. Hieronder is de berekening te zien.



Figuur 25

$$\begin{aligned} 0,0635\text{meter} &= 360 \text{ gram (bij 6 rijen)} \\ 1\text{meter} &= 5670\text{gram} \end{aligned}$$

$$\frac{10.000.000 \text{ gram} / \text{uur}}{5670\text{gram}} = 1763,67 \text{ meter} / \text{uur}$$

$$\frac{1763,67 \text{ meter} / \text{uur}}{60} = 29,4 \text{ meter} / \text{min}$$

Zoals is te zien in de berekening moet er met een snelheid van minimaal 30m/min gewerkt worden. Met deze snelheid zal de 10ton behaald kunnen worden.

Verderop in het verslag komt het ook voor dat er geen zes maar acht rijen worden gebruikt, zonder afvoer goten er tussen. Daarom is hiervoor ook een berekening gemaakt. Deze band is 800mm breed.

$$\begin{aligned} 0,0635\text{m} &= 480 \text{ gram (bij 8 rijen)} \\ 1\text{m} &= 7559\text{gram} \end{aligned}$$

$$\frac{10.000.000\text{gram}}{7559} = 1322,97 \text{ gram} / \text{uur}$$

$$\frac{1322,97}{60} = 22 \text{ m} / \text{min}$$

Hier is te zien dat met een snelheid van 22m/min de vereiste 10 ton/uur behaald kan worden.

B4, snaren

Voor de snaren is er ook een berekening gemaakt. Dit component kun je op veel manieren toepassen. Wij passen hem toe als twee snaren waar een aardappel over getransporteerd word. Wij passen zes van deze sporen toe. De aardappelen komen in de lengte achterelkaar te liggen. De lengte van een aardappel is 75mm. Hier wordt mee gerekend. Het gewicht is 60 gram gemiddeld. De capaciteit van de kluitenscheider moet 10 ton/uur zijn. Hieronder is een berekening gemaakt voor de snelheid.

$$\begin{aligned} 0,075\text{meter} &= 360\text{gram (bij 6 rijen)} \\ 1\text{meter} &= 4800\text{gram} \end{aligned}$$

$$\frac{10.000.000 \text{ gram/uur}}{4800 \text{ gram}} = 2083,33 \text{ meter/uur}$$

$$\frac{2083,33 \text{ meter/uur}}{60} = 34,7 \text{ meter/min}$$

Zoals in de berekening is te zien is er een snelheid van 34,7m/min nodig om een capaciteit te behalen van 10 ton/uur.

Bijlage E1, Bakjeselevator

Ook voor de bakjeselevator is een capaciteit berekening gemaakt. Door deze berekening is te zien of dit component geschikt is of niet. Bij het berekenen is er rekening gehouden met zes rijen. Verder is er een ruimte van 150mm gehouden tussen de bakjes. Deze ruimte is nodig om de volgende aardappel weer in het bakje te krijgen. Hieronder is de berekening te zien.

$$\begin{aligned} 0,15 \text{ meter} &= 360 \text{ gram (bij 6 rijen)} \\ 1 \text{ meter} &= 2400 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\frac{10.000.000 \text{ gram/uur}}{2400 \text{ gram}} = 4166,67 \text{ gram/uur}$$

$$\frac{4166,67}{60} = 69,44 \text{ meter/min}$$

Uit de berekening blijkt dat de snelheid erg hoog moet zijn, namelijk 70m/min. Deze snelheid moet hij hebben om de capaciteit van 10 ton/uur te behalen. Deze snelheid is voor een bakjeselevator veel te hoog. Hierdoor zal hij de aardappelen niet goed kunnen transporteren. Een ander bijkomend probleem is dat hij de aardappelen beschadigt.

Een pootmachine (figuur 26) rijdt met 4km/h over een akker. Elke 25cm moet er een aardappel komen te liggen. De afstand tussen de bakjes, bij de elevator, is 150mm. Hieronder is te zien hoe hard de elevator moet draaien om dit te behalen.

$$66,67 \text{ m/min} = 266,67 \text{ aardappelen/min}$$

$$266,67 \text{ aardappelen/min} \cdot 0,15 = 40 \text{ m/min}$$



Figuur 26

De bakjes elevator draait op de pootmachine draait 40m/min.

Bijlage F, Persluchtpistool onderzoek

Perslucht test



Figuur 27

In deze test wordt er op verschillende manieren met perslucht tegen aardappelen en kluiten gespoten. In deze test leggen we de aardappel op twee rollen (fig. 27). Vervolgens zullen er verschillende testen gedaan worden. Er wordt getest met perslucht van onder, perslucht van beide zijanten. Aan het gedrag van de aardappel en kluit is te zien of perslucht geschikt is om mee te scheiden.

Het resultaat van deze test is gefilmd. Om zo de resultaten duidelijk over te brengen aan anderen. In de eerste test wordt er met perslucht van de zijkant geblazen. Dit geeft een goed resultaat: grote en kleine aardappelen blazen gemakkelijk van de rol af. Vervolgens is de zelfde test gedaan met een kluit. Dit

gaf iets minder goede resultaten. De vorm van de kluit is bepalend voor het afblazen van de kluit. Als er een puntige vorm naar de blaas kop staat is het moeilijker de kluit te verplaatsen. Dit zelfde probleem heb je ook in de andere situaties. Daarom zal een ander soort blaas test wellicht beter resultaat geven. Om dit zeker te weten moet er een nieuwe test gedaan worden met een andere blaas kop. Dit perslucht pistool levert 280L/min. Er is naar schatting minimaal het dubbele nodig om een kluit goed weg te blazen. Dit omdat er veel verlies optreedt doordat veel lucht zich om het object leid.



Figuur 28

Perslucht test 2

Na de eerste test met perslucht bleken de resultaten nog niet optimaal te zijn. De tweede test gebeurde met een speciale blaas kop. De zogeheten Super nozzle. Deze heeft een betere verdeling van de lucht. Door deze verdeling wordt er meer kracht geleverd door perslucht. Dit speciale blaaskopje is te zien in figuur 29.



Figuur 29



Figuur 30

Met dit blaaskopje doen we de zelfde test als de eerste. We spannen twee rollen op een tafel en blazen vervolgens van verschillende kanten tegen de kluit (fig. 30). Het resultaat is beter dan de eerste test. De kluiten worden redelijk goed van de rol afgeblazen.

Verder is er getest of er bij het blazen in een val ook verandering van richting geeft. Dit resultaat is minimaal. Bij de grote kluiten is het resultaat van afblazen minder goed. Er is niet getest met stenen. Naar schatting zal het resultaat voor het afblazen bij stenen minder zijn. Van deze test is ook film materiaal gemaakt. Hierin zijn de resultaten duidelijk te zien.

Compressor mogelijkheid

Zal de super nozzel als beste naar voren komen, dan moet er gekeken worden of de lucht aanvoer niet te extreem wordt. Hier is een berekening voor gemaakt. We gaan uit van een blaas tijd van 0,3seconden. De nozzle levert 622 L/min. We rekenen op 83 kluiten per min. Hieronder is een berekening te zien.

$$622 \text{ L/min} = 10,37 \text{ L/sec}$$

$$10,37 \text{ L/sec} \cdot 0,3 \text{ sec} = 3,11 \text{ L (per kluit)}$$

$$3,11 \times 83 \text{ kluiten/min} = 258,13 \text{ L/min}$$

Zoals te zien is hebben we voor dit systeem minimaal 258,13 l/min nodig. Hier onder staat een link naar een geschikte compressor voor dit systeem. Deze compressor kan 450 L/min leveren. Dit is zeker voldoende voor dit systeem.



Figuur 31

<http://www.airpress.nl/product.asp?ObjectID=9&taal=1&HoofdstukID=1&SubcatID=1&ProductID=26>

Deze compressor heeft een vermogen van 2,2KW. Op een dag van 8uur moet er 123902,4 liter geleverd worden.

$$258,13 \cdot 60 \cdot 8 = 123902,4 \text{ liter}$$

$$\frac{123902,4}{216000} \cdot 100 = 57,36\%$$

De compressor moet 57,36% van die 8uur in bedrijf zijn, dit is 4,6 uur.

$$E = P \times T$$

$$E = 2,2Kw \times 4,6uur = 10,12KWh$$

De prijs per KWh bij NUON is €0,2145.

$$€0,2145 \times 10,12 = €2,17$$

Per dag zal de compressor €2,17 kosten aan lucht levering.

Bijlage G, Variantenstudie

Spoelmachine

Er zijn al veel technieken gebruikt om kluiten van aardappelen te scheiden. Het scheiden van kluiten heeft veel succes bij consumptie aardappelen. Hier gebeurt dit veel met grote water bakken, spoelmachines (fig. 32). Dit systeem wordt door meerdere leveranciers geleverd, onder andere door Steenvoorden machines B.V. Bij dit systeem komen de aardappelen binnen op een spijlenband. Vervolgens komen ze in een waterbak terecht. In deze waterbak blijven de aardappelen drijven en de kluiten zakken naar de bodem. Door de waterstroom drijven de aardappelen door naar de volgende spijlenband. Via deze band vervolgen de aardappelen het verwerkingsproces. De kluiten worden onder in de waterbak afgevoerd naar een grond kist. Dit systeem kan niet gebruikt worden voor pootaardappelen. Pootaardappelen mogen absoluut niet met vocht in aanraking komen. Hierdoor is de verspreiding van ziekte sterk aanwezig. Dit systeem is wel geschikt op consumptie aardappelen. Hierdoor zijn de aardappelen meteen gewassen en gaan ze verder de verwerkingslijn door.



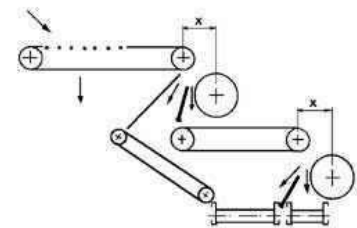
Figuur 32

Kluitenscheider met rol



Figuur 34

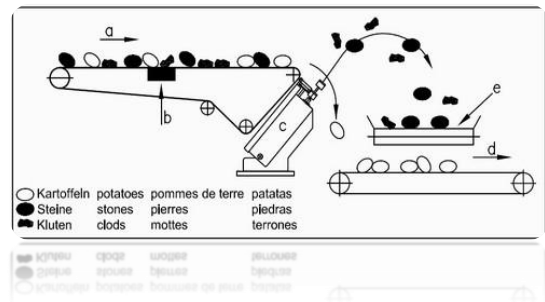
De kluitenscheiders die tot op heden veel toegepast worden, bij ongewassen pootaardappelen, zijn de kluitenscheiders met stalen rol. Deze kluitenscheider wordt door veel leveranciers geleverd. Schouten maakt zelf ook dit type kluitenscheider. Deze is te zien in figuur 34. In figuur 33 is een dubbel werkende kluitenscheider afgebeeld. De werking van deze kluitenscheiders is simpel. Door middel van een aanvoerband komen de aardappelen op een draaiende stalen rol terecht. Een kluit valt dood op deze rol en valt in de eerste kist, een aardappel stuitert op deze stalen rol en beland in de tweede kist. Deze kluitenscheider wordt veel toegepast bij de maat onder de 35mm. Het resultaat van het scheiden is niet optimaal. Hij gooit veel kluiten en aardappelen door elkaar heen. Dus de aardappelen meerdere malen over deze machine laten gaan is geen optie.



Figuur 33

Separator 2172

De Separator 2172 wordt geveerd door Samro. Deze machine komt al in de buurt van een kluitenscheider voor in de pootaardappelen industrie. De kluiten worden over een vlakke band aangevoerd. Bij b in figuur 35 zit een magneet. Deze magneet maakt de silicium in de kluiten ligt magnetisch. Zodra de kluiten aan het eind van de band zijn ziet een sensor of er een magnetische object langs komt. Als dit het geval is zal bij c in figuur 35 de uittikker hun werk doen. Hier worden de kluiten en stenen uit de sortering geschoten. Het nadeel is dat met deze uittickers de kans op beschadiging vrij groot is. Verder kan de sensor bij een aardappel die behangen is met grond ook al een signaal afgeven. Hierdoor krijg je een verkeerde sortering. Verder moeten het een goed droge partij zijn anders zal dit niet goed gaan met het magnetiseren.



Figuur 35

Compac

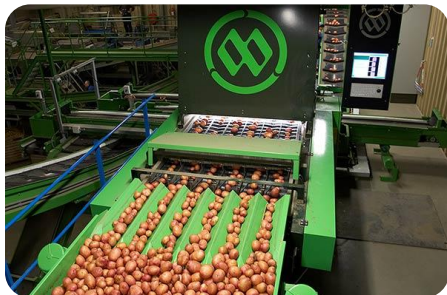
Compac is leverancier van verschillende sorteermachines en inpakmachines. De sorteermachines die Compac levert zijn voor gewassen aardappelen. Deze machines sorteren op gewicht, kwaliteit, kleur, vorm en grote. Het is niet beschreven wat voor camera's er worden gebruikt bij deze machine. In de beschrijving staat wel dat het oppervlak van het object wordt bekeken dus waarschijnlijk wordt er een line scan CCD (Charge Coupled Device) camera gebruikt. Bij deze machines worden de aardappelen eerst verenkelde. Vervolgens komen de aardappelen op een verenkelde band terecht. Daarna komen ze draaien onder een camera door. Deze camera scant de aardappelen (fig. 36). Vervolgens worden de aardappelen boven de goede band om gekanteld. Hierdoor komen ze op een band terecht met een bepaald sorteerkwaliteit. Met dit systeem heeft deze machine veel sorteermogelijkheden. Dit is in het kort het systeem van Compac.



Figuur 36

Het nadeel van dit systeem is dat deze machine erg gevoelig is. Dit komt door zijn speciaal transport systeem. De band heeft een speciaal kantel systeem voor elk afzonderlijk bakje. Dit kanten moet ook boven elke sorteringband mogelijk zijn. Een ander nadeel is dat deze machine is ontworpen voor gewassen aardappelen. Daarom is het nog onbekend of dit systeem ook werkt voor ongewassen aardappelen. De camera die wordt gebruikt kijkt naar het oppervlak daarom zal deze machine voor ongewassen aardappelen minder geschikt zijn. Verder is er een systeem nodig voor het verenkelde van de aardappelen ook weer een systeem nodig. Dit maakt de machine vrij lang. De bedoeling is om de machine zo compact mogelijk te maken zo dat hij binnen de productie lijn gezet kan worden.

Smart Grader

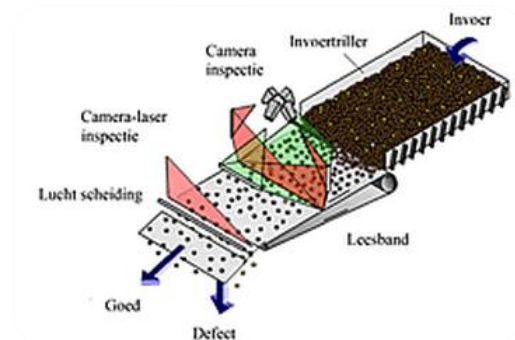


Figuur 37

De Smart Grader is een sorteermachine van Miedema(fig. 37). Deze sorteermachine heeft de mogelijkheid om op vorm, diameter of kwaliteit te sorteren. De camera die bij deze machine wordt gebruikt is een kleuren CCD camera. Het systeem van deze machine werkt met kleppen. Eerst worden de aardappelen in lijn achter elkaar gelegd. Vervolgens komen ze draaien onder een camera door. Deze scant de aardappelen. Daarna vallen de aardappelen van de rollen af en bepalen de kleppen waar de aardappelen belanden. Deze sorteermachine heeft een drie weg sortering. Deze machine is erg duur. Volgens een artikel uit het blad de boerderij kost de Smart Grader met een drie weg sortering rond de €235.000,-. Verder is deze machine ook ontworpen voor gewassen aardappelen. Deze machine heeft een capaciteit van 10 ton per uur. Dit is ook het streven van onze machine.

Focus

De Focus is een machine die geleverd wordt door Concept Engineers. Deze sorteermachine is gespecialiseerd in het sorteren van aardappelen met gebreken. Deze gebreken kan hij herkennen door zijn CCD camera. Het scheiden gebeurt met pneumatiek. Deze machine heeft een twee weg sortering. De aardappelen worden ingevoerd met een invoer trilplaat (fig. 38). Vervolgens komen de aardappelen verdeeld op een brede band terecht. Deze band draait met een redelijke snelheid. Daarna komt het product onder de camera door. De aardappelen vervolgen hun weg en komen in het verlengde van de band een scheidingsschot tegen. Tussen dit schot en de band zit een opening. Boven deze opening bevindt zich een uitblaas unit. Deze blaast de slechte aardappelen en kluiten uit de sortering. De goede aardappelen worden opgevangen door het scheidingsschot en worden verder verwerkt. Het nadeel is dat als de aardappelen niet mooi verdeel zijn over de band het uitblazen ook minder goed werkt. Een ander punt is dat er ook een mogelijkheid is dat de zwaardere aardappelen of kluiten het scheidingsschot raakt. Hierdoor heb je meer kans op beschadigingen.



Figuur 38

Wectorscan

De Wectorscan is een sorteermachine die geleverd wordt door Isojoen Laitevalmiste Oy. de scheiding bij deze machine werkt door middel van perslucht (fig. 39). Deze machine is voorzien van een kleuren camera. Hierdoor kan onderscheid worden gemaakt in schurft, groene aardappelen en kluiten. De camera kan ook op grote sorteren. De werking van deze machine is eenvoudig. De aardappelen komen binnen en vallen op een rollenbaan. Deze is in twee rijen verdeeld. Daarboven hangt een kleuren camera. Tussen de twee rijen rollen is een perslucht kanaal geplaatst. Hiermee worden de aardappelen met perslucht uit de sortering geblazen. Deze machine heeft een capaciteit van 9 ton/uur bij zes rijen. Met dit systeem kunnen verschillende sorteringen gemaakt worden. Bijvoorbeeld een sortering op kluiten, maat 0/35, maat 35/50 en maat 50+. De machine is ontworpen voor gewassen of geschilde aardappelen. Hierdoor zijn de aardappelen glad en kunnen ze makkelijk van de rollen af geblazen worden. Ongewassen aardappelen zijn een stuk minder glad. Hierdoor gaat het verwijderen met perslucht minder goed. Verder wordt de machine erg breed door de scheiding tussen de rollen.



Figuur 39

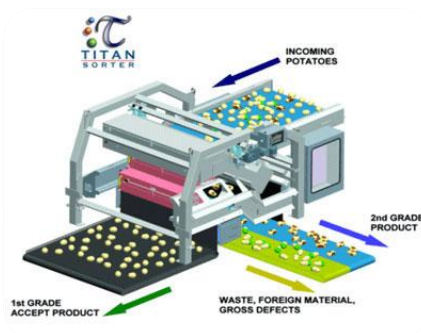
Auto-sort

De Auto-sort is een machine ontworpen door Herbert Engineering B.V. dit bedrijf is gespecialiseerd in verschillende machines in de aardappel industrie, waaronder de aardappel sorteermachine (fig. 40). Deze wordt uitgevoerd met 3 kleuren CCD camera's. De Auto-sort kan op verschillende kwaliteiten sorteren. Zo kan deze machine goed lezen op rotten en ziekten maar hij kan ook op grote sorteren. Uit de gegevens die te vinden zijn op internet blijkt deze machine een capaciteit te hebben van 10 ton/uur bij een breedte van 650mm. Dit betekent een capaciteit van 12 ton/uur bij een breedte van 800mm. De Auto-sort heeft een drie weg sortering. hiermee kan bijvoorbeeld een sortering van kleine, rotte en goede aardappelen gesorteerd worden. De aardappelen komen binnen op een zogeheten triltafel. Vervolgens komen ze op een rollenbaan terecht. Hier komen de aardappelen draaiend onder de camera door. Vervolgens vallen de aardappelen van de rollenbaan af en worden ze in de val met vingers op het goede bandje getikt. Er zijn twee rijen met deze uit tik vingers. Hiermee kan er dus een drie weg sortering mogelijk gemaakt worden.



Figuur 40

Titan Sorter



Figuur 41

De vingers tikken de aardappelen op de goede band.

Deze machine wordt op verschillende producten toegepast. Ze worden gebruikt in de verwerking van wortelen, tomaten, uien, spruiten maar ook in de verwerking van ongewassen aardappelen. Deze machine kan 10 ton per uur verwerken. Dit is ook het streven voor onze nieuwe machine.

Tabel 1

NAAM	TYPE SCHEIDING	CAMERA/HERKENNING
Spoelmachine	Bezinken in water	N.v.t.
Rollenscheider	Stalen rol	N.v.t.
Separartor 2172	Uit tikken	Magnetisme
Compac	Kantel mechanisme	Onbekend
Smart Grader	Kleppen	CCD camera
Focus	Perslucht	CCD camera
Wectorscan	Perslucht	CCD camera
Auto-sort	Uit tik vingers	CCD camera
Titan sorter	Uit tik vingers	CCD camera, NIR led

Alternatievesystemen

Spruiten schoningsmachine

Met spruiten schonen wordt bedoeld, het bijsnijden van de voetjes en het verwijderen van het losse blad. Met deze machine worden de spruiten pan klaar gemaakt. Tumoba is een leverancier uit Barendrecht die deze machine levert. Deze machine maakt gebruik van een kleuren CCD camera. Deze camera kijkt naar de kleuren van de spruiten en maakt hier een grafiek van. Als deze niet aan de eisen voldoet wordt de spruit aan het eind van de band weg geblazen. Het moment van blazen wordt bepaald door de camera in combinatie met de rollenband. Zodra er geen afkeur is wordt de spruit bewerkt en is deze pan klaar. Hoe de scheiding exact plaats vind is niet bekend. Wel wordt er gesproken over verenkelen. Het verwijderen van de spruit met gebreken werkt in dit geval goed. Dit omdat een spruit vrij ligt is. Een aardappel of kluit is een stuk zwaarder, toch werkt dit systeem na onderzoek ook goed voor aardappelen. De Wectorscan is hier een voorbeeld van.



Figuur 42

Plantuinen kluitenscheider



Figuur 43

Het bedrijf Staring B.V. is een bedrijf gericht op de beton industrie. Daarnaast bouwt het bedrijf ook kleine machines in de agrarische sector. Deze kluitenscheider is daar één van. De kluitenscheider wordt gebruikt in de plantuinen. De scheiding wordt gecreëerd door de combinatie van trilling en lucht stroom. De trilling zorgt voor een transport van de kluiten naar de hoge zijde van de machine, de luchtstroom zorgt er voor dat de plantuinen naar de lage zijde van de machine worden geblazen. Met de schuinite en de luchtstroom van de machine kun je de gevoeligheid instellen. Waarschijnlijk werkt dit systeem niet voor de aardappel industrie. Het verschil in gewicht en vorm ligt te dicht bij elkaar om een scheiding te vormen op deze manier. Toch is het verstandig om deze ideeën langs te lopen. Er zal bijvoorbeeld wel een combinatie van verschillende systemen mogelijk zijn.

Pomtel sorteermachine



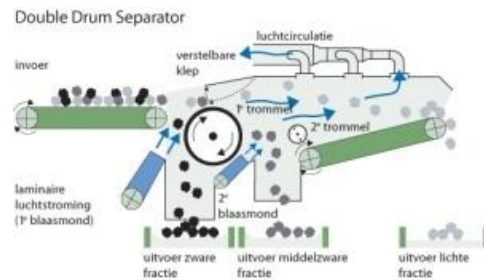
Figuur 44

De pomtel sorteermachine is een machine die werkt in de vaste planten. Deze machine werkt met perslucht. Deze machine maakt het mogelijk 12 medewerkers individueel aan te sturen. Dit komt doordat de machine bijhoudt hoeveel planten elke medewerker verwerkt en bij welke sorteergrote deze terecht komt. Zo kan dus goed bekeken worden hoe iedereen te werk gaat. De planten worden aangevoerd op een band. Hier liggen de planten met hun wortels in elkaar verward. De planten worden uit elkaar gescheiden en netjes gemaakt door de 12 medewerkers. De planten worden vervolgens in bakjes gegooid. Doormiddel van deze bakjes is de capaciteit te berekenen van de medewerker. De planten komen na het bakje op een band terecht. Die transporteert de planten naar de sorteermachine. boven de band hangt een camera.

Deze scant hoe groot de plant is. Vervolgens berekend de computer, aan de hand van de band snelheid, wanneer de plant uit de sortering geblazen moet worden. er zijn meerdere sorteringen mogelijk. Het blazen gebeurt simpelweg door perslucht aan de ene zijde van de band. Vervolgens komen de planten aan de andere zijde van de band in een kist terecht. De capaciteit van deze machine voor vaste-planten is niet te vergelijken met de capaciteit die nodig is voor de nieuwe kluitenscheider. We kunnen er wel weer van leren. Het systeem van het afblazen van de planten is ook een optie voor de kluiten scheider. Wel moet de constructie dan anders zijn.

Double drum separator

De double drum separator wordt gebruikt in de afval verwerking. Met deze machine wordt de afval gescheiden door lucht. In figuur 45 is te zien hoe deze machine werkt. De afval komt aan op een invoerband. Vervolgens wordt er met hoge druk aan het einde van de band geblazen. De zware objecten vallen naar beneden, de lichtere objecten worden door de eerste



Figuur 45

trommel opgevangen. Vervolgens komen de objecten boven de tweede blaasmond. Deze tweede blaasmond is minder krachtig dan de eerste. Hier vindt de tweede scheiding plaats. De middel zware objecten vallen naar beneden en de lichtere objecten komen op een band terecht. Zo wordt er een scheiding gecreëerd met het gewicht van een object. Dit zou kunnen werken bij een kluitenscheider. Een kluiten en een steen zijn zwaarder dan een aardappel. Het nadeel is dat de vorm ook veel invloed heeft op dit systeem. Hierdoor zal de scheiding niet voor 100% zeker zijn.

OptiServe 1700

Optiserve is leverancier van verschillende sorteermachines. De Optiserve 1700 is daar één van. Deze sorteermachines kunnen diverse aardappel producten verwerken. Een aantal voorbeelden zijn krielt aardappelen, aardappel schijfjes, chips, en patat. Het scheiden van de objecten gebeurt met perslucht. De objecten komen aan op een vlakke band. De camera scant de objecten op afwijkingen. Vervolgens wordt het verkeerde object met perslucht uit de sortering geblazen. Zo is er een twee weg sortering gecreëerd. Deze machine heeft de zelfde werking als de Focus.



Figuur 46

Bijlage H, Bezoek aandrijfbeurs

Er is een beurs bezoek afgelegd door Gerrit. Het doel van dit bezoek was om meer te weten te komen over robot techniek. Verder was de bedoeling om meer technische oplossingen te vinden met betrekking op het kluiten scheiden. Er is veel te zien en te horen op de beurs. Zo is er een gesprek geweest met een bedrijf dat robots levert in verschillende soorten en maten. In dit gesprek kwam naar voren dat deze robots nog niet eerder in de aardappelen industrie gebruikt zijn. Een grijp of zuig systeem voor kluiten of aardappels is ook nog niet op de markt. Het realiseren van deze grippers is volgens dit bedrijf erg moeilijk omdat de vorm en de grote nooit gelijk is.

Een andere robot leverancier waar ik mee gesproken heb is J.P. Stam van Rolan robotics. Dit bedrijf levert naast robot ook grippers en dergelijke. Hij vertelde dat hij nooit eerder een robot heeft geleverd die in de aardappelen industrie gebruikt werd. Volgens hem is de mogelijkheid er wel. De grippers die nu in ontwikkeling zijn kunnen grote en kleine producten oppakken. Verder hebben zij ook al grippers die groenten kan oppakken, zoals gevoelige paprika's en andere soorten groenten. Deze nieuwe grippers zijn wel erg duur. Nu is de vraag hoe het transport van de aardappelen gaat plaats vinden. Aan de hand hiervan kan J.P. Stam uitspraken doen wat een geschikte gripper zou kunnen zijn.

Verder is er een gesprek geweest met Ing. Geert-Jan van Winkel van KML. Dit bedrijf levert pick en place units in alle soorten. Deze pick en place unit werken door magneten. Je moet het zien als een rechtlijnige electro motor. Deze machines zijn een stuk goedkoper dan een 3 as robot. De kosten van zo'n robot liggen rond de €6.000, - tot €8.000, - in vergelijking met €40.000, - tot €50.000, - voor een 3 as robot. De snelheid van deze pick en place unit zal misschien wat lager liggen. Dit moet nog wel bekeken worden als we met dit idee verdergaan.

In het project wordt ook gekeken of er een mogelijkheid is om de scheiding van kluiten te realiseren met perslucht. Hiervoor heeft Gerrit een gesprek gehad met het bedrijf Spraybest. Dit is een leverancier van verschillende perslucht systemen. Hij heeft al eerder een blaasmond geleverd die in de aardappelen industrie moest gaan werken. Dit was de super blaasmond type 1122. Dit is een breed mondstuk waar veel lucht door geperst wordt. Dit mondstuk is erg krachtig. Met deze super nozzle zijn testen gedaan.

Bijlage I, Gesprek Rolan-robotics

Om meer informatie te genereren over robots is er een afspraak gemaakt met J.P. Stam van Rolan-robotics. Deze man heeft Gerrit al eerder gesproken op de beurs in Utrecht. Hij vertelde dat er zeker mogelijkheden zijn om een robot toe te passen voor deze kluiten scheider. Zodoende is er een afspraak gemaakt met J.P. Stam. Deze afspraak is gehouden bij het bedrijf Schouten Sorting Equipment B.V. . In deze bespreking kwamen verschillende punten naar voren.

Het type robot dat we kunnen gebruiken is nog niet helemaal duidelijk. Dit ligt nog aan het transport van de band en de uitscheiding techniek. Het type dat is te zien in figuur 47 is wel een aanrader.

Het uittikken van de kluit kan ook op verschillende manieren. Dit is mogelijk met een klem systeem. Dit brengt wel een risico met zich mee. Er is kans dat de kluit kapot gaat en verspreid wordt over de band. Er is ook een idee om een zuigkop toe te passen. Dit systeem moet nog wel onderzocht worden. Over de capaciteit kon J.P. Stam nog niet helemaal zeker zijn. De machine kan ongeveer 100 slagen per minuut doen. Nu is de vraag hoe zwaar het systeem wordt dat de kluiten scheid. Dit systeem komt aan de robot te hangen. Aan de hand van dit gegeven kan J.P. Stam aangeven hoeveel langzamer de robot gaat werken. Als er een zuigsysteem toegepast wordt moet er een vlakke band worden gebruikt. En zullen de aardappelen eerst verdeeld moeten worden over de band.

De robots die Rolan levert kunnen aangepast worden aan de omgeving. Dus stof zal voor de robot geen probleem zijn.

De robots zijn zeker nauwkeurig genoeg voor het scheiden van kluiten. De robots kunnen op de 0,1mm nauwkeurig positioneren.

De kosten van een robot zijn rond de €30.000 tot €35.000 euro. Dit is inclusief de kosten van een software pakket. De kosten van een grijp of zuigsysteem zijn hier nog niet bij in gerekend.



Figuur 47

Bijlage J, Telefoongesprek VSE B.V.

Voor een van de concepten is een idee bedacht om een robot te gebruiken die kluiten kan scheiden. Dit is een idee waar schouten zelf weinig informatie over heeft. Hiervoor zijn verschillende leveranciers verzameld. Uit deze verzameling is gekozen om VSE B.V. te bellen om informatie in te zamelen omtrent het scheiden van aardappelen en kluiten. VSE B.V. is gekozen omdat zij een uitgebreide website hebben waar duidelijk is te zien wat zij precies doen. Zij hebben een breed aanbod op het gebied van robotisering. En hebben een goede kijk op wat de mogelijkheden zijn voor het kluiten scheiden.

In het gesprek kwam naar boven dat het bedrijf wel informatie kan verzorgen op dit gebied. De robot Siways Spider(3 assige robot) kwam naar voren als een geschikte robot voor dit werk. Deze robot kan zeventig kluiten per minuut uit de aardappelen scheiden. De kosten van deze robot liggen rond de €40.000, - tot €50.000, -. Hier moet dan nog een grijp systeem bij komen. Deze kost snel 15-35 duizend euro.

Bijlage K, Gesprek KML Linear Motion

Op de aandrijfbeurs in Utrecht heeft Gerrit contact gehad met G.J. van Winkel van KML.

KML Linear Motion is gespecialiseerd in pick en place techniek. In dit gesprek kwamen veel goede ideeën naar boven omtrent het kluiten scheiden. Na dit gesprek heeft Gerrit een afspraak gemaakt met G.J. van Winkel.

De afspraak is gemaakt bij Schouten Sorting Equipment. G.J. van Winkel is bij schouten langs gekomen. Hij had veel informatie over hun product. De pick en place unit kan op verschillende manieren aangestuurd worden. Dit kan doormiddel van een getande band, schroef aandrijving en magneet aandrijving. Voor de toepassing op de kluitenscheider is de magneet aandrijving de beste oplossing volgens G.J. van Winkel. Dit is de snelste manier van verplaatsen. De naam van



Figuur 48

deze pick en place unit is LMS E²(fig.48). Een bijkomend voordeel is dat deze pick en place unit geen draaiende delen heeft. Hierdoor is deze machine minder gevoelig voor stof en dergelijke. Verder zal er een hoes over de geleiding heen komen om het geheel nog beter te beschermen.

De LMS E² werkt als een rechtlijnige elektromotor. De rails waarover de pick en place unit beweegt zit vol met magneten. De pick en place unit zelf is de uitgeklapte motor. Als er spanning op de pick en place unit komt beweegt hij over de rails. Het principe werkt net als een magneet trein.

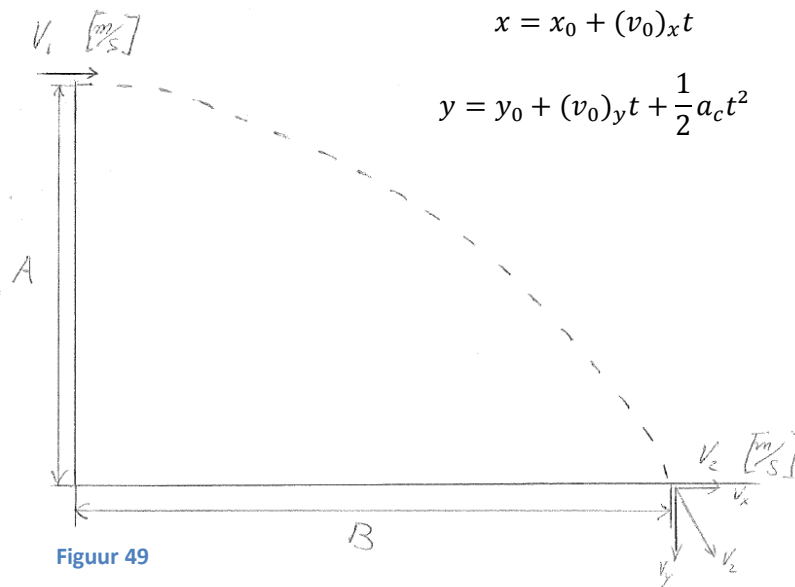
De LMS E² is goed voor ongeveer 60 slagen per minuut. Dit houdt in dat, als er met een klem systeem wordt gewerkt, er 60 kluiten per minuut gescheiden kunnen worden. Als er met een zuigsysteem wordt gewerkt zal de pick en place unit meer dan 60 kluiten per minuut kunnen scheiden.

De LMS E² kan op verschillende manieren worden toegepast. In figuur 45 zie je de basis unit. De unit die wij gaan gebruiken moet nog ontworpen worden. Dit is een belangrijk ontwerp omdat dit de capaciteit van de machine bepaald. Het kan zijn dat deze pick en place unit een x en y as krijgt voor het positioneren. Er is ook een mogelijkheid dat er twee units op één rail komen.

De kosten van deze gehele unit zijn een stuk lager dan die van een robot. Er moet rekening gehouden worden met €3.000,- per meter. Verder komt er per extra motorunit deel €2.000,- . Als we alles globaal op een rijtje zetten komen we uit op €10.000,- . Hier zit geen softwarepakket bij. De pick en place unit moet coördinaten door krijgen om zijn streef locatie te bepalen. Deze moeten via de camera binnen komen.

Bijlage L, Berekening kleppen systeem

Om meer feiten te verzamelen is hier onder een berekening gemaakt voor het kleppen systeem. Hierin is een simulatie gegeven van het gedrag van een aardappel en kluit. De val hoogte is hier 0,1m. De volgende vergelijking is gebruikt voor deze berekening:



$$v_1 = 22 \text{ m/min} = 0,36 \text{ m/s}$$

$$A = 0,1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} v_{x(t)} &= 0,36 \text{ [m/s]} & \rightarrow & x = 0,36 \text{ m/s} \\ v_{y(t)} &= 0 - 9,81 \cdot t \text{ [m/s]} & \rightarrow & y = 0,1 - \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Op de klep:

$$y = 0 = 0,1 - \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2$$

Met de ABC-formule kan t opgelost worden:

$$\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a} \rightarrow a = -4,905; b = 0; c = 0,1$$

$$t = 0,143 \text{ sec}$$

$$\begin{aligned} v_{x(0,143)} &= 0,36 \text{ m/s} \\ v_{y(0,143)} &= 0 - 9,81 \cdot 0,143 = -1,4 \text{ m/s} \end{aligned}$$

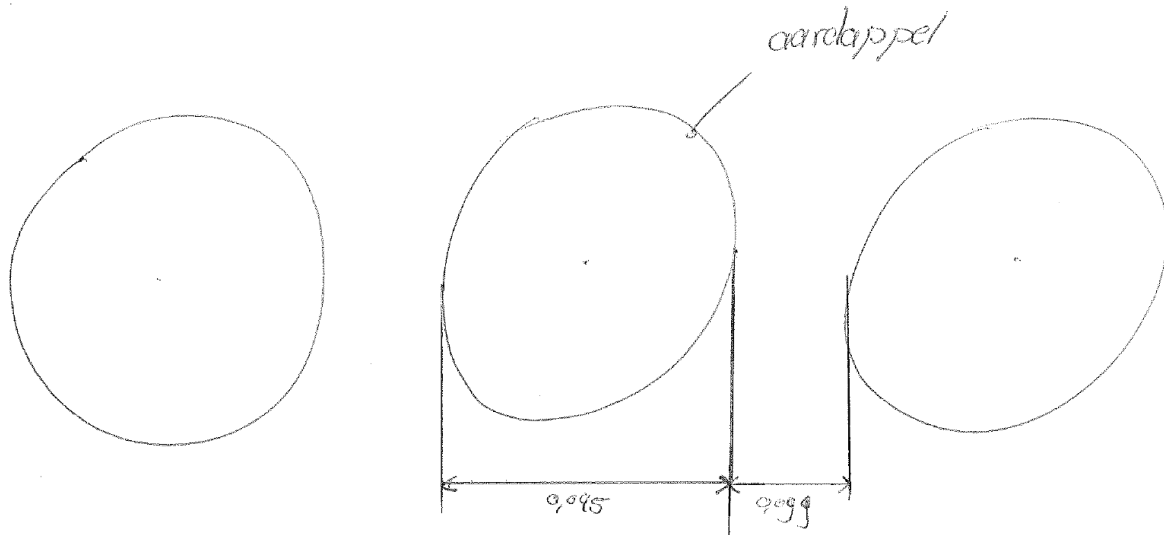
$$v_2 = \sqrt{0,36^2 + 1,4^2} = 1,44 \text{ m/s}$$

Op de rollen band liggen de aardappelen tegen elkaar aan. We rekenen in deze berekening met een aardappel met een diameter van 45mm.

Met een snelheid van 0,45m/s kunnen we deze situatie stellen:

$$0,45m = 10 \text{ aardappelen/sec met } 0mm \text{ tussenruimte}$$

$$1,44m = 10 \text{ aardappelen/sec met } 99mm \text{ tussenruimte}$$



Figuur 50

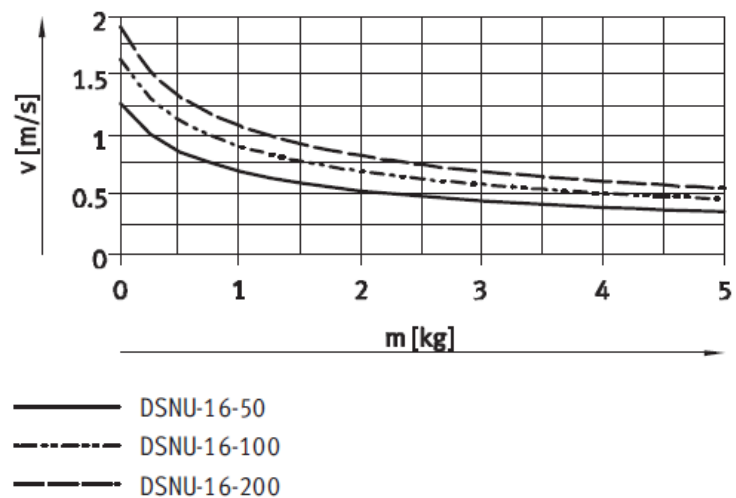
$$1,44m = 1sec$$

$$0,099m = 0,069sec$$

In figuur 50 is de situatie te zien bij de klep. Tussen de objecten is een ruimte van 99mm. In deze ruimte moet het klepje open zijn. Dit moet dan in 0,069sec gebeuren.

Deze snelheden hebben we vergeleken met de cilinders van festo. Als we voor een uitsteek lengte van de cilinder 40mm aannemen dan moet dit in 0,069sec gebeuren. De snelheid van 0,58m/s is dan vereist.

In figuur 51 is een grafiek te zien. $M[kg]$ is het gewicht dat de cilinder moet drukken. We nemen aan dat de klep voor onze constructie lager ligt dan 500gram. In de grafiek is nu te zien dat een snelheid van 0,58m/s behaald kan worden.



Figuur 51

Bij een versnelling van de band van 22m/min naar een maximum van 30m/min kan er meer capaciteit worden behaald. Daarom is hier een berekening gemaakt hoeveel capaciteit er gehaald kan worden met deze snelheid.

$$v_1 = 30 \text{ m/min} = 0,5 \text{ m/s}$$

De berekening is gelijk aan voorgaande berekening, uiteindelijk komen we op een eindsnelheid van:

$$v_{x(0,143)} = 0,5 \text{ m/min}$$

$$v_{y(0,143)} = 0 - 9,81 \cdot 0,143 = -1,4 \text{ m/s}$$

$$v_2 = \sqrt{0,5^2 + 1,4^2} = 1,49 \text{ m/s}$$

Hieruit volgt er een ruimte tussen de aardappelen van:

$$0,5 \text{ m} = 11,11 \text{ aardappelen/sec} \rightarrow 0 \text{ mm tussenruimte}$$

$$1,49 \text{ m} = 11,11 \text{ aardappelen/sec} \rightarrow 89,1 \text{ mm tussenruimte}$$

De ruimte tussen de aardappelen is 89,1mm. Aan de hand hiervan kan de snelheid van de klep worden bepaald.

$$1,49 \text{ m} = 1 \text{ sec}$$

$$0,0891 \text{ m} = 0,06 \text{ sec}$$

Hier kun je zien dat de klep 0,06sec heeft om uit te gaan. Als de cilinder nu 40mm uit moet gestuurd worden en hij heeft er 0,06sec tijd voor, dan moet de snelheid 0,67m/s zijn. Deze snelheid is goed te behalen. Dit is te zien in de grafiek van figuur 51.

Met deze snelheid ontstaat er deze situatie:

$$0,0635 \text{ m} = 480 \text{ gram}(8 \text{ rijen})$$

$$1 \text{ m} = 7559 \text{ gram}$$

$$0,5 \text{ m/s} \cdot 7559 \text{ gram/sec} = 13606,2 \text{ kilo/uur}$$

In deze situatie kunnen we een over capaciteit creëren.

De overcapaciteit is:

$$100\% - \frac{10000}{13606} \cdot 100\% = 26,5\%$$

Het is ook een optie om 2 extra rijen toe te passen. Hieronder is te zien wat er in deze situatie gebeurt bij een product snelheid van 22 tot 30 m/min:

$$0,0635 \text{ m} = 600(10 \text{ rijen})$$

$$1 \text{ m} = 9448,82 \text{ gram}$$

$$0,37 \text{ m/s} \cdot 9448,82 \text{ gram/sec} = 12585,8 \text{ kilo/uur}$$

$$0,5 \text{ m/s} \cdot 9448,82 \text{ gram/sec} = 17007 \text{ kilo/uur}$$

Over capaciteit van beide opties:

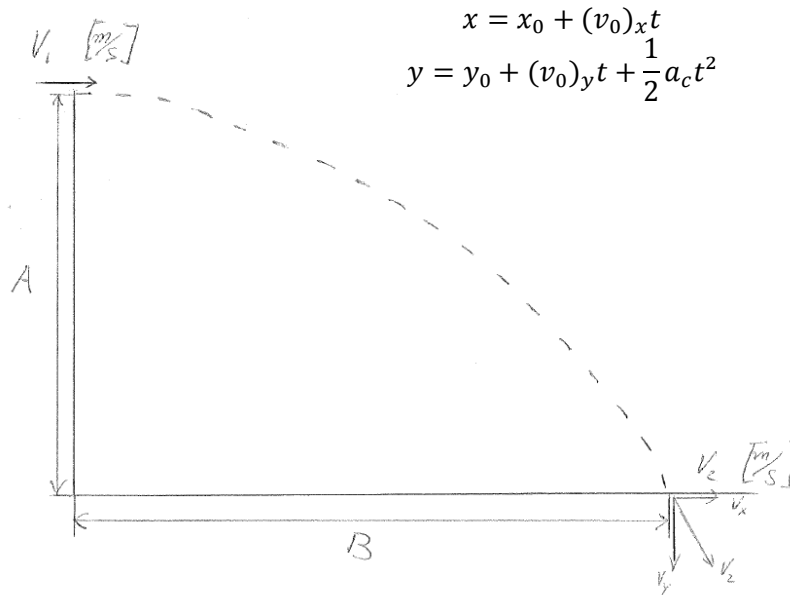
$$100\% - \frac{10000}{12585,8} \cdot 100\% = 20\%$$

$$100\% - \frac{10000}{17007} \cdot 100\% = 41,2\%$$

In deze berekeningen is te zien dat bij 10rijen en 22m/min, er 20% overcapaciteit is.
Bij 10 rijen en 30m/min is er 41,2% overcapaciteit.

Bijlage M, Berekening vingersysteem

Om te kijken wat de mogelijkheden zijn van het systeem met de vingers is hieronder een berekening gemaakt. We gaan uit van een valhoogte van 0,1m voor de scheiding.



Figuur 52

$$v_1 = 34,7 \text{ m/min} = 0,58 \text{ m/s}$$

$$A = 0,1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} v_{x(t)} &= 0,58 \text{ [m/s]} & \rightarrow & \quad x = 0,58 \text{ m/s} \\ v_{y(t)} &= 0 - 9,81 \cdot t \text{ [m/s]} & \rightarrow & \quad y = 0,1 - \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Bij de vingers:

$$y = 0 = 0,1 - \frac{1}{2} \cdot 9,81 \cdot t^2$$

Met de ABC-formule kan t opgelost worden:

$$\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a} \rightarrow a = -4,905; b = 0; c = 0,1$$

$$t = 0,143 \text{ sec}$$

$$\begin{aligned} v_{x(0,143)} &= 0,85 \text{ m/s} \\ v_{y(0,143)} &= 0 - 9,81 \cdot 0,143 = -1,4 \text{ m/s} \end{aligned}$$

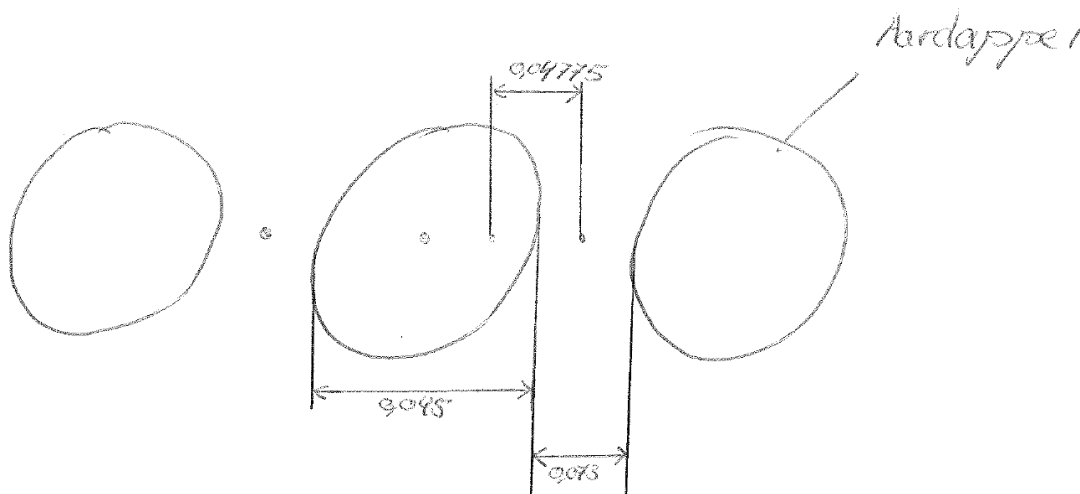
$$v_2 = \sqrt{0,85^2 + 1,4^2} = 1,52 \text{ m/s}$$

Uit de berekening komt naar voren dat de snelheid van de objecten bij de vingers 1,52m/s is. Nu is de vraag hoe snel moet een pneumatisch cilindertje zijn om de kluit er uit te tikken. Dan moeten we eerst weten wat de afstand tussen de objecten is vervolgens kunnen we daarmee de tijd en de snelheid berekenen die nodig is om de kluit te scheiden. We gaan uit van aardappelen van 45mm bij deze berekening.

Met een snelheid van 0,58m/s kunnen wij stellen:

$$0,58m = 12,89 \text{ aardappelen/sec} \rightarrow 0mm \text{ tussenruimte}$$

$$1,52m = 12,89 \text{ aardappelen/sec} \rightarrow 73mm \text{ tussenruimte}$$



Figuur 53

$$1,52m = 1 \text{ sec}$$

$$0,04775m = 0,031 \text{ sec}$$

$$0,0955m = 0,06 \text{ sec}$$

Als je de vingers nu boven de aardappelen denkt moet hij de kluiten dus naar beneden tikken. Als het eindpunt van zo'n vinger zich nu exact tussen twee aardappelen bevindt moet hij actief worden. Hij moet dan op een kwart van het object uit staan. De afstand die hij dan heeft is 0,04775m. uit de berekening is te zien dat hij daar 0,031 sec voor heeft.

We gaan er van uit dat de cilinder 20mm uit moet gaan om de kluit te scheiden.

$$0,031sec = 20mm$$

$$1 \text{ sec} = 645mm \rightarrow 0,645 \text{ m/s}$$

Uit de berekening komt dat de cilinder een snelheid moet hebben van 0,645m/s deze snelheid is mogelijk. De maat van B (fig. 52) is:

$$0,58 \text{ m/s} \cdot 0,143sec = B = 0,083m$$

Bij een bandbreedte 800mm en een snelheid van 34m/min is bekend dat de 10 ton/uur behaald kan worden(bijlage E). Nu is er een berekening gemaakt wat de capaciteit zal zijn bij een snelheid van 30m/min en een band breedte van 1000mm.

$$150mm \cdot 1000mm = 15 \text{ aardappelen}$$

$$0,15m = 900gram$$

$$1m = 6000gram$$

$$6000gram \cdot 30 \text{ }^m/min = 10800 \text{ kilo/uur}$$

Om te vergelijken is er ook een berekening gemaakt met de zelfde snelheid maar dan met een breedte van 800mm.

$$150mm \cdot 800mm = 12 \text{ aardappelen}$$

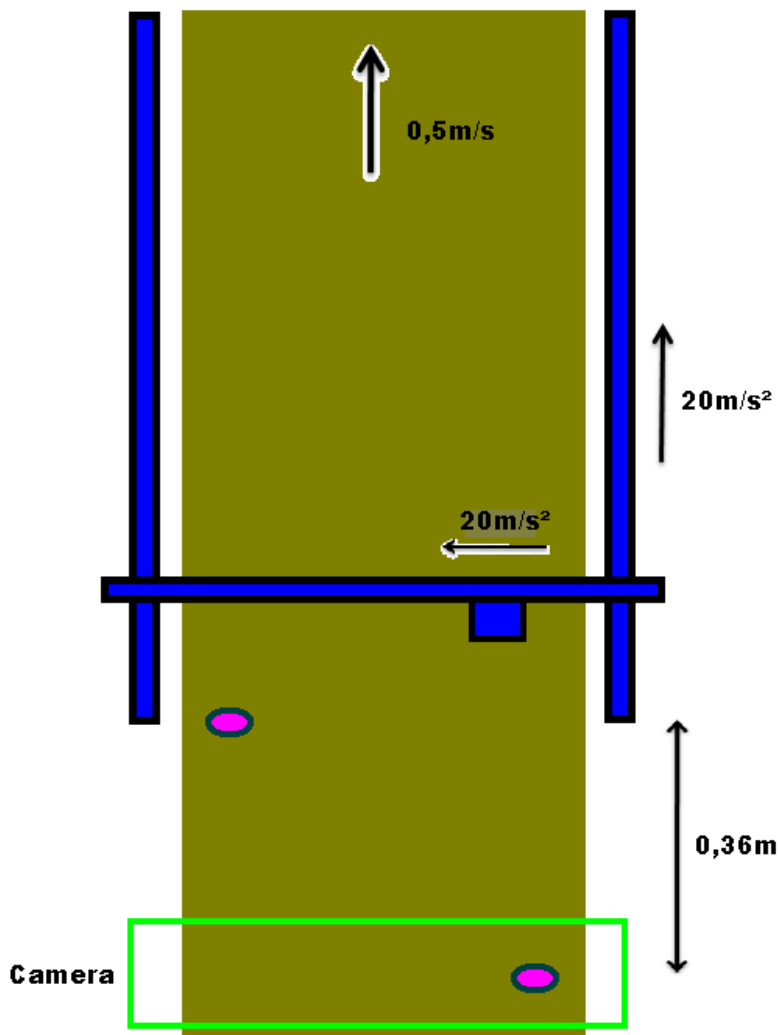
$$0,15m = 720gram$$

$$1m = 4800gram$$

$$4800gram \cdot 30 \text{ }^m/min = 8640 \text{ kilo/uur}$$

Bijlage N, Berekening pick en place unit

Voor de pick en place unit is er een berekening gemaakt. Hiermee berekenen we de mogelijkheden met dit systeem. Hieronder is een situatieschets afgebeeld. We nemen bij deze berekening een zuigkop als toepassing voor het verwijderen van de kluiten. De band heeft een breedte van 800mm



Figuur 54

In de specificaties is te lezen dat de theoretische snelheid 6m/s. In de praktijk hangt er gewicht van de unit zelf, een cilinder en een zuigkop aan. Verder is er extra gewicht aanwezig als er een kluit of steen wordt afgezogen. Daarom houden we bij deze berekening rekening met een pick & place versnelling van 20m/s^2 .

Op de pick & place unit wordt een pneumatische cilinder toegepast. De snelheid van deze cilinder wordt aangenomen, $1,2\text{ m/s}$. Met deze snelheid kunnen we berekenen hoe lang de cilinder er over doet om $0,12\text{m}$ te zakken naar een kluit. Waar hij deze de kluit zal opzuigen.

$$\frac{0,12\text{m}}{1,2\text{m/s}} = 0,1\text{sec} \rightarrow \text{Cilindertijd}$$

Er komen maximaal 83kluiten/min over de machine. Uitgaande van het extreme komen de kluiten steeds aan de buitenzijde van de band terecht. Dit is afgebeeld in figuur 54.

$$83 \text{ kluiten}/_{\text{min}} = 1,38 \text{ kluiten}/_{\text{sec}}$$

$$\frac{1 \text{ sec}}{1,38 \text{ kluiten}} = 0,72 \text{ sec}$$

Er komt dus iedere 0,72sec één kluit voorbij. Dit houdt in dat de pick en place unit 0,72sec heeft om een kluit te verwijderen.

$$0,5 \text{ m/s} \cdot 0,72 \text{ sec} = 0,36 \text{ m} \rightarrow \text{ruimte tussen de kluiten}$$

Dit houdt in dat er om de 0,36m een kluit ligt.

Nu berekenen we de tijd die de pick en place unit nodig heeft om van de ene kluit naar de andere kluit te bewegen. De pick en place unit heeft een versnelling van 20 m/s^2 . Bandbreedte is 800mm.

$$X = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$\sqrt{\frac{0,4}{\frac{1}{2} \cdot 20}} = 0,2 \text{ sec} \rightarrow \text{start en stop} \rightarrow \cdot 2 = 0,4 \text{ sec}$$

De pick en place unit doet er 0,4sec over om van links naar rechts te bewegen. Na het opzuigen van een kluit zal hij omhoog en tegelijkertijd naar de andere zijden van de transportband bewegen. Daarna zal hij naar beneden bewegen om de volgende kluit weer op te zuigen.

$$\frac{0,4 \text{ sec}; \text{xas}}{0,1 \text{ sec}; \text{cilinder}} + 0,1 \text{ sec}; \text{cilinder} = 0,5 \text{ sec} \rightarrow \text{tijd van kluit naar kluit}$$

Dus de afstand tussen de kluiten mag minimaal zijn:

$$0,5 \text{ sec} \cdot 0,5 \text{ m/s} = 0,25 \text{ m} \rightarrow \text{mogelijke ruimte tussen de kluiten}$$

Dit wil dus zeggen dat, als de kluiten 0,25m uit elkaar liggen, de pick en place unit dit nog moet kunnen verwerken. Het aantal kluiten dat de pick en place unit kan verwerken is dus iedere 0,25m één kluit :

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

Omdat er in het vorig geval een capaciteit probleem was wordt er hier een berekening gemaakt van dezelfde situatie als A, alleen in dit geval gebruiken we een band breedte van 1000mm om meer capaciteit te genereren. De pick en place unit moet hierdoor wel grotere afstand overbruggen. Hieronder volgt een berekening van de pick en place unit.

$$X = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$\sqrt{\frac{0,5}{\frac{1}{2} \cdot 20}} = 0,2236 \text{ sec} \rightarrow \text{start en stop} \rightarrow \cdot 2 \approx 0,45 \text{ sec}$$

Van links naar rechts is nu een tijd van 0,45sec nodig. Hier komt de pick tijd van de pneumatische cilinder bij. Na opzuigen van vorige kluiten gaat hij omhoog en tegelijkertijd naar de andere zijde. Vervolgens zakt hij weer naar de kluit:

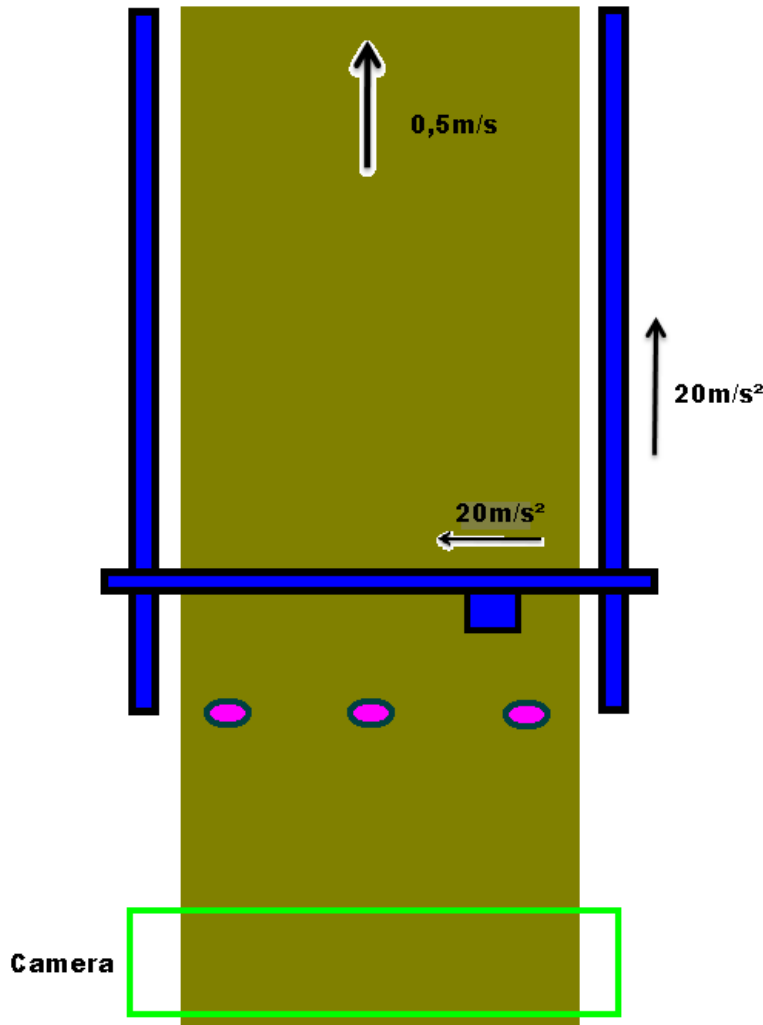
$$\frac{0,45 \text{ sec}; \text{ xas}}{0,1 \text{ sec}; \text{ cilinder}} + 0,1 \text{ sec}; \text{ cilinder} = 0,55 \text{ sec} \rightarrow \text{tijd van kluit naar kluit}$$

$$0,55 \text{ sec} \cdot 0,5 \text{ m/s} = 0,275 \text{ m} \rightarrow \text{mogelijke ruimte tussen de kluiten}$$

Met een afstand van 0,275m kan de pick en place is het dus mogelijk de kluiten te verwerken.

$$0,55 \text{ sec/kluit} = 1,81 \text{ kluit/sec}$$

In de volgende situatie gaan we kijken hoe de pick en place unit omgaat met meerder kluiten naast elkaar. De situatie is hieronder geschetst in figuur 55. Hier liggen er drie kluiten naast elkaar. De berekening moet aantonen of de pick en place unit geschikt is om dit goed te verwerken.



Figuur 55

De snelheden van de band en de pick en place unit zijn gelijk.

De pick en place unit gaat van de ene kluit omhoog en tegelijkertijd naar de volgende positie, vervolgens zakt hij om de kluit op te zuigen. Dit houdt in:

$$0,1sec; cilinder + \frac{0,1sec; cilinder}{0,4sec; xas} + 0,1sec; cilinder = 0,6sec \rightarrow tijd\ van\ kluit\ naar\ kluit$$

In deze 0,6sec draait de band door en moet de pick & place unit dus ook over de y-as bewegen. De kluit bewegen nu dus verder.

$$0,5 \text{ m/s} \cdot 0,6 \text{ sec} = 0,3 \text{ m}$$

De kluit zal nu dus 0,3m verder komen te liggen. Hier moet nog extra lengte bij komen omdat de cilinder bij de neergaande beweging ook tijd dus afstand in neemt.

$$0,1 \text{ sec} \cdot 0,5 \text{ m/s} = 0,05 \text{ m}$$

$$0,3 \text{ m} + 0,05 \text{ m} = 0,305 \text{ m}$$

In totaal verplaatst de kluit zich 0,305m. De band zelf doet over deze afstand 0,51sec.

$$\frac{0,305 \text{ m}}{0,5 \text{ m/s}} = 0,61 \text{ sec}$$

Binnen deze tijd en afstand moet de pick en place van de ene positie naar de andere zijn geweest.

$$y = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$\sqrt{\frac{0,1525}{\frac{1}{2} \cdot 20}} = 0,123 \text{ sec} \rightarrow \text{start en stop} \rightarrow \cdot 2 \approx 0,247 \text{ sec} \rightarrow \text{in de yas}$$

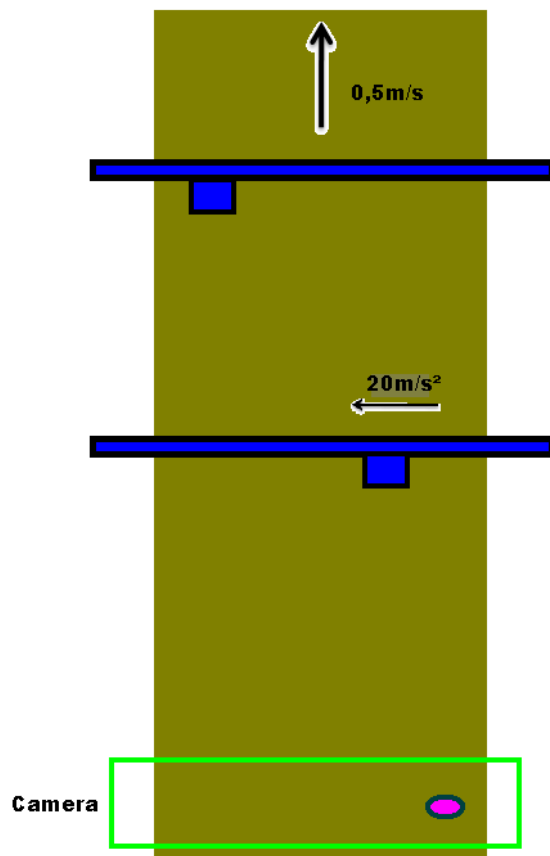
De tijd die de pick en place unit heeft om in de y-as te bewegen is 0,305m binnen 0,61sec. De x-as, y-as en de cilinder komen tegelijkertijd in beweging.

$$\frac{0,1 \text{ sec; cilinder}}{0,247 \text{ sec; yas}} + 0,1 \text{ sec; cilinder} = 0,5 \text{ sec}$$

De band doet 0,61sec over 0,305m. De pick en place unit is sneller, deze doet 0,5sec over het bewegen naar de volgende positie. Om drie kluiten te verwijderen moet de y-as een bepaald lengte hebben:

$$0,305 \text{ m} \cdot 3 = 0,915 \text{ m} \approx 1 \text{ meter}$$

De lengte moet ongeveer één meter zijn. Één kluit pakt hij aan het begin van de as één in het midden en één aan het eind.



Een andere optie die we ook moeten onderzoeken is afgebeeld in figuur 56. Hier worden twee bruggen geplaatst. Over een band van 800mm. Beide bruggen hebben een afzuigunit. Hieronder volgt een berekening omtrent deze opstelling. Beide hoeven nu maar over een afstand van 400mm te bewegen.

$$X = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$\sqrt{\frac{0,2}{\frac{1}{2} \cdot 20}} = 0,14\text{sec} \rightarrow \text{start en stop} \rightarrow \cdot 2 = 0,28\text{sec}$$

$$\frac{0,28\text{sec}; \text{xas}}{0,1\text{sec}; \text{cilinder}} + 0,1\text{sec}; \text{cilinder} = 0,38\text{sec}$$

Dus bij een band breedte van 400mm en één pick en place unit doet hij 0,38sec over één kluit. Bij twee bruggen doe je dus twee kluiten in 0,38sec:

$$2 \text{ kluit} / 0,38\text{sec} = 5,26 \text{ kluiten} / \text{sec}$$

Figuur 56

Bij een breedte van 1000mm kunnen er minder kluiten per seconde verwerkt worden.

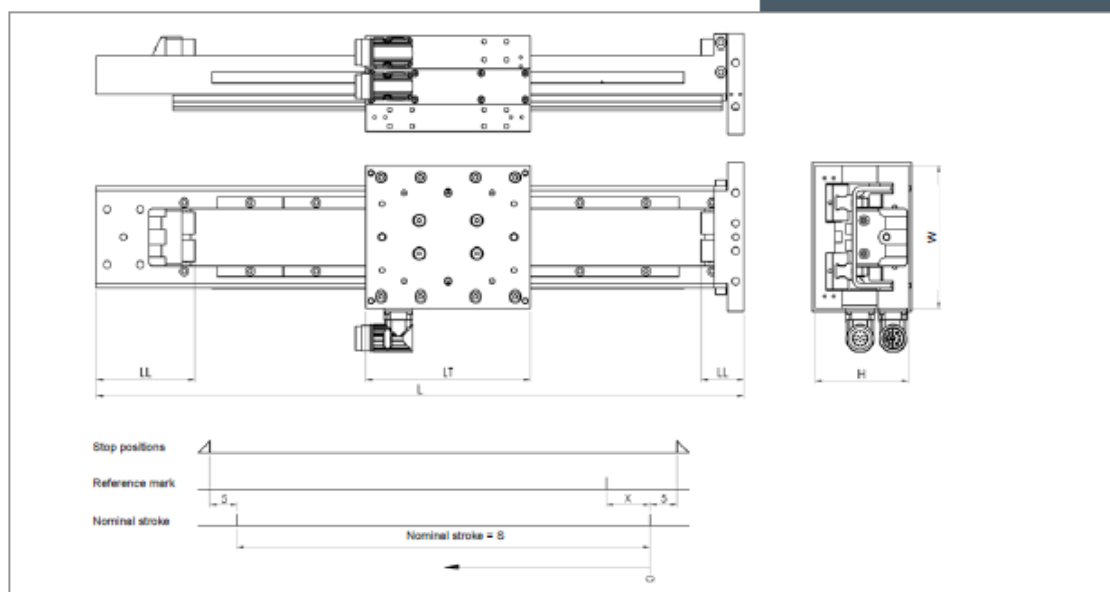
$$X = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$\sqrt{\frac{0,25}{\frac{1}{2} \cdot 20}} = 0,16\text{sec} \rightarrow \text{start en stop} \rightarrow \cdot 2 = 0,32\text{sec}$$

$$\frac{0,32\text{sec}; \text{xas}}{0,1\text{sec}; \text{cilinder}} + 0,1\text{sec}; \text{cilinder} = 0,42\text{sec}$$

Dus bij een band breedte van 500mm doet de pick en place unit er 0,42sec over om van kluit naar kluit te bewegen. Met twee bruggen is dit dus:

$$2 \text{ kluit} / 0,42\text{sec} = 4,76 \text{ kluit} / \text{sec}$$



sps-marketing.com 0103.000.06.0REV.1

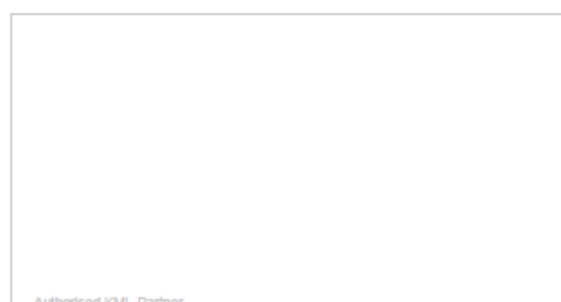
Dimensions:

Size	Width W [mm]	Height H [mm]	Length of slide LT [mm]	Length of end stop LL [mm]	
				BP	EP
E ² -13	130	85	150	90	39
E ² -13L	130	85	260	90	39
Total length L [mm] = S + LT + 2 x (LL + 5)					

Available nominal strokes S [mm]								
00050	00100	00150	00200	00300	00350	00400	00450	00500
00600	00700	00800	00900	01000	01200	01400	01600	01800
02000	02400							

Technical Data:

Size	Continuous force [N]	Peak force [N]	Max. velocity [m/s]
E ² -13	150	450	6
E ² -13L	300	900	6



Authorised KML-Partner

Headquarters
Daumegasse 1–3, A-1100 Vienna
Telephone: +43 1 641 50 30-0
Fax: +43 1 641 50 30-50
E-mail: office@kml-technology.com
www.kml-technology.com

For all further subsidiaries and contacts,
please refer to our website:
www.kml-technology.com/en/contact

TAKE THE LEAD.

LINEAR MOTION
TECHNOLOGY GMBH **KML**

Bijlage O, Picksysteem

Stampen

Het idee van het stampen is eenvoudig. Zodra er een kluit wordt gedetecteerd beweegt de pick & place unit er naar toe en stamt hij de kluit kapot. Het nadeel van dit systeem is dat een steen niet kapot zal gaan na zo'n stoot. Door de stoot zal een kluit in kleine stukken breken. Deze zullen vervolgens ook door de leeskamer komen. De kleine stukken kluit moeten er apart uitgezeefd worden. Deze oplossing is dus niet ideaal.

Afzuigen

Het afzuigen van de kluiten is ook een mogelijkheid. Als er een kluit wordt gedetecteerd beweegt de pick & place unit er heen, vervolgens zakt er een afzuigkop over de kluit en de kluit wordt afgevoerd. Naar een vacuüm kamer. Van uit hier moeten ze in een kist worden getransporteerd. Het voordeel is, dat met het afzuigen van de kluiten maar één beweging nodig is. Hij hoeft de kluit alleen maar te pakken, vervolgens hoeft hij ze niet weg te leggen. Hiermee kun je een hogere capaciteit creëren. Dit systeem moet verder onderzocht worden.

Grijpen

Een derde optie is om een grijpsysteem toe te passen op de pick en place unit. Als er een kluit wordt gedetecteerd beweegt de pick & place unit er heen. Vervolgens pakt de grijper de kluit en voert deze af. Door de complexe vormen van kluiten is dit grijpen makkelijker gezegd dan gedaan. Een bijkomende probleem is dat de kluit uit een kan vallen tijdens het grijpen. Hierdoor krijg je ,net als bij het stampen, kleine stukken kluit die door de leeskamer komen.

In vergelijking met het afzuigstelsel moet dit grijpsysteem dubbel zo hard werken. Eerst moet de pick & place unit naar de kluit bewegen de kluit pakken. Vervolgens moet hij de kluit naar een afval bak brengen en los laten. Dit is dus wel een nadeel voor het grijp systeem.

Zuignap

Het systeem met een zuignap werkt net als de grijper. Nu is de kans van kapot knijpen van de kluit niet aanwezig. Wel moet dit systeem een keer zo hard werken als het afzuigstelsel. Verder zal dit systeem getest moeten worden op zijn werking.

Bijlage P, Gesprek Jongejans Luchttechniek

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? De eerste opzet is om een flexibele slang te gebruiken. Vervolgens komen de kluiten in een grote vacuüm ruimte. Hier vallen de kluiten naar beneden en worden door een soort schoepen sluis afgevoerd. Zo'n schoepen sluis werkt net als een draaideur bij de ingang van een gebouw. Op deze wijze houden we onderdruk in de binnen kamer. Deze onderdruk is nodig om het aanzuigen van de kluiten te behouden. Onder de sluis kan vervolgens een band of kist geplaatst worden om de kluiten af te voeren.

Om de kluiten goed op te zuigen, is er een rooster band nodig. Als er een dichte band wordt gebruikt zuig je lucht aan de omtrek van de zuigkop weg. Hierdoor is het mogelijk dat er een object naast de zuigkop ook mee gaat. Daarom wordt een roosterband toegepast. Zo komt de luchtstroom recht van onder. En zullen overige objecten niet beïnvloed worden.

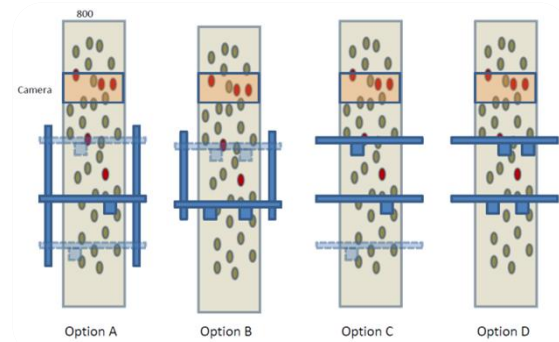


Figuur 57

Bijlage Q, Verschillende opties Pick & place

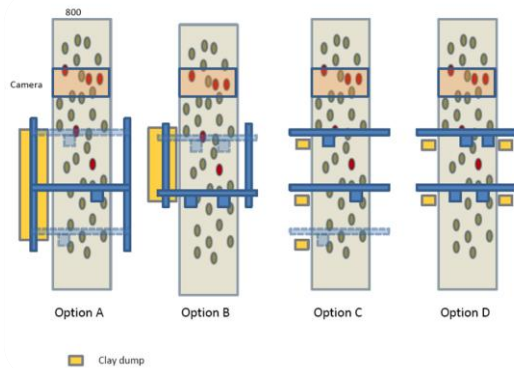
Na het gesprek met G.J. van Winkel zijn er veel goede ideeën bedacht voor de kluitenscheider. Het idee is om de LMS E² te gebruiken voor deze machine. Er zijn verschillende opstelling te bedenken om de pick en place unit te positioneren. In figuur 58 zijn vier verschillende opties getekend.

In al de vier opties wordt eerst het camera deel geplaatst. Daarna zal er een pick en place unit komen te staan. De aardappelen moeten, met toepassing van een pick en place unit, op een vlakke band komen te liggen. Eerst zal de camera ze scannen. Vervolgens berekend de machine waar de kluit gescheiden worden.



Figuur 58

Optie A heeft een X en een Y as. Hierover beweegt één unit. Optie B heeft ook een X en een Y as. Maar deze heeft twee units op één vaste as. Optie C heeft twee vaste X assen. Met twee apart aangestuurde units. De laatste optie, optie D heeft ook twee vaste X assen met twee units. Aan de unit zal een afzuig installatie of een grijper gekoppeld worden. Dit is nog in onderzoek. Bij de toepassing van een pick en place unit zijn beide opties mogelijk. In figuur 59 zie de opstellingen met toepassing van een grijper te zien. In de eerste plaats rekenen we op een afzuig systeem. Deze heeft als voordeel dat hij een stuk minder bewegingen hoeft te maken dan met een grijper. KML linear Motion heeft als voorkeur optie C. Deze heeft twee afzonderlijke assen. Dit omdat er twee kluiten naast elkaar kunnen liggen. In dit geval zal de eerste unit één kluit verwijderen en unit twee zal de tweede kluit verwijderen. Gemiddeld is de motor binnen 0,2 tot 0,3 seconden op positie met een standaard LMS E². Hier komt nog tijd bij van het grijpen of zuigen van de kluit. Het dus mogelijk om 60 kluiten per minuut te scheiden.



Figuur 59

In figuur 59 zie je de zelfde vier opties als in figuur 58. In dit geval wordt er een grijper toegepast. Met deze optie zal de capaciteit van de kluitenscheider een stuk lager liggen omdat hij meer bewegingen moet maken om de kluit af te voeren.

Bijlage R, Test afzuigsysteem

Er is een test opstelling gemaakt voor het afzuigen van de kluiten. In deze test opstelling is gekeken of de toepassing van een afzuigsysteem niet te extreem is voor de kluitenscheider. De resultaten zijn hieronder beschreven.

De test is gedaan met stenen (fig. 60). Hierdoor is er meer zekerheid over de werking van het zuigsysteem. Als het zuigsysteem de stenen goed weg neemt zal hij de kluiten ook met gemak meenemen. De test opstelling bestaat uit verschillende onderdelen.

Als eerst de zuigslang. Deze wordt gebruik om de kluiten op te zuigen van een rooster. Dit is in dit geval een slang met een diameter van 80mm. Deze zuigslang komt uit in een lucht dichte kist met volmelder. Hier vallen de kluiten op de bodem. Als hij vol is moet er een signaal uitgaan.

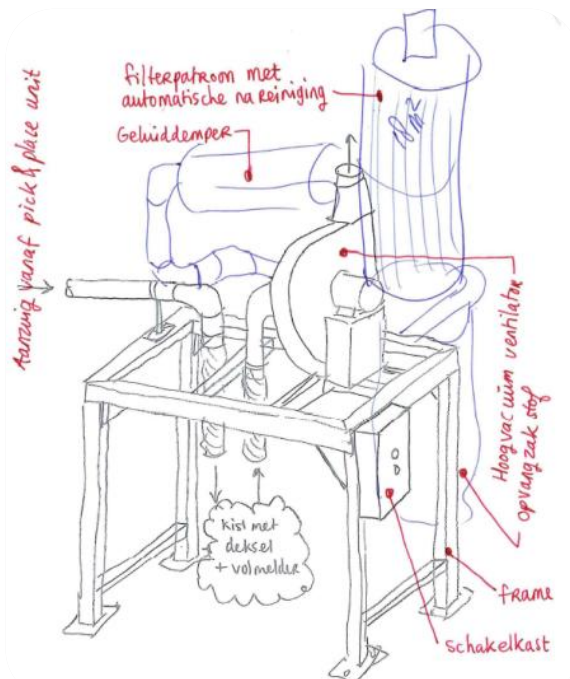
In deze kist heerst hoog vacuüm. Dit komt door een hoogvacuüm ventilator. Deze is gekoppeld aan de kist. Deze vacuüm ventilator is het hoofd onderdeel van het afzuigsysteem. Deze zorgt er voor dat de kluiten worden afgezogen.

Na deze vacuüm ventilator volgt er een demper. Daarna komt de afgezogen lucht door een filter. De stof wordt vervolgens opgevangen door een zak.



Figuur 60

De resultaten van deze test zijn succesvol. Met dit afzuigsysteem is het mogelijk om 12 stenen in 11 seconden om te zuigen. Dit is op film vast gelegd "afzuigsysteem". Hierdoor is goed te zien dat dit concept goed werkt. De verplaatsing van de pick en place unit is sneller dan in deze test. Naar schatting zullen er dus meer kluiten afgezogen worden.

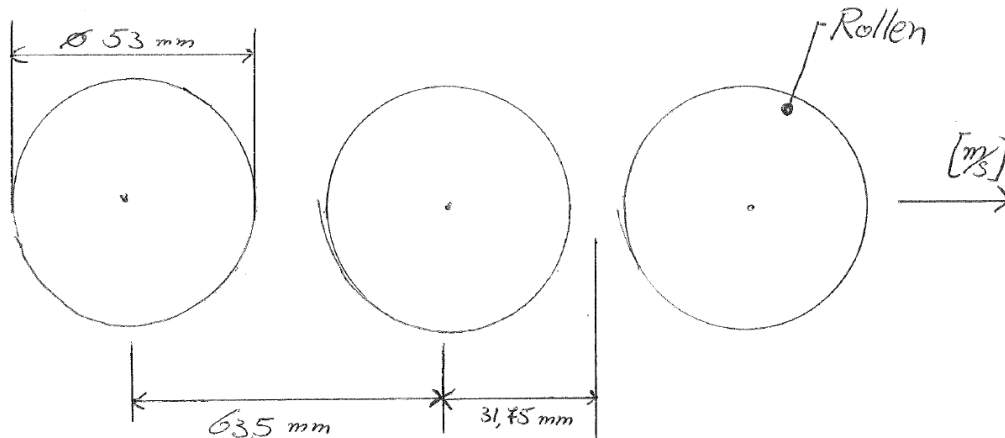


Figuur 61

Uit de test is gebleken dat het kluiten scheiden met een afzuigsysteem goed werkt. In figuur 61 is een mogelijke opstelling te zien. Hier wordt met één afzuig kop gewerkt.

Bijlage S, Uittikker bandsnelheid

Bij het idee E2 de uittikker uit de morfologische kaart is een berekening gemaakt. Deze berekening is gemaakt omdat de maximale product snelheid afhankelijk is van de uittiksnelheid. Hoe sneller het uittikken gebeurt hoe sneller de productsnelheid mag zijn. Hieronder, figuur 62, zijn de transport rollen afgebeeld waarover de aardappelen rollen.



Figuur 62

We gaan er van uit dat de snelheid van de uittik cilinder 1,5m/s is. De uittiklengte is 80mm.

$$\frac{0,08}{1,5} = 0,053 \text{ sec} \rightarrow \cdot 2 = 0,107 \text{ sec}$$

Binnen 0,107sec is de cilinder in en uit geschoven. De afstand waarover de uittikker zich mag bewegen is ruim 32mm, over deze afstand moet de uittik cilinder uit en ingeschoven zijn geweest. Nu kan de maximale snelheid van het product berekend worden.

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

Hierboven is te zien dat de maximale bandsnelheid 17,80m/min mag zijn. Deze snelheid is te laag om aan de capaciteit van 10 ton/uur te voldoen. Elke meter is 5670gram bij 6 rijen zie bijlage E, conische rollen.

$$17,80 \text{ m} / \text{min} \times 5670 \text{ gram} = 6056,832 \text{ kilo} / \text{uur}$$

Met een snelheid van 17,80m/min is de capaciteit 6 ton/uur. Hier hebben we dus een capaciteit probleem. Bij acht rijen behouden we dit probleem. We weten dat 1m 7559gram is bij acht rijen.

$$17,80 \text{ m} / \text{min} \times 7559 \text{ gram} = 8073,012 \text{ kilo} / \text{uur}$$

Bijlage T, Perslucht bandsnelheid

De tijd die nodig is om een kluit te verwijderen is 0,15- 0,25sec. Uitgaande van deze tijd kan de bandsnelheid bepaald worden.

De afstand tussen de rollen is 63,5mm. Om bij het blazen te voorkomen dat de aardappel voor of na de kluit ook geraakt wordt door de lucht stroom wordt er over een lengte van 50mm geblazen.

$$50 \text{ mm} / 0,15 \text{ sec} = 20 \text{ m} / \text{min}$$

$$50 \text{ mm} / 0,25 \text{ sec} = 12 \text{ m} / \text{min}$$

Hierboven zijn de snelheden aangegeven die maximaal toelaatbaar zijn. Aan de hand van deze gegevens kan de maximale capaciteit berekend worden. in dit geval zijn er zes enkele rijen. We weten dat iedere meter in deze situatie 5670gram weegt (bijlage E, conische rollen).

$$20 \text{ m} / \text{min} \cdot 5670 \text{ gram} = 6804 \text{ kilo} / \text{uur} \text{ (6 rijen)}$$

$$12 \text{ m} / \text{min} \cdot 5670 \text{ gram} = 4082,4 \text{ kilo} / \text{uur} \text{ (6 rijen)}$$

Hier is een capaciteit probleem te zien, de maximale capaciteit is 6,8 ton/uur. Er moet minmaal 10 ton/uur verwerkt worden.

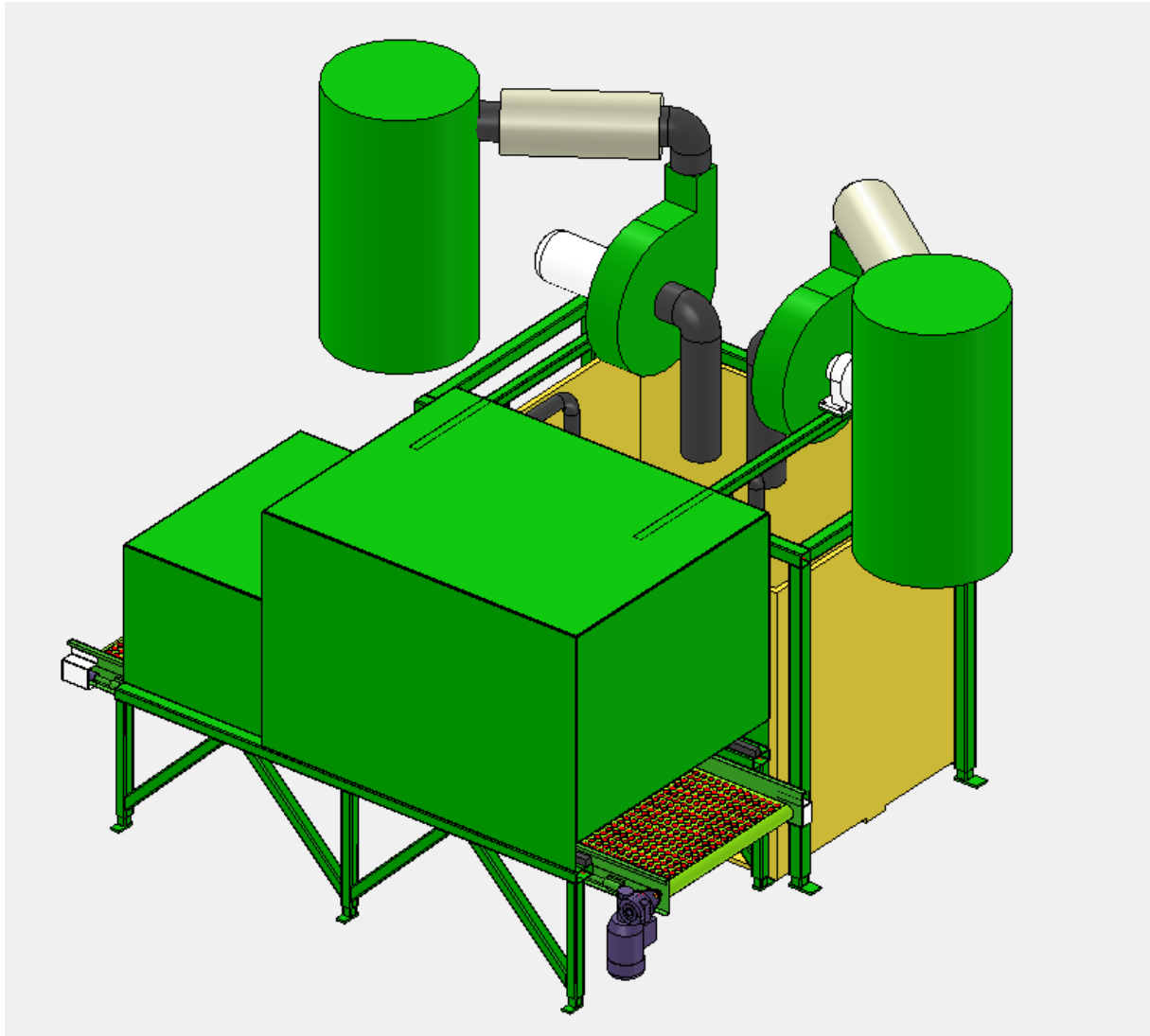
Bij 8 rijen is de capaciteit per meter 7559gram. Hieruit kunnen we de capaciteit berekenen.

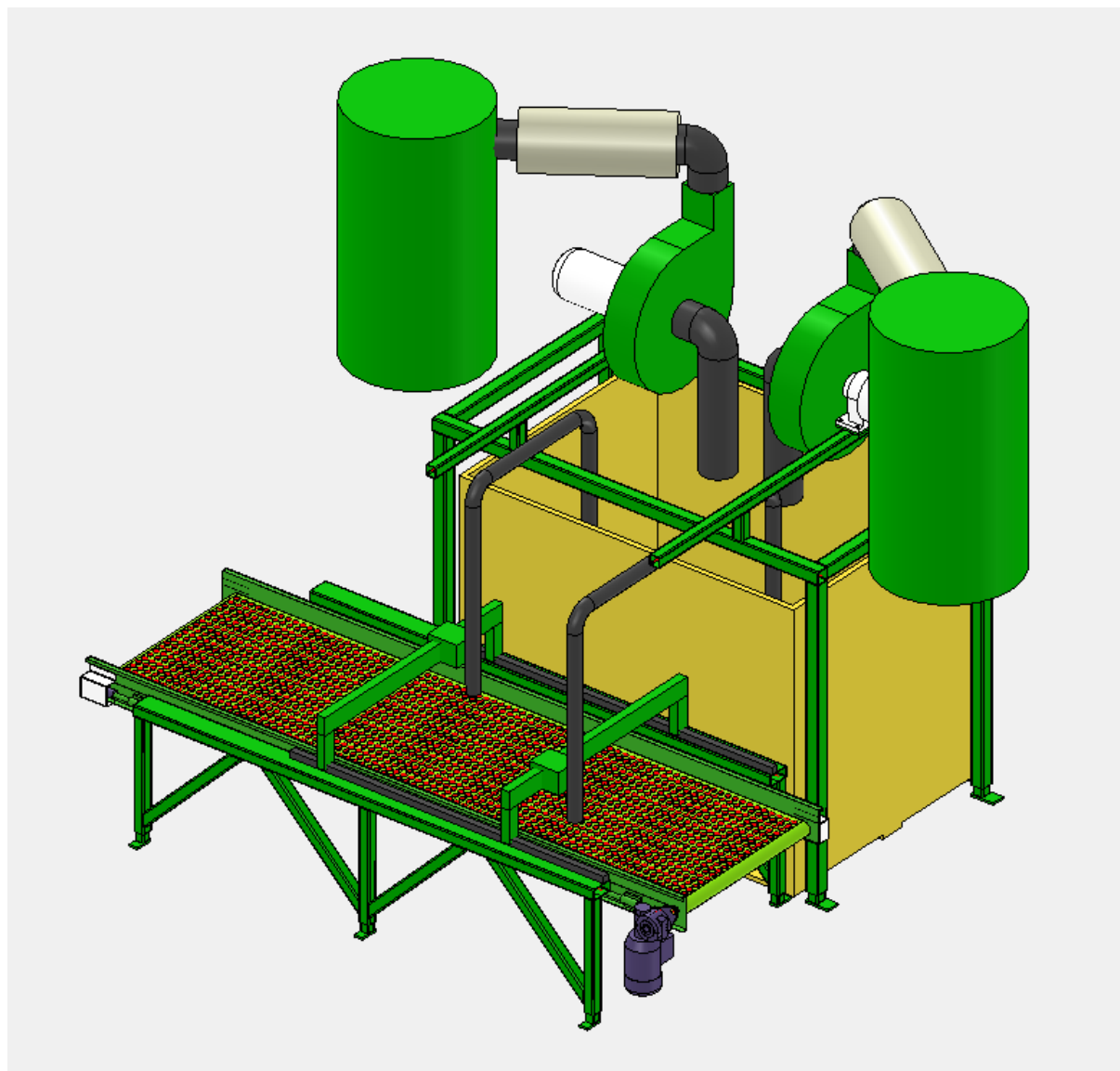
$$20 \text{ m} / \text{min} \cdot 7559 \text{ gram} = 9070,8 \text{ kilo} / \text{uur} \text{ (8 rijen)}$$

$$12 \text{ m} / \text{min} \cdot 7559 \text{ gram} = 5442,5 \text{ kilo} / \text{uur} \text{ (8 rijen)}$$

Hier is de breedte van de band $8 \cdot 100 + 9 \cdot 100 = 1700 \text{ mm}$ geworden. De 10 ton/uur is hiermee nog steeds niet behaald.

Bijlage U, Tekeningen





Bijlage V, Plan van aanpak