

Woord vooraf

Ons project in verband met het ontwerpen van een geautomatiseerde verpakkinglijn bespreekt de periode van 14 oktober 2016 tot en met 23 juni 2017. Het eindwerk situeerde zich in het bedrijf Levenstond Seafood.

Met dit eindwerk ronden wij onze masteropleiding energie met afstudeerrichting automatisering af aan de U Hasselt / KU Leuven te Diepenbeek.

Eerst zouden we onze bedrijfspromotor de heer S. Loyens willen bedanken voor de kans die hij ons heeft geboden om dit eindwerk te verwezenlijken binnen zijn bedrijf en voor zijn oprechte meningen en feedback.

Daarna willen we de interne promotor de heer ing. E. Claesen bedanken voor de nodige bijstand. Ook de heer ing. G. Leen willen we bedanken voor het advies dat hij heeft aangeboden tijdens dit eindwerk.

Juni 2017
Jordi Leijssen
Jente Vaes

Inhoudsopgave

| | |
|--|----|
| Woord vooraf | 1 |
| Figuurlijst | 7 |
| Lijst van tabellen | 9 |
| Verklarende woordenlijst | 11 |
| Abstract | 13 |
| Abstract in English | 15 |
| 1 Inleiding | 17 |
| 1.1 Situering | 17 |
| 1.2 Probleemstelling of onderzoeksvraag..... | 17 |
| 1.3 Doelstellingen..... | 18 |
| 1.4 Methode..... | 19 |
| 1.5 Vooruitblik..... | 21 |
| 2 Product | 23 |
| 2.1 Verschillende producten | 23 |
| 2.2 Verschillende verpakkingen | 24 |
| 2.3 Logistiek en procesflow..... | 25 |
| 3 Actueel verpakkingsproces | 27 |
| 3.1 Werking | 27 |
| 3.2 Verpakkingsmachine | 29 |
| 3.3 Reiniging..... | 30 |
| 3.4 Transportband..... | 30 |
| 3.5 Enkele problemen bij actueel proces | 30 |
| 4 Concepten & technologieën | 31 |
| 4.1 Technologieën voor productsortering | 31 |
| 4.1.1 Visiecamera | 31 |
| 4.1.2 HMI | 33 |
| 4.1.3 FlexPicker..... | 35 |
| 4.1.4 Omnidirectional conveyor..... | 36 |
| 4.2 Concepten van sortering | 37 |
| 4.2.1 4 individuele transportbanden..... | 37 |
| 4.2.2 7 individuele transportbanden..... | 38 |

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 4.2.3 | Transportbanden boven elkaar | 39 |
| 4.2.4 | Sorteren met zuigers en verschillende schuiven..... | 41 |
| 4.2.5 | Individuele buffertransportband per machine..... | 42 |
| 4.3 | Technologieën voor automatische belading (na sortering) | 44 |
| 4.3.1 | Pick and place XYZ-tafel..... | 44 |
| 4.3.2 | Industriële robot..... | 45 |
| 4.3.3 | Liftsysteem | 46 |
| 4.4 | Concepten voor automatische belading (na sortering)..... | 47 |
| 4.4.1 | Inschuif systeem | 47 |
| 4.4.2 | Transportband met hoogteregeling | 51 |
| 4.5 | Online etikettering..... | 52 |
| 4.6 | Containers | 54 |
| 4.6.1 | Bakken behouden..... | 54 |
| 4.6.2 | Bakken met universele schotten | 55 |
| 4.6.3 | Kokers | 56 |
| 4.6.4 | Bakken met leggers | 57 |
| 4.6.5 | Bakken met verstelbare bodem (zuiger of gewicht) | 58 |
| 4.6.6 | Rekken in plaats van bakken | 59 |
| 4.7 | Producthantering..... | 61 |
| 4.7.1 | Vacuümgrijper | 61 |
| 4.7.2 | Mechanische grijper | 62 |
| 4.7.3 | Doorschuifstelsel | 62 |
| 4.8 | Verenkelen van de producten | 63 |
| 4.8.1 | Transportband met hogere snelheid..... | 63 |
| 4.8.2 | Stopper cilinder | 63 |
| 4.9 | Magazijn/ stockage..... | 64 |
| 4.10 | Logistiek en optimale vulcapaciteit | 66 |
| 5 | Testopstellingen..... | 67 |
| 5.1 | Vacuüm aanzuiging | 67 |
| 5.1.1 | Zuignappen | 67 |
| 5.1.2 | Vacuümmat KENOS | 69 |
| 5.1.3 | Robotsimulatie | 70 |
| 5.2 | Visiesysteem..... | 71 |

| | | |
|----------|------------------------------------|-----------|
| 6 | Definitieve oplossing | 73 |
| 6.1 | Opbouw verpakingslijn | 73 |
| 6.2 | Kostprijsbepaling | 77 |
| 6.3 | Terugverdiëntijd | 77 |
| 6.4 | Inventor-tekeningen..... | 78 |
| 7 | Besluit | 81 |
| | Referentielijst | 83 |
| | Bijlagen | 85 |

Figuurlijst

| | |
|--|----|
| Figuur 1: Logo Levenstond Seafood | 17 |
| Figuur 2: Verzamelband | 18 |
| Figuur 3: Voorbeelden van eindproducten | 23 |
| Figuur 4: Tussenvoorraad..... | 26 |
| Figuur 5: Etikettering..... | 26 |
| Figuur 6: Actueel proces | 27 |
| Figuur 7: Verpakkingsmachine CAVECO – YPSILON | 29 |
| Figuur 8: Afmeting grootste machine | 29 |
| Figuur 9: Siemens HMI | 33 |
| Figuur 10: Flex-picker..... | 35 |
| Figuur 11: Omnidirectional conveyor | 36 |
| Figuur 12: 7 individuele transportbanden | 38 |
| Figuur 13: Transportbanden boven elkaar | 39 |
| Figuur 14: Sorteren in afvoerschuiven | 41 |
| Figuur 15: Buffertransportbanden | 42 |
| Figuur 16: Pick and place unit | 44 |
| Figuur 17: Industriële robot | 45 |
| Figuur 18: Schaarlift | 46 |
| Figuur 19: Pusher-systeem met cilinder | 47 |
| Figuur 20: Pushersysteem met accumulerende transportbanden | 49 |
| Figuur 21: Belading met pick-and-place XYZ-tafel | 50 |
| Figuur 22: Transportband met hoogteregeling..... | 51 |
| Figuur 23: Online etikettering | 52 |
| Figuur 24: Actuele transportbakken | 54 |
| Figuur 25: Voorbeeld van een voorgevormde legger | 57 |
| Figuur 26: Verstelbare bodem | 58 |
| Figuur 27: Transportrekken..... | 59 |
| Figuur 28: Automatische belading met kettingsysteem | 60 |
| Figuur 29: Vacuüm grijper..... | 61 |
| Figuur 30: Pneumatische grijper | 62 |
| Figuur 31: Product verenkelling met transportbanden | 63 |
| Figuur 32: Cilinder om tussenafstand te creëren..... | 63 |
| Figuur 33: Magazijn met barcode | 64 |
| Figuur 34: Productaantal binnen één transportbak..... | 66 |
| Figuur 35: Testschaaltjes..... | 67 |
| Figuur 36: Zuignappen testopstelling..... | 67 |
| Figuur 37: Testopstelling robot | 68 |
| Figuur 38: Vacuümmat KENOS..... | 69 |
| Figuur 39: Test van een vacuümmat met verpakte visschaaltjes | 69 |
| Figuur 40: Robotsimulatie..... | 70 |
| Figuur 41: Links: 2D-beeld met normale belichting - Rechts: 2D-beeld met infrarood | 71 |
| Figuur 42: 3D-beeld van een forel tray | 71 |
| Figuur 43: Middelpuntbepaling m.b.v. visie..... | 72 |
| Figuur 44: Sorteren van de producten | 73 |
| Figuur 45: Pushersysteem sortering | 74 |
| Figuur 46: Principe visiesysteem | 75 |

| | |
|---|----|
| Figuur 47: Multi grijpersysteem | 76 |
| Figuur 48: Algemene robotcel..... | 76 |
| Figuur 49: Geautomatiseerde verpakkingslijn | 78 |
| Figuur 50: Beladingsstation..... | 78 |
| Figuur 51: Productverenkelling & visiesysteem | 79 |

Lijst van tabellen

| | |
|--|----|
| Tabel 1: Gegevens verpakkingen | 24 |
| Tabel 2: Voor- en nadelen van visiesystemen | 31 |
| Tabel 3: Voor- en nadelen van een HMI-scherm | 33 |
| Tabel 4: Voor- en nadelen van een FlexPicker | 35 |
| Tabel 5: Voor- en nadelen van een omnidirectional conveyor | 36 |
| Tabel 6: Voor- en nadelen van 4 verschillende transportbanden | 37 |
| Tabel 7: Voor- en nadelen van 7 individuele transportbanden | 38 |
| Tabel 8: Voor- en nadelen van verschillende transportbanden boven elkaar | 40 |
| Tabel 9: Voor- en nadelen van sorteren met zuigers en schuiven | 41 |
| Tabel 10: Voor- en nadelen van een individuele buffertransportband | 43 |
| Tabel 11: Voor- en nadelen van een XYZ-tafel | 44 |
| Tabel 12: Voor- en nadelen van een industriële robot | 45 |
| Tabel 13: Voor- en nadelen van een inschuif systeem | 47 |
| Tabel 14: Voor- en nadelen van het doorschuifstelsel | 50 |
| Tabel 15: Voor- en nadelen van een transportband met hoogteregeling | 51 |
| Tabel 16: Voor- en nadelen van online etiketteren | 53 |
| Tabel 17: Voor- en nadelen van de actuele transportbakken | 54 |
| Tabel 18: Afmetingen huidige transportbakken | 54 |
| Tabel 19: Voor- en nadelen van bakken met universele schotten | 55 |
| Tabel 20: Voor- en nadelen van kokers | 56 |
| Tabel 21: Voor- en nadelen van bakken met tussenliggende vormen | 57 |
| Tabel 22: Voor- en nadelen van een transportbak met verstelbare bodem | 58 |
| Tabel 23: Voor- en nadelen van een rek | 59 |
| Tabel 24: Voor- en nadelen van Vacuüm | 61 |
| Tabel 25: Voor- en nadelen van een mechanische grijper | 62 |
| Tabel 26: Voor- en nadelen van transportbanden met hogere snelheid | 63 |
| Tabel 27: Voor- en nadelen van tussenafstand creëren met een cilinder | 64 |
| Tabel 28: Voor- en nadeel van het magazijn | 65 |
| Tabel 29: Kostprijsbepaling | 77 |
| Tabel 30: Terugverdientijd | 77 |

Verklarende woordenlijst

- **DOL:** Direct On Line
- **HACCP:** Hazard Analysis and Critical Control Points
- **HMI:** Human Machine Interface
- **IFS:** International Food Standard
- **IP:** International Protection Rating
- **PTP:** Point To Point
- **RFID:** Radio-Frequency Identification
- **Tray:** Schaaltje binnen de voedingsindustrie

Abstract

Bij Levenstond Seafood worden visproducten geproduceerd en verpakt. Verpakkingsmachines verpakken de visproducten in schaalpjes, waarna ze via een centrale afvoerband bij de tussenstock komen. Vervolgens worden de producten manueel gesorteerd in containers, maar dat is zowel ergonomisch als economisch geen optimale oplossing.

Onze masterproef bestaat erin om de logistieke keten te optimaliseren. Dit project beoogt de mogelijke methodes om een verpakkinglijn te automatiseren, te bestuderen en vervolgens de meest geschikte oplossing verder uit te werken. Belangrijke parameters in deze keuze zijn mens- en voedselveiligheid en rentabiliteit.

Na evaluatie en testen van diverse concepten is besloten om volgende oplossing verder uit te werken. Door individuele transportbanden te gebruiken in tegenstelling tot de bestaande centrale band blijft de scheiding tot aan de tussenbuffer behouden. Om de containers te beladen is er geopteerd voor een pick-and-place unit, uitgerust met een vacuüm multi-grijpersysteem. Het verwerken van maximaal ± 40 producten per minuut per band met een voldoende hoog tempo en een correcte oriëntering werd uitgewerkt in deze masterproef. De concrete realisatie van de oplossing zorgt voor een financiële uitsparing van 2 werknemers. Dit levert een terugverdientijd op van 8 jaar voor de gehele installatie. Overkoepelende testen en simulaties borgden de mogelijkheid tot implementatie van deze oplossing in het gehele productieproces.

Abstract in English

At Levenstond Seafood, fish products are packaged and produced. Packaging machines pack the fish products into trays, after which they come through a central conveyor to the intermediate stock. The products are then sorted manually into containers. The ergonomic load as well as the rising labor and product costs required Levenstond Seafood to seek a solution.

Our Master's thesis consists of optimizing the logistics chain. With this project, a preliminary study looks at all possible methods to automate and study a packaging line and thereafter develop the best solution. Important aspects within this Master's thesis focus on the human and food safety and profitability.

After evaluation and testing of various concepts, it is decided to further elaborate on the following solution. Products at the output of each packaging machine are already sorted. By using individual conveyor belts, as opposed to the existing central belt, the separation is kept up to the intermediate buffer. A pick and place unit equipped with a vacuum multi-grabbing system is used to load the containers. To process a maximum number of ± 40 products per band with a sufficiently high pace and a correct orientation was elaborated in this Master's thesis. Running the solution will save the financial cost of 2 employees, which yields a payback period of 8 years for the entire installation. Overarching tests and simulations determined and guaranteed the ability to implement the final solution throughout the production process.

1 Inleiding

1.1 Situering

De masterproef situeert zich bij Levenstond Seafood te Riemst. Dit bedrijf is opgericht sinds 2007 en gespecialiseerd in het verwerken en verpakken van verschillende soorten vis en schaaldieren. De firma levert rechtstreeks aan grote winkelketens zoals Delhaize en Lidl. Levenstond Seafood werkt met een intern ervaren team van deskundigen, die beschikken over een uitgebreide kennis van de viswereld. Het bedrijf is gevestigd in een nieuwbouw, waarbij rekening werd gehouden met alle noden en eisen van een modern voedingsbedrijf.



Figuur 1: Logo Levenstond Seafood [12]

1.2 Probleemstelling of onderzoeksvraag

Het probleem doet zich voor aan de verpakkinglijn van de visproducten. Alle producten worden per stuk onder beschermde atmosfeer verpakt in schaaltes. Afhankelijk van het soort vis in de verpakking zijn er 13 verschillende soorten schaaltes met elk hun specifieke afmetingen en vorm. De vis verpakken in schaaltes gebeurt momenteel met behulp van 7 individuele verpakkingmachines. Het aantal verpakte producten van deze machines verschilt van dag tot dag, afhankelijk van de vraag. Door deze variatie in het productieaantal is flexibiliteit een belangrijk aspect van het project. Een belangrijke eis hierbij is dat alle producten op alle machines moeten kunnen worden geproduceerd. De verpakte producten worden via 1 centrale afvoerband getransporteerd naar een tussenstock. Gedurende dit traject gebeurt er een metaaldetectie om te controleren dat er geen metaaldeeltjes in de verpakking zitten voor de voedselveiligheid. Via de tussenstock, bestaande uit een carousel buffer, worden de producten vervolgens manueel uitgeraapt en gesorteerd in transportcontainers (zie Figuur 2). Dit carousel buffersysteem bestaat uit twee heen- en weergaande transportbanden, waardoor de producten blijven circuleren.



Figuur 2: Verzamelband

Het probleem situeert zich nu specifiek op deze carouselband, waar zodanig veel verschillende producten ($\pm 100/\text{min}$) samenkomen dat het manueel uitrapen een vlot productieproces belemmert. Hiervoor zijn momenteel 2 fulltime arbeiders nodig om dergelijke hoeveelheid producten te verwerken.

1.3 Doelstellingen

De hoofddoelstelling van deze masterproef bestaat eruit een geautomatiseerd systeem te ontwikkelen dat instaat voor de manipulatie en het sorteren van verpakte visproducten.

Aangezien het project zich bevindt binnen de voedingsindustrie dient de volledige installatie te voldoen aan strenge normen op gebied van kwaliteit, veiligheid, hygiëne en de HACCP-norm. Hiervoor volgt Seafood de IFS (International Food Standard) versie 6. Deze standaard omvat alle normen betreffende de betrokkenheid van de medewerkers, tot de traceerbaarheid van producten, grondstoffen en andere materialen.

Een belangrijke factor binnen dit project is uiteraard de prijs. Hierdoor is een kosten-batenanalyse geschikt voor alle individuele concepten en een bepaling van de terugverdientijd. Deze is nodig om de meest voordelige en optimale oplossing te borgen.

De opdracht bestaat erin om de producten automatisch te sorteren en te plaatsen in de transportcontainers.

Als uitbreiding op het geheel bestaat de mogelijkheid om volledig automatisch de transportcontainers aan te leveren naar de achterliggende handelingen. De volgende bewerking bestaat uit het wegen en etiketteren van de individuele producten. Hierbij gebeurt de belading van deze machines momenteel ook volledig manueel.

1.4 Methode

Door het bestuderen van de verschillende productsoorten die worden verpakt binnen het bedrijf is er meer inzicht in het ontwerp verkregen.

Volgende parameters worden voor de actuele installatie bestudeerd, zowel betreffende de procesflow als de verpakkinglijn. Dit bevat onder andere:

- de snelheid van de transportbanden;
- methode van aansturing (frequentieregelaar, Direct On-line (DOL));
- afmetingen transportcontainer;
- afmetingen ruimtes;
- afmetingen verschillende producten;
- aantal producten per tijdseenheid;
- maximaal aantal verschillende producten;
- de actuele logistieke flow;
- de actuele procesafloop;
- benodigde minimale tussenvoorraad.

Een volgende studie bestaat erin om onderzoek te doen naar nieuwe mogelijke methodes om verpakkinglijnen te automatiseren, toegepast bij andere bedrijven of via het internet. Dit omvat ook het contacteren en consulteren van externe firma's die dergelijke systemen ontwerpen en verkopen.

Vervolgens is het mogelijk om verschillende individuele technologieën te bekijken met elk hun specificaties. Daarbij wordt zowel de opbouw alsook de werking van deze componenten bestudeerd naast mogelijke bijkomende vereiste technieken zoals visie-technologie, pick-and-place, vacuüm, ...

Een ander benodigd aspect betreft de producthantering. Dit is de manier waarop de producten verplaatst en gegrepen kunnen worden door middel van robots (bijvoorbeeld gebruik van vacuüm, grijpers, ...).

Na het verwerken van enkele concrete concepten leidt dit tot het maken van mogelijke schetsen binnen een CAD-programma. Hieruit volgt dan ruwweg een stuklijst van de benodigde componenten en een beter visueel overzicht van het geheel.

Elk concept wordt evenwaardig afgewogen ten opzichte van elkaar. Onderstaand zijn alle belangrijke parameters opgesomd die geëvalueerd en onderzocht werden tijdens dit technologisch vergelijking:

- aansluiting bij onze toepassing,
- veiligheid,
- mogelijke bijkomende modules,
- type en fabrikant,
- feedback bij storing van fabrikant,
- prijs,
- complexiteit,
- inbouwmaat,
- snelheid,
- capaciteit → inclusief groeifactor,
- onderhoud,
- kwaliteit,
- reiniging met water en ozon,
- voedingsindustrie.

Een latere doelstelling bevat het uitschrijven van dit uitgebreid rapport. Dit rapport zal de uiteindelijke oplossing verduidelijken aan de hand van de gemaakte keuzes en specificaties.

De laatste doelstelling is het praktisch realiseren van het gekozen ontwerp. Dit houdt zowel de afwerking van het definitieve ontwerp in, als de opbouw van de installatie en de programmatie.

Een extra algemene doelstelling is de communicatie doorheen de verschillende aandachtspunten en het gehele project. Dit aspect is zowel intern als naar externe instellingen cruciaal.

1.5 Vooruitblik

In de toekomst is het de bedoeling om dit totale project praktisch te integreren. Daarbij worden bepaalde fabrikanten geselecteerd voor de volledige bouw van de lijn. Dit omvat zowel het gedetailleerde mechanische gedeelte als het softwarematige gedeelte, het finetunen en in dienst nemen van de installatie.

Verder biedt het een meerwaarde om het magazijn te vernieuwen. Dit is mogelijk door het gebruik van *tags* die gegevens opslaan over de inhoud en locatie van de transportcontainers. Dit resulteert in een beter overzicht van de actuele ruimtebenutting en tussenvoorraad.

Een extra uitbreiding in een later stadium is een geautomatiseerde koppeling tussen de verpakking en de etikettering. Dit betekent dat de verpakte visproducten automatisch worden gestockeerd en opgevraagd voor on- en offline etikettering wanneer nodig.

Ten slotte is het gewenst om een deel van de productie online te etiketteren. Dit houdt in dat enkele schaaltes rechtstreeks na de verpakkingsmachines hun baan vervolgen naar de etikettering. Hier moet het echter steeds mogelijk blijven om de producten ook offline te kunnen etiketteren.

2 Product

2.1 Verschillende producten

De eindproducten zijn kant en klare visverpakkingen. Deze verpakkingen bestaan uit verschillende materialen zoals aluminium, isomo of plastic. De trays bevatten een klantspecifiek label en individueel gewicht. In het totaal zijn er 57 verschillende soorten producten. Enkele voorbeelden hiervan zijn forel, scampi's, zalm, carpaccio, zeewier, ... Onderstaande Figuur 3 toont enkele verpakte en gelabelde producten in hun eindfase.



Figuur 3: Voorbeelden van eindproducten

2.2 Verschillende verpakkingen

Door de grote productvariëteit heeft niet elk product een specifieke verpakking. Dit wil zeggen dat verschillende producten toch in identieke verpakkingen terecht kunnen komen. De verschillende soorten verpakkingen / schaaltes zijn weergegeven in volgende tabel met elk hun bijhorende vorm, kleur en afmetingen:

Tabel 1: Gegevens verpakkingen

| Soort bakje | Lengte [mm] | Breedte [mm] | Hoogte [mm] | Kleur | Materiaal | Vorm |
|----------------------|-------------|--------------|-------------|-------------------|--|-----------|
| Ovalen potjes | 138 | 106 | 36 | Transparant | APET TR | Ovaal |
| Alu schaal diep | 220 | 150 | 44 | Natural aluminium | Aluminium | Rechthoek |
| Alu schaal ondiep | 220 | 150 | 33 | Natural aluminium | Aluminium | Rechthoek |
| Isomo 36 wit | 230 | 144 | 36 | Wit | Isomo | Rechthoek |
| Tweevaks isomo | 230 | 145 | 33 / 28 | Wit | Isomo | Rechthoek |
| VP9-35 glashelder | 230 | 145 | 35 | Transparant | RPP (random copolymer) | Rechthoek |
| Isomo 20 wit | 230 | 144 | 20 | Wit | Isomo | Rechthoek |
| Isomo 27 wit | 230 | 144 | 27 | Wit | Isomo | Rechthoek |
| Isomo 27 zwart | 230 | 144 | 27 | Zwart | Isomo | Rechthoek |
| Isomo maat 45 wit | 250 | 180 | 45 | Wit | Isomo - EPS + PE contactliner (schaal) | Rechthoek |
| Isomo maat 35 | 250 | 180 | 35 | Wit | Isomo - EPS + PE contactliner (schaal) | Rechthoek |
| Zwarte isomo maat 65 | 250 | 180 | 65 | Zwart | Isomo - EPS | Rechthoek |
| Foreltray | 328 | 128 | 30 | Wit | PET ABA | Rechthoek |

2.3 Logistiek en procesflow

Het verwerken van de producten kent volgende procesafloop binnen het bedrijf:

1. Toelevering van visproducten

Een eerste fase binnen het bedrijfsproces is het verwerken van de toelevering van verse vis. Deze vis is afkomstig uit IJsland, Schotland, Noorwegen of Vietnam. Het ontgraten van de vis gebeurt aan de bron alvorens het transport naar België. Dit gekoeld transport vervolgt zijn weg rechtstreeks naar Levenstond Seafood.

2. Ontvellen

Een groot percentage van de toegeleverde verse vis beschikt nog over vel. Een eerste behandeling op deze producten is het ontvellen. Dit gebeurt machinaal met handmatige aanvoer.

3. Versnijden

Een volgende stap in het proces is het versnijden van de ontvelde en ontgraatte vis. Dit kan zowel handmatig als deels machinaal gebeuren. De versneden vis gaat hierna in grotere hoeveelheden in isomo dozen naar de verpakkingshal.

4. Verpakken

In de verpakkingshal worden de visproducten in schaaltes gelegd, waarna een verpakkingsmachine deze afdicht met een folie. De verpakte producten gaan van hieruit via een transportsysteem naar de frigo. Hierbinnen bevindt zich de tussenvoorraad. Het automatiseren van dit geheel wordt behandeld binnen deze scriptie (in combinatie met de tussenvoorraad uit stap 5).

5. Tussenvoorraad

De tussenvoorraad is het frigogedeelte om de verpakte producten tijdelijk te stockeren alvorens de etikettering (zie Figuur 4). In deze ruimte bevinden er zich continu gemiddeld ± 10.000 schalen en de temperatuur bedraagt er tussen de 0 en 2°C. Elke transportcontainer telt ongeveer een inhoud van 300 schalen. Dit levert een totaal van ongeveer 33 bakken binnen de stockageruimte.



Figuur 4: Tussenvoorraad

6. Etikettering

Iedere ochtend ontvangt Seafood nieuwe klantorders. Op basis van deze orders krijgen de verpakte schaaltes hun klantspecifiek etiket. Dit etiket bevat alle wettelijke informatie zoals de houdbaarheidsdatum, het klantlogo, het gewicht, een lijst met de ingrediënten, ... Dit etiketteren gebeurt op 3 verpakkingslijnen. Deze zijn deels automatisch maar vereisen steeds een manuele producttoevoer en afvoer.



Figuur 5: Etikettering

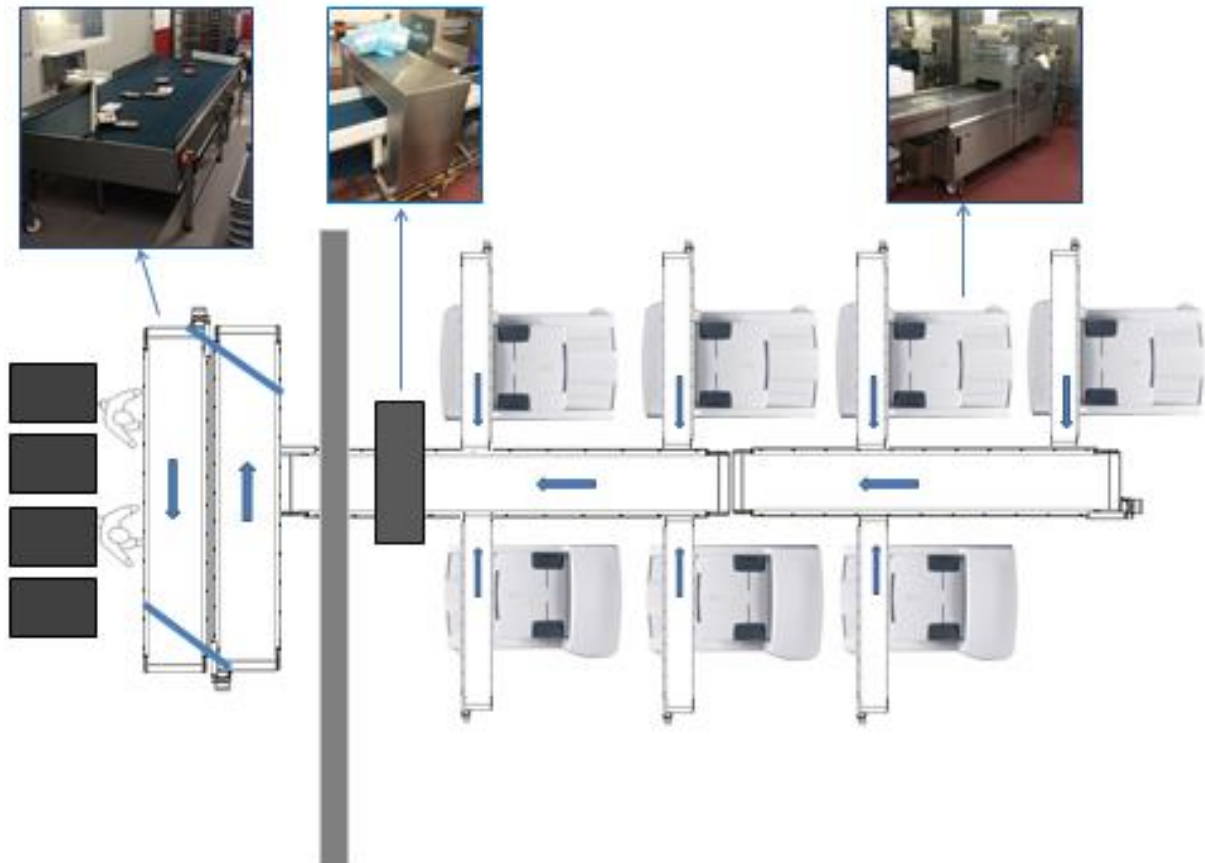
7. Verdeling

Na afloop van het volledige bewerkingsproces volgt de verdeling van de goederen. Dit gebeurt via een eigen transportbedrijf. De producten worden verdeeld tussen Vandermaesen en Seafood. Beide behoren tot het familiebedrijf "Levenstond". Deze bedrijven bezorgen hun eindproducten aan hun respectievelijke afnemers. De tijdspanne van aanlevering tot de verdeling van de producten neemt ongeveer één dag in beslag. Dit wil zeggen dat de dag na de plaatsing van het klantorder de producten mogelijk al in de rekken liggen.

3 Actueel verpakkingsproces

3.1 Werking

Het actuele proces bestaat uit 7 individuele verpakkingsmachines. Het bovenaanzicht van de opstelling is weergegeven in Figuur 6:



Figuur 6: Actueel proces

De input van de machines bestaat uit verpakkingschaaltjes met allerlei visproducten als inhoud. De schaaltes worden geseald in deze machines onder beschermde atmosfeer. Afhankelijk van het soort vis in de verpakking zijn er 13 verschillende soorten schaaltes met elk hun specifieke afmetingen en vorm.

Wanneer alle verpakkingsmachines hun maximale werkingsnelheid en productcapaciteit benutten levert dit een totaal aantal schaaltes van $\pm 100/\text{min}$. Er is echter geen communicatie tussen de verschillende machines. Deze werken allemaal op het “stand alone” principe.

Alle verpakte producten van deze individuele machines komen samen op 1 centrale afvoerband. Bij deze handeling gebeurt het soms dat schaaltes op elkaar komen te liggen. De output van de machines houdt immers geen rekening met reeds gebruikte posities op de gemeenschappelijke band bij het toevoegen van de nieuwe schaaltes.

De centrale afvoerband bestaat uit twee aparte transportbanden aangezien het bedrijf in de loop der jaren gegroeid is. Oorspronkelijk stonden er 4 verpakkingsmachines met een kleinere transportband. Door een toenemende klantvraag is er geïnvesteerd in 3 extra machines, die achteraf zijn bijgeplaatst samen met een 2^e transportband.

Alle producten passeren op deze centrale afvoerband een metaaldetector die de verpakking controleert op metaaldeeltjes voor de voedselveiligheid. Deze metaaldetector wordt geijkt op basis van de mogelijke aluminium verpakkingen, zodat de aluminium bakjes op zich geen afkeur krijgen. Indien de detector echter wel ongewenste deeltjes detecteert, is er een afkeurschuif voorzien die ongewenste producten zal scheiden van de goede.

De producten op de verzamelband vervolgen nu hun weg naar het frigogedeelte. Hier heerst een temperatuur tussen de 0 en 2°C. Binnen de frigo zullen de producten circuleren met behulp van een ring-buffersysteem. Deze buffer bestaat uit 2 transportbanden, evenwijdig aan elkaar en met een tegengestelde draaizijn. Aan de uiteinden is telkens een geleidingsplaat voorzien die ervoor zorgt dat de producten van de ene band overschuiven naar de andere. Dit creëert hetzelfde principe als dat van een draaitafel. Bij het actueel ontwerp van dit buffersysteem is het zo dat wanneer de producten niet dadelijk van de tafel worden verwijderd, deze kunnen opstapelen en soms zelfs ondersteboven komen te liggen.

Vervolgens dienen operatoren de verschillende producten manueel te sorteren en in transportcontainers te plaatsen. Wanneer een transportcontainer gevuld is verplaatsen de operatoren deze naar hun stockageplaats binnen de frigorimte en plaatsen een lege container in de plaats.

Op deze stockagelocatie worden de transportcontainers later opgehaald om de producten individueel te etiketteren. Deze fase bevat ook het manueel ontladen van de transportcontainer, product per product. Aan het eind van deze etiketteerlijn plaatst de operator de producten in een ander type transportbak. Deze bak is gedimensioneerd op basis van de klantvraag. Dit wil ook zeggen dat de transportcontainers tussen het verpakken en etiketteren steeds intern blijven.

3.2 Verpakkingsmachine

De verpakkingsmachines zijn van het merk *CAVECO* en het type “*YPSILON*”. Deze zullen de versneden vis in de schaaltes afdichten met een plastic folie onder beschermde atmosfeer en gas. De machines zijn geschikt voor verschillende soorten schaaltes en folies. Figuur 7 toont een afbeelding van de machine. De verschillende typen folies hebben een dikte tussen de 25 μm en 56 μm .

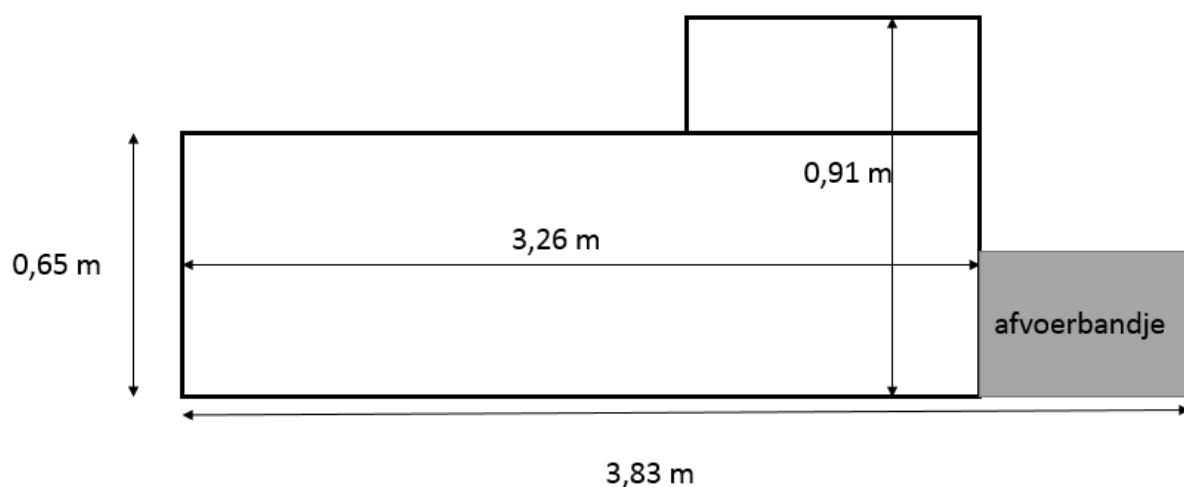


Figuur 7: Verpakkingsmachine *CAVECO* – *YPSILON* [1]

Elke machine is PLC gestuurd en werkt aan een tempo van maximaal 7 slagen per minuut. Afhankelijk van het type eindproduct zullen er per slag 1 of 2 schaaltes gelijktijdig worden verpakt. Eén machine levert dus maximaal 14 afgesloten schaaltes per minuut aan de centrale band.

Wanneer men na een volledige productreeks een verschillend product wil verpakken met andere afmetingen dient de machine te worden omgebouwd. Hierbij plaatsen de werknemers een andere verpakkingsmal in de machine en bevestigen dit via een bedieningspaneel.

In de verpakkingshal staan 7 individuele machines, die niet allemaal dezelfde afmetingen hebben. Deze hebben echter wel allemaal dezelfde functionaliteit en flexibiliteit. De afmeting van de grootste machine is weergegeven in Figuur 8:



Figuur 8: Afmeting grootste machine

3.3 Reiniging

Het personeel reinigt de machines dagelijks met schuim en water omwille van de vereiste netheid en hygiëne. Om de hygiëne te kunnen waarborgen gebeurt er wekelijks een desinfectie met ozon. Dit heeft als complicatie dat het gebruik van natuurlijke rubbers uitgesloten zijn in de volledige installatie. Het ozon tast dit type rubbers aan en dit kan uiteindelijk leiden tot het falen van het rubberproduct. Alle rubbers dienen dus van synthetische aard te zijn.

3.4 Transportband

Alle gesealde schaaltes komen terecht op een centrale transportband. Deze band is direct on-line geschakeld. Door een reductie in de motor, die aan 1380tr/min draait, bekomt men aan de uitgaande as een snelheid van 50 tr/min. Dit resulteert in een transportband die ongeveer beweegt met een vaste snelheid van 0,4 m/s.

3.5 Enkele problemen bij actueel proces

- Niet alle producten belanden op dezelfde manier op de transportband. Deze hebben dus verschillende oriëntaties.
- De producten kunnen opstropen doordat er geen controle aanwezig is of er zich al een product op de centrale band bevindt bij het bijvoegen van de volgende producten. Hierdoor belanden de producten soms ook op of over elkaar.
- Op de buffertafel kunnen de producten soms ondersteboven komen te liggen door de wrijving van de verschillende verpakkingsmaterialen ten opzichte van de geleidingsplaten.
- Sommige verpakkingen bevatten geen folie wanneer de sealing niet correct is doorgevoerd.
- De verpakkingen worden soms geplet in de verpakkingsmachines wanneer deze niet correct waren uitgelijnd. Hierdoor komen vervolgens dus beschadigde schaaltes op de transportband.

4 Concepten & technologieën

In dit hoofdstuk is er een onderscheid gemaakt tussen de verschillende technologieën die voorhanden zijn binnen de industrie en de verschillende concepten waarbinnen deze technologieën zijn geïntegreerd.

4.1 Technologieën voor productsortering

4.1.1 Visiecamera

Mogelijke systemen:

- Lijncamera
- Barcode
- 3D
- QR-code
- Sticker
- Kleur
- Afmeting
- ...

Volgende tabel toont de voor- en nadelen van visiesystemen:

Tabel 2: Voor- en nadelen van visiesystemen

| Voordelen | Nadelen |
|--|--|
| Eenvoudige oriëntatiebepaling | Reflecties van de folie |
| Dynamische middelpuntbepaling van de producten | Complexer als schaaltes tegen elkaar staan of op elkaar liggen |
| Detectie van de defecte schaaltes | Veel verschillende vormen en afmetingen |
| Repeteerbaarheid | Verschillende verpakkingsmaterialen |
| Snelheid | Lichtbron nodig |
| Eventueel hoogte bepalen van de producten | Invloed van het omgevingslicht |
| | Verschillende kleuren van verpakkingen |
| | Vis is een natuurproduct |

Opmerking:

- Bij gebruik van een QR-code of barcode kan het nadeel van de reflectie op de folie grotendeels worden vermeden.
- Het gebruik van infraroodlicht vermindert sterk de invloed van het omgevingslicht. Dit brengt echter wel een meerkost met zich mee.
- Het herkennen van de verpakking inhoud is complex met visie, aangezien de inhoud een natuurproduct is. Mogelijke condens binnen de verpakking kan hierbij ook voor extra problemen zorgen. Voor deze specifieke toepassing komt dit fenomeen *niet* voor aangezien de producten eerst worden afgekoeld alvorens het verpakken.
- De camera's vereisen een speciale uitvoering voor de voedingsindustrie. Hierbij zijn glazen lenzen bijvoorbeeld niet toegestaan en dient de IP-waarde minstens 67 te bedragen.
- Camera's met 3D functionaliteit bieden de mogelijkheid tot het volledig analyseren van het product. Dit biedt als voordeel dat geplette producten (schaaltjes) kunnen worden gedetecteerd.

4.1.2 HMI

Een HMI (Human Machine Interface) is een gebruikersinterface om informatie te visualiseren en om flexibel parameters in te stellen. Dit maakt interactie mogelijk tussen mens en machine en is vrij te programmeren. Deze modules communiceren met PLC's en of pc's.



Figuur 9: Siemens HMI [2]

Volgende tabel toont de voor- en nadelen van een HMI-scherm:

Tabel 3: Voor- en nadelen van een HMI-scherm

| Voordelen | Nadelen |
|--|--------------------|
| Overzichtelijk | Kostprijs |
| Parameters eenvoudig te wijzigen | Extra programmatie |
| Mogelijkheid om gegevens van de werknemers bij te houden aan bepaalde machines | |
| Visuele controle van het systeem | |
| Mogelijkheid om eventuele waarschuwingen te tonen | |
| Mogelijkheid om stappenplan te tonen bij ombouw etc. | |
| Vrij programmeerbaar | |

Opmerking:

- Indien de werknemers eenvoudig kunnen ingeven welk product er op een bepaald moment wordt verpakt, op een specifieke machine, is het mogelijk om deze informatie te gebruiken in het verdere proces. Aan deze instelling kunnen bijvoorbeeld afmetingen zijn gekoppeld van de gebruikte verpakkingsschaaltjes. Deze zijn belangrijk voor de verdere automatische handelingen binnen het proces zoals het grijpen en stapelen van de producten.
- Verder kan men met dergelijke aanraakschermen ook controles uitvoeren. Wanneer er bijvoorbeeld een bepaald deel van de machine dient te worden omgebouwd, is het mogelijk om dit te detecteren met sensoren en vervolgens visueel weer te geven. Wanneer er bepaalde onderdelen niet in de correcte stand zijn gepositioneerd, kan er vervolgens een melding verschijnen om dit aan te geven.
- Een extra mogelijkheid is om het gehele proces op te volgen. Dit kan onder andere een overzicht tonen van de resterende capaciteit binnen de te beladen transportbakken.

4.1.3 FlexPicker

Een FlexPicker of delta robot is een robot van het “*top loading*” principe. Deze heeft steeds een plafond of framemontage, waarbij het werkbereik zich onder de robot bevindt. Het werkbereik is een verticale cilinder die naar het einde toe vernauwt. In een 4-assige uitvoering kan deze robot niet enkel verplaatsen, maar ook **oriënteren**. Dergelijke robot is weergegeven in Figuur 10:



Figuur 10: FlexPicker [9]

De voor- en nadelen van een FlexPicker zijn weergegeven in volgende tabel:

Tabel 4: Voor- en nadelen van een FlexPicker

| Voordelen | Nadelen |
|---|---|
| Hoge snelheid | Relatief duur |
| Montage in de hoogte (ruimtebesparing) | Minstens 2 nodig voor de hoge productflow |
| Oriëntering van product mogelijk | |
| Plafondmontage is beter voor de hygiëne / reiniging | |
| Flexibiliteit | |

Opmerking:

- Om producten dynamisch van een transportband te grijpen op variabele posities dient dit concept gecombineerd te worden met een visiesysteem (en mogelijk encoders).
- Dergelijke robot kan worden gebruikt om aan een hoge snelheid producten te sorteren of met de producten een bepaald patroon te vormen.
- De robot dient bestand te zijn tegen lage temperaturen en vochtige omgevingen.

4.1.4 Omnidirectional conveyor

Een omnidirectional conveyor is een speciale uitvoering van een transportband waarbij verschillende wieltjes individueel worden aangestuurd door servomotoren. Hierdoor is het mogelijk om producten specifieke patronen of paden te laten volgen. Dit systeem is afgebeeld in Figuur 11:



Figuur 11: Omnidirectional conveyor [14]

Volgende tabel toont de voor- en nadelen een omnidirectional conveyor:

Tabel 5: Voor- en nadelen van een omnidirectional conveyor

| Voordelen | Nadelen |
|---|---------|
| Flexibel | Duur |
| Sorteren zonder verticale verplaatsing | Complex |
| Dynamisch | |
| Uitlijnen van producten mogelijk | |
| Draaien / verenkelen van producten mogelijk | |

Opmerking:

- Om de servomotoren correct aan te sturen die de producten verplaatsen dient dit concept wederom gecombineerd te worden met een visiesysteem.
- Een ander uitvoeringstype van deze technologie is een transportband waarbij de wieltjes op een draaiende transportband zijn geplaatst. Wanneer deze wieltjes onder een vaste hoek zijn gepositioneerd is het mogelijk om producten uit te lijnen tegen een wand. Deze systemen vereisen geen visie, maar kunnen niet sorteren.
- Een laatste uitvoering bevat een transportband met wieltjes, waaronder bepaalde plateau's via een aansturing tegen de band kunnen worden gedrukt. Wanneer deze in contact komen met de band zullen de wieltjes lokaal worden aangedreven. Dit levert een verplaatsing op van de bovenliggende producten. Hierdoor is het beperkt mogelijk om een sortering door te voeren in combinatie met een visiesysteem.

4.2 Concepten van sortering

4.2.1 4 individuele transportbanden

Wanneer de producten na de verpakkingsmachines rechtstreeks op individuele banden terecht zouden komen zijn deze direct gesorteerd. Ze zijn immers reeds gesorteerd aan de input van de machines. Dit is zo aangezien elke machine slechts één producttype gelijktijdig verpakt.

Volgende tabel toont de voor- en nadelen van het gebruik van 4 individuele transportbanden:

Tabel 6: Voor- en nadelen van 4 verschillende transportbanden

| Voordelen | Nadelen |
|---|--|
| Direct gesorteerd | Nieuwe banden (kost) |
| Betere oriëntatie mogelijk van de producten | Neemt veel ruimte in beslag |
| Overzichtelijk | “Niet” mogelijk om 5 of meer verschillende producten gelijktijdig te verpakken |

Opmerking:

- In de actuele verpakkingslijn gebeurt een controle op metaal en aluminiumdeeltjes met een metaaldetector. Bij het gebruik van meerdere transportbanden, zouden deze elk een metaaldetector vereisen.
→ Mogelijke oplossing: Om de meerkost te besparen van 3 of 4 nieuwe metaaldetectoren is het mogelijk om de metaaldetectie te verplaatsen naar de etiketteerlijnen. Hier zijn slechts 3 lijnen en dus ook maar 3 metaaldetectoren nodig. Dit zou een extra benodigd aantal opleveren van 2 i.p.v. 3 of 4 zoals bij bovenstaand concept.
- Elke machine dient de producten te kunnen aanvoeren op alle banden (eventueel met ombouw). Dit is gewenst om de maximale flexibiliteit te kunnen benutten.
- Dergelijk principe kan ook een uitvoering bevatten met één brede transportband die verdeeld is in 4 m.b.v. tussenschotten. Hierbij is het echter niet mogelijk om de snelheid van de verschillende banen individueel te regelen. Dit levert een extra energieverspilling wanneer niet alle banen in gebruik zijn. Individuele motoren (transportbanden) zouden in dit geval kunnen worden uitgeschakeld.

4.2.2 7 individuele transportbanden

Om bij elke verpakkingsmachine de maximale flexibiliteit te creëren om individuele producten te kunnen scheiden is het een oplossing om 7 individuele transportbanden te voorzien zoals weergegeven in Figuur 12. Hierbij is het mogelijk om gelijktijdig 7 verschillende producttypen gescheiden te houden. Dit levert echter wel het probleem dat wanneer meerdere banden hetzelfde product bevatten, deze ook in dezelfde transportbak dienen terecht te komen.



Figuur 12: 7 individuele transportbanden

De voor- en nadelen van dit concept zijn weergegeven in de volgende tabel:

Tabel 7: Voor- en nadelen van 7 individuele transportbanden

| Voordelen | Nadelen |
|---|---|
| Direct gesorteerd | Nieuwe banden (kost) |
| Betere oriëntatie mogelijk van de producten | Neemt veel ruimte in beslag |
| Elke machine kan gelijktijdig een ander product verpakken | Complexere belading |
| Flexibiliteit | Wanneer meerdere machines hetzelfde product verpakken is het complex om deze achteraf terug samen te krijgen. Als dit niet gebeurt zouden dezelfde producten in verschillende bakken terecht komen. |

Opmerking:

Zelfde opmerkingen als bij paragraaf “4.2.1: 4 individuele transportbanden”.

4.2.3 Transportbanden boven elkaar

Wegens de beperkte ruimte is een mogelijke oplossing om de verschillende transportbanden boven elkaar op te stellen zoals weergegeven in Figuur 13. Bij dit concept heeft elke verpakkingsmachine afzonderlijk de mogelijkheid om zich te koppelen aan de verschillende banen (boven elkaar). Dit gebeurt dan door modulaire transportbanden in de hoogte na de verpakkingsmachines.

Het resultaat van dit concept zijn 4 individuele transportbanden die elk slechts 1 producttype gelijktijdig bevatten.



Figuur 13: Transportbanden boven elkaar

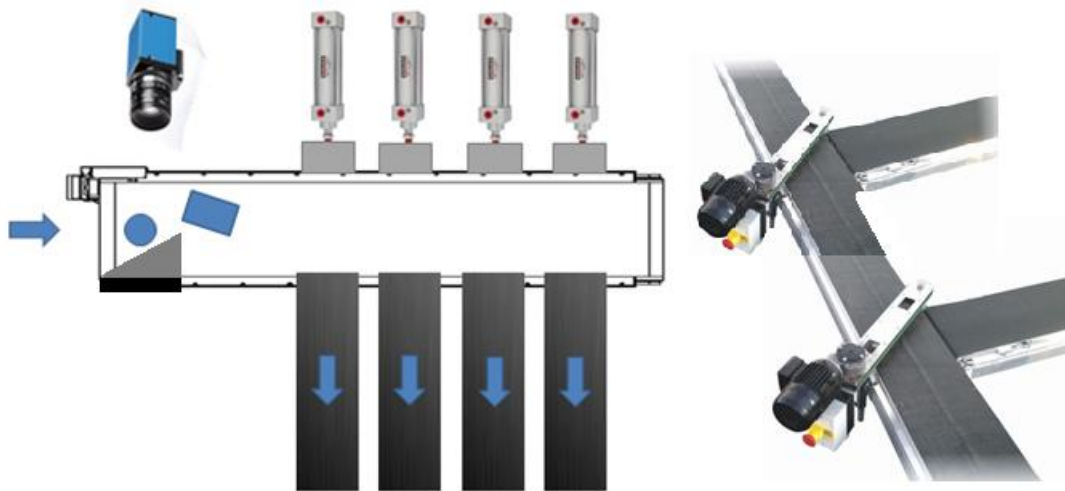
De voor- en nadelen van verschillende transportbanden boven elkaar zijn weergegeven in volgende tabel:

Tabel 8: Voor- en nadelen van verschillende transportbanden boven elkaar

| Voordelen | Nadelen |
|-------------------|--|
| Direct gesorteerd | Nieuwe banden (kost) |
| Ruimtebesparing | Correcte instelling van het personeel vereist voor de modulaire transportbanden |
| | “Niet” mogelijk om 5 of meer verschillende producten gelijktijdig te verpakken |
| | Niet overzichtelijk |
| | Complexere transportbanen op de producten terug op dezelfde eindhoogte te verkrijgen |
| | Moeilijker onderhoud door de krappe opstelling in de hoogte |

4.2.4 Sorteren met zuigers en verschillende schuiven

Dit concept sorteert de producten d.m.v. visie in combinatie met pneumatische cilinders. Er zijn meerdere afvoerschouven achter elkaar geplaatst en elk producttype behoort tot één van de schouven. Het aantal schouven bepaalt het maximaal aantal verschillende producten dat gelijktijdig kan worden verpakt. Dit is weergegeven in Figuur 14:



Figuur 14: Sorteren in afvoerschouven

De voor- en nadelen van het sorteren met zuigers en schouven zijn opgesomd in volgende tabel:

Tabel 9: Voor- en nadelen van sorteren met zuigers en schouven

| Voordelen | Nadelen |
|--------------------|---|
| Eenvoudig sorteren | Productflow te hoog voor 1 dergelijk systeem |
| Goedkoper | Visie nodig (zie nadelen van visie) |
| | Producten kunnen worden beschadigd |
| | Producten moeten een bepaalde onderlinge tussenafstand hebben |
| | De producten mogen niet naast elkaar liggen |

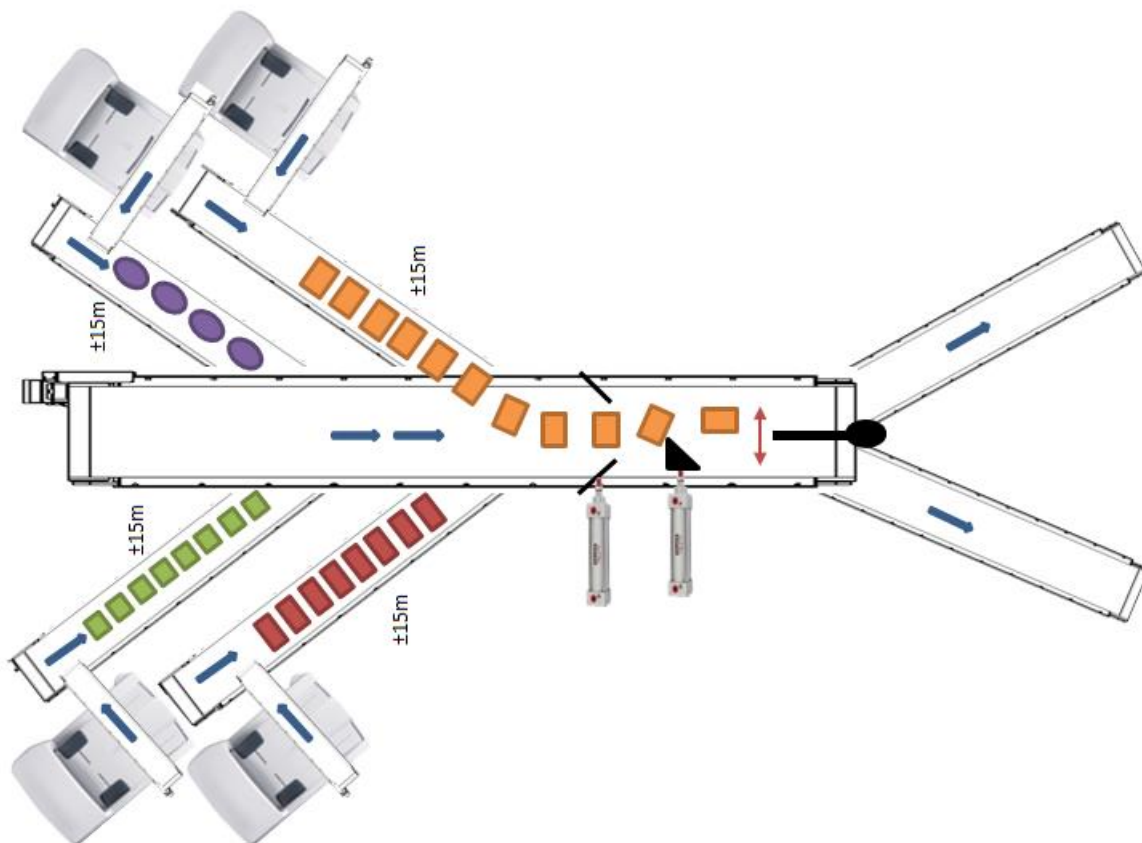
Opmerking:

- Om de cilinders op het correcte tijdstip aan te sturen dient dit concept gecombineerd te worden met een visiesysteem.
- De *pusher-units* moeten gesynchroniseerd zijn met de bandsnelheid. Dit vereist meestal een encoder wanneer de bandsnelheid instelbaar is.
- De producten dienen op voorhand verenkend te zijn met een bepaalde minimale tussenafstand.
- Het systeem moet kunnen garanderen dat de producten niet worden beschadigd.

4.2.5 Individuele buffertransportband per machine

Bij onderstaand concept heeft elke verpakkingsmachine een individuele buffertransportband. Hierop zal elke machine een buffer opbouwen. De buffer bestaat bijvoorbeeld uit 20 gesealde schaaltes achter elkaar met relatief dezelfde oriëntatie. Wanneer een buffer volledig is zal deze gehele bufferlading getransporteerd worden naar een automatische beladingsinstallatie. Dit principe is weergegeven in Figuur 15.

De beladingsinstallatie laat pas de volgende buffer komen wanneer de vorige volledig is verwerkt en beladen.



Figuur 15: Buffertransportbanden

Bij de overgang van de bufferbanden naar de beladingsband is het belangrijk om de schaaltes te begeleiden met een rechtopstaande transportband. Dit is enkel noodzakelijk wanneer men de oriëntatie wenst te behouden. Hierbij dient deze rechtopstaande geleidingsband even snel te draaien als de beladingsband. Wanneer dit niet gebeurt kunnen de producten willekeurige verdraaiingen ondergaan omwille van de wrijving.

De voor- en nadelen van dit systeem zijn opgelijst in volgende tabel:

Tabel 10: Voor- en nadelen van een individuele buffertransportband

| Voordelen | Nadelen |
|---|---|
| Slechts 2 beladingsunits nodig | Neemt veel plaats in beslag |
| Geen opstopping | Soms wachttijden tot een bepaalde buffer beladen is |
| Uitlijning van de producten verkrijgen | |
| Instelbare aanvoersnelheid van de producten | |

Opmerking:

- De installatie dient te weten welk product uit de verpakkingsmachines komt. Dit kan gebeuren met een visiesysteem of via een manuele ingaven door de machineoperator. Dit is belangrijk om de buffer zo optimaal mogelijk te vullen.
- Een mogelijkheid om de plaatsbeperking op te vangen is door gebruik te maken van spiraaltransportbanden als buffer. Dit levert echter een complexer transportsysteem.
- Wegens de hoge productiehoeveelheid kan dergelijke installatie niet dienen voor alle 7 verpakkingsmachines. Hierdoor dient dit twee keer te worden uitgevoerd, waardoor de productflow *halveert*.

4.3 Technologieën voor automatische belading (na sortering)

4.3.1 Pick-and-place XYZ-tafel

Eén van de mogelijke concepten om de schaaltes automatisch te beladen in de transportcontainers is door gebruik te maken van een XYZ-tafel zoals weergegeven in Figuur 16:



Figuur 16: Pick and place unit [10]

Volgende tabel toont de voor- en nadelen van dergelijke pick-and-place units:

Tabel 11: Voor- en nadelen van een XYZ-tafel

| Voordelen | Nadelen |
|--|--|
| Eenvoudig | Grote reikwijdte nodig (<i>afhankelijk van type transportbak</i> → zie paragraaf 4.6) |
| Robuust | Oriëntatie dient op voorhand te gebeuren bij zuivere XYZ-translaties |
| Flexibel | Beperkt werkgebied |
| Grote lasten mogelijk en uniform draagvermogen over werkgebied | Dure geleidingen |
| Goede lineaire geleidingen | |
| Hoge stijfheid / nauwkeurigheid | |

Opmerking:

- Er dient informatie gekend te zijn van de te beladen producten. Hierbij is het de hoogte van de producten de belangrijkste variabele. Deze hoogte bepalen is mogelijk met een visiesysteem, of een alternatieve hoogtemeting.
- De machine dient bestand te zijn tegen lage temperaturen en vochtige omgevingen.

4.3.2 Industriële robot

Een industriële robot kan ingezet worden voor het beladen van de schaaltes in de transportcontainers. Een industriële robot is weergegeven in Figuur 17:



Figuur 17: Industriële robot [3]

In onderstaande tabel zijn de voor- en nadelen van een industriële robot weergegeven:

Tabel 12: Voor- en nadelen van een industriële robot

| Voordelen | Nadelen |
|---|--|
| Flexibel (kan bv. gebruikt worden voor 2 transportbakken) | Kostprijs |
| Productoriëntatie mogelijk | Grote reikwijdte nodig |
| Hoge snelheid | Geen uniform draagvermogen binnen werkbereik |
| Groot werkgebied t.o.v. benodigde werkvloeroppervlakte | Massatraagheid afhankelijk van stand van de arm |
| Meerdere oriëntaties mogelijk voor eenzelfde positie | Lagere nauwkeurigheid |
| | Kostprijs veiligheidscomponenten (hekwerk, veilige PLC, ...) |

Opmerking:

- Er dient informatie gekend te zijn van de te beladen producten. Hierbij is het de hoogte van de producten de belangrijkste variabele. Deze hoogte bepalen is mogelijk door middel van een visiesysteem, of een alternatieve hoogtemeting.
- Deze robots moeten uitgevoerd zijn voor een voedingsomgeving.
- Een industriële robot werkt *meestal* binnen een kooi / afscherming
- Een robot van het SCARA-type biedt ook een mogelijk oplossing. Dergelijke robots halen een zeer hoge snelheid en zijn geschikt om producten te verplaatsen in een horizontaal vlak. Deze hebben slechts 4 assen. Dit geldt ook voor een palletiseerrobot.

4.3.3 Liftsysteem

Een liftsysteem kan een oplossing bieden bij het beladen van producten op dezelfde hoogte. Wanneer de bodem van een transportbak bijvoorbeeld tekens de hoogte van het desbetreffende schaalte kan zakken is het mogelijk om de producten telkens op een vast niveau te beladen. Een liftsysteem is afgebeeld in Figuur 18.

Opmerking:

- Bijvoorbeeld schaarlift of lintra.
- Dient nauwkeurig te zijn
→ Een afwijking op elke laag kan resulteren in een relatief grote fout na meerdere lagen.



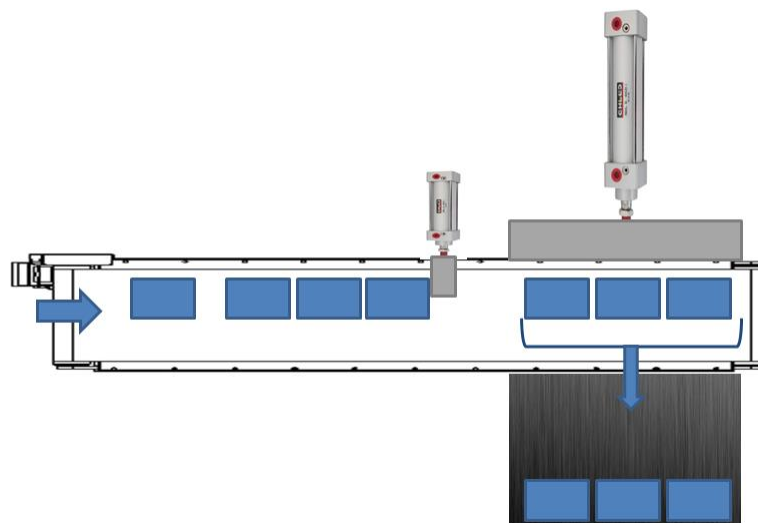
Figuur 18: Schaarlift [4]

4.4 Concepten voor automatische belading (na sortering)

4.4.1 Inschuif systeem

Mogelijkheid 1: Pushersysteem met variabele slaglengte

Bij deze opstellingen dienen de producten op voorhand uitgelijnd en gesorteerd (zie paragraaf 4.1) te zijn. Een stopper op de band kan de producten tijdelijk ophouden en bufferen. Vervolgens moet deze stopper de producten per salvo's van *X-aantal schaaltes* doorlaten en de rest terug blokkeren. Wanneer er zich een volledig salvo voor de pusher bevindt is het mogelijk om deze volledige rij op te schuiven m.b.v. een cilinder. Dit maakt het mogelijk om een uitgelijnd patroon te vormen van de schaaltes. Figuur 19 toont een schets van de opstelling.



Figuur 19: Pusher-systeem met cilinder

Volgende tabel toont de voor- en nadelen van een inschuif systeem:

Tabel 13: Voor- en nadelen van een inschuif systeem

| Voordelen | Nadelen |
|--------------------------|--|
| Eenvoudige aandrijvingen | Speciale bodem nodig in de transportbakken of aangepast systeem |
| | Oriëntatie van de schaaltes moet op voorhand correct zijn |
| | Complex met verschillende verpakkingsschaaltes |
| | Cilinder heeft variabele slaglengte nodig |
| | Producten liggen steeds allemaal in dezelfde richting in de transportbak |
| | Transportbakken niet altijd optimaal gevuld |

Opmerking:

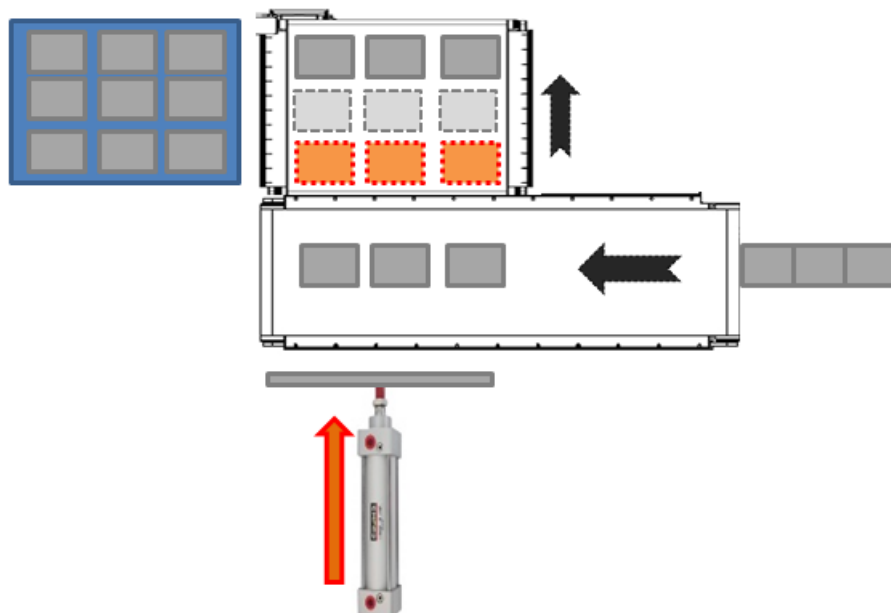
- Voor dergelijk systeem dient er informatie gekend te zijn van de te beladen producten. Hierbij zijn de lengte- en breedtemaat van de producten de belangrijkste variabelen. Deze afmetingen bepalen gaat met een visiesysteem, of een manuele ingaven via een HMI.
- Wanneer men met zulk systeem rechtstreeks wenst een transportbak te beladen is er een extra tussenlade (legger) nodig waarover de bakjes kunnen schuiven ter geleiding. Dit voorkomt dat ze niet rechtstreeks over de producten van de onderliggende laag moeten schuiven en zo kunnen opstropen. Na het maken van een volledige laag schuift deze legger weg zodat de producten op de vorige laag komen te liggen. Verder dient de bodem ook geleidelijk in hoogte te zakken per laag om een volledig stapelpatroon te verkrijgen (zie paragraaf 4.3.3).

Mogelijkheid 2: Pushersysteem met accumulerende transportbanden

Bij het gebruik van 2 accumulerende transportbanden kan de cilinder een vaste en kleinere slaglengte hebben. Dit lost deze voorgaande nadelen op. De producten liggen echter wel nog steeds allemaal in dezelfde richting in de transportbak.

De buitenafmetingen van het te beladen product dient hiervoor gekend te zijn. Deze afmetingen automatisch bepalen gaat met een visiesysteem, of via een manuele ingaven op een HMI-scherm.

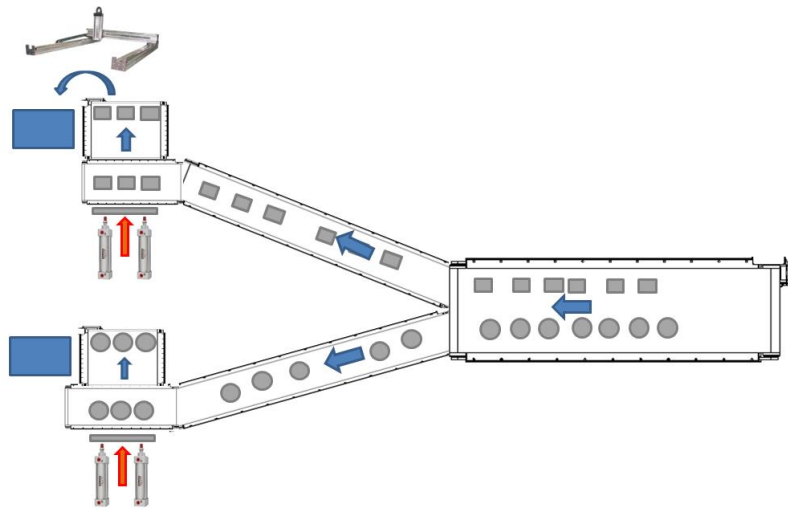
Afhankelijk van deze parameters zal de regelaar van de accumulerende band een voorgeprogrammeerde tussenafstand voorzien tussen de schaaltes. Hierdoor kan het systeem een vooropgestelde hoeveelheid producten achter elkaar uitlijnen. Vervolgens zou de cilinder / pusher de volledige rij van schaaltes op de volgende transportband drukken. Deze volgende band staat haaks op de vorige en draait hierna telkens de breedte van een schaalte door om het totale patroon binnen de oppervlakte van de transportbak te vormen. Dit principe is geschetst in Figuur 20. De oranje en lichtgrijze figuren met stippellijn geven de tussenposities aan van de verschillende rijen tijdens het vormen van de volledige laag. Als laatste kan de volledige laag worden verplaatst naar een transportcontainer d.m.v. een pick-and-place unit.



Figuur 20: Pushersysteem met accumulerende transportbanden

Toepassing van de XYZ-tafel van paragraaf 4.3.1 in combinatie met pushersysteem:

Bij dit concept gaan we ervan uit dat de schaaltes reeds gesorteerd zijn en dezelfde oriëntatie hebben (zie paragraaf 4.1). Met een transportsysteem worden de gesealde verpakkingen getransporteerd naar het beladingsstation (zie Figuur 21). In dit station komen de schaaltes op een accumulerende band terecht, die een tussenafstand zal creëren, voor het maken van een patroon. Vervolgens zal een cilinder met vaste slaglengte de volledige rij producten verplaatsen op een volgende transportband (die haaks draait ten opzichte van de voorgaande). Deze band zorgt ervoor dat de producten opschuiven om plaats te maken voor de volgende rij. Wanneer deze laatste band volledig beladen is, kunnen alle bakjes gezamenlijk in de bak gezet worden met behulp van een pick-and-place unit (XYZ-tafel of robot). De operatoren dienen in te geven welk product gefabriceerd wordt zodat de banden telkens een bepaalde afstand kunnen verplaatsen. Indien de afmetingen extern worden opgemeten door sensoren of m.b.v. camera's is het niet noodzakelijk om dit op voorhand in te voeren.



Figuur 21: Belading met pick-and-place XYZ-tafel

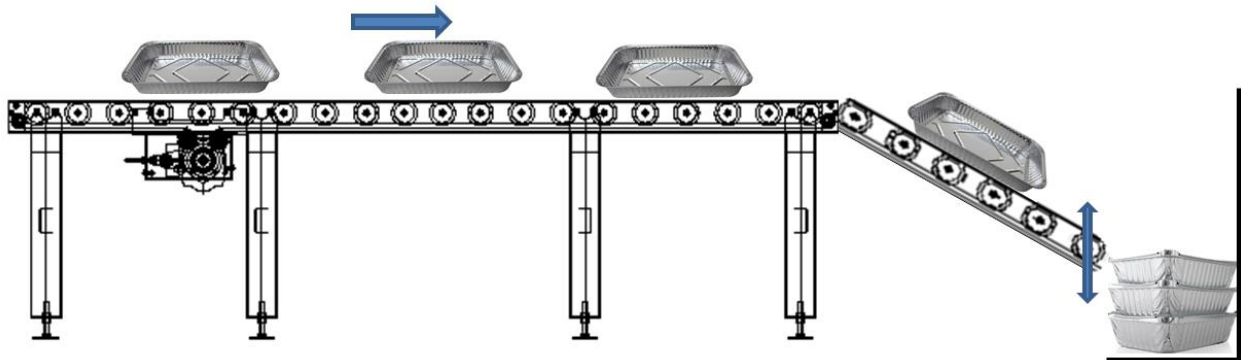
De voor- en nadelen van een doorschuifstelsel met de nadruk op de producthantering zijn in de volgende tabel weergegeven:

Tabel 14: Voor- en nadelen van het doorschuifstelsel

| Voordelen | Nadelen |
|---|---|
| Product wordt niet gegrepen | De producten kunnen opstropen als de wrijving ten opzichte van de band te hoog is |
| Geen robot / XYZ nodig | Producten kunnen geplet worden |
| Eenvoudige aandrijvingen (cilinders en transportbanden) | Producten moeten op voorhand correct zijn uitgelijnd |

4.4.2 Transportband met hoogteregeling

Wanneer een transportband in hoogte modulair is, kan deze worden gebruikt voor het stapelen van producten. Een schets is hiervan weergegeven in Figuur 22. Aangezien enkel de hoogte modulair is, kan dergelijk systeem geen volledige oppervlakte van een transportbak vullen. Dit zou enkel stapels maken van de producten.



Figuur 22: Transportband met hoogteregeling

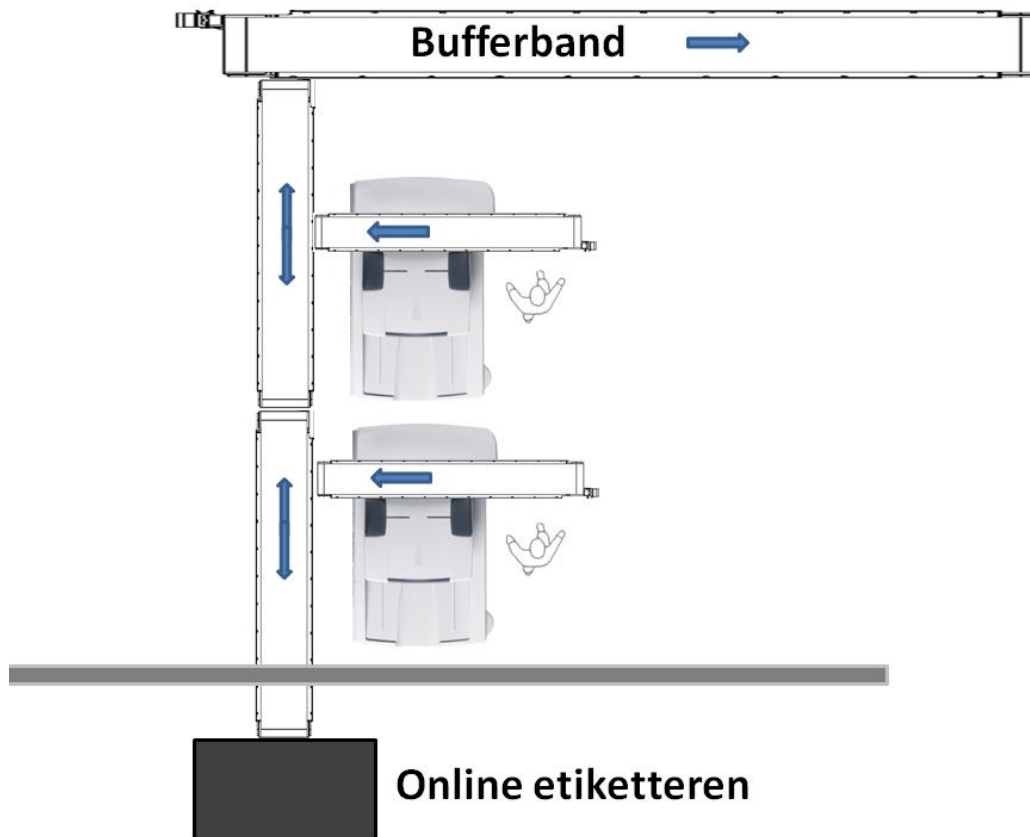
Volgende tabel toont de voor- en nadelen van een transportsysteem met hoogteregeling:

Tabel 15: Voor- en nadelen van een transportband met hoogteregeling

| Voordelen | Nadelen |
|-----------------------------|---|
| Geen pick-and-place vereist | Dit systeem kan enkel producten stapelen op 1 verticale lijn |
| | De producten moeten een bepaalde tussenafstand hebben ten opzichte van elkaar |
| | De producten dienen een correcte oriëntatie te hebben |
| | Complex met verschillende typen schaaltes |
| | Snelheid → hoge productflow |

4.5 Online etikettering

Bij dit concept zouden 2 verpakkingsmachines rechtstreeks gekoppeld zijn aan een etiketteerlijn. Hierdoor kan 1 hoofdproduct altijd rechtstreeks geëtiketteerd worden. Dit is weergegeven in Figuur 23.



Figuur 23: Online etikettering

De twee verpakkingsmachines zouden bij dit principe elk een transportband hebben die in elkaars verlengde staan (2 individuele transportbanden). Hierbij kunnen dan beide banden in dezelfde richting draaien wanneer ze dezelfde producten maken of tegengesteld als beide machines verschillende producten verpakken. Hierbij worden de producten van machine nr. 1 rechtstreeks geëtiketteerd en de producten van machine nr. 2 komen op de verzamelband terecht.

De etiketteermachine kan ongeveer 30 schalen per minuut verwerken. Een verpakkingsmachine levert maximaal 14 schalen per minuut en voor 2 machines resulteert dit in 28 schalen per minuut. Dit wil zeggen dat de etiketteerlijn de productflow van maximaal 2 machines permanent kan volgen.

- Dit concept ontlast de verzamelband van de overige toestellen doordat slecht er een kleiner aantal resterende schalen terecht komt op deze band.

Volgende tabel geeft de voor- en nadelen van online etiketteren:

Tabel 16: Voor- en nadelen van online etiketteren

| Voordelen | Nadelen |
|-----------------------------------|--|
| Minder schalen op de verzamelband | Wanneer er niet online geëtiketteerd wordt blijven er 7 machines gekoppeld aan de verzamelband |
| Geen tussenstockage meer nodig | Kan niet permanent gebeuren |
| Rechtstreekse etikettering | Afstellen van de machines ten opzichte van elkaar |
| Minder arbeid nodig | Steeds dezelfde 2 machines gekoppeld met de etiketteerlijn |
| Sortering niet nodig | |

Opmerking:

- Er mogen niet te veel producten rechtstreeks geëtiketteerd worden aangezien het bedrijf voorzichtig moeten zijn met het plaatsen van de datum en de houdbaarheid op de schaaltes naar de klant toe. Dit is te wijten aan het feit dat ze werken met een bepaalde beginvoorraad alvorens het klantorder binnenkomt. Dit stelt hun in staat om sneller te kunnen beantwoorden aan de klanteis. Hierdoor dient de productie niet vanaf nul te beginnen bij het ontvangen van een order. Aangezien er meerdere klanten zijn met elk hun persoonlijke etikettering kan dit pas achteraf gebeuren wanneer de juiste aantallen en producten gekend zijn.
- De verbinding tussen verpakking en etikettering mag niet permanent zijn aangezien men op elk willekeurig tijdstip ook handmatig het toestel wil kunnen gebruiken (of eventueel geautomatiseerd in toekomst).

4.6 Containers

4.6.1 Bakken behouden

Momenteel zijn er reeds een groot aantal transportbakken aanwezig waarin de visschaaltjes worden gestockeerd binnen de frigoruumte. Dit zijn standaard kunststof bakken op wieltjes. Hierbij is het een mogelijkheid om deze bakken te behouden voor de geautomatiseerde lijn. Figuur 24 toont een afbeelding van deze transportbakken. De afmetingen van deze bakken zijn terug te vinden in Tabel 18.



Figuur 24: Actuele transportbakken

Volgende tabel geeft de voor- en nadelen van het gebruik van de actuele transport-bakken:

Tabel 17: Voor- en nadelen van de actuele transportbakken

| Voordelen | Nadelen |
|--------------------------|--|
| Goedkoop | Producten kunnen door elkaar vallen binnen de bak |
| Eenvoudige bak | Onstabiel |
| Wieltjes onder de bak | Pick-and-place unit moet grote afmetingen hebben voor de diepte |
| Eenvoudig te verplaatsen | Kan moeilijkheden geven bij het automatisch ontladen (toekomstgericht) |

Tabel 18: Afmetingen huidige transportbakken

| | Afmetingen [cm] |
|-------------|--------------------------|
| Buitenmaten | 63 B X 98 L X 78 H |
| Binnenmaten | 57,5 B X 92,5 L X 51,5 H |

4.6.2 Bakken met universele schotten

Om de stabiliteit bij de automatisering van het beladen te verbeteren is het mogelijk om bakken te gebruiken met universele tussenschotten. Hierbij zouden de schaaltes geleidingen hebben binnen de bak, zodat het een stabiel geheel vormt. Hierdoor kunnen de schaaltes niet door elkaar vallen en geeft dit achteraf ook meer garantie op het automatisch ontladen.

Volgende tabel geeft de voor- en nadelen weer van bakken met universele schotten:

Tabel 19: Voor- en nadelen van bakken met universele schotten

| Voordelen | Nadelen |
|--|--|
| Stabiel | Moeilijk voor de verschillende producttypen |
| Eenvoudiger automatisch tasten | Moeilijk te vervaardigen |
| Mogelijkheid om automatisch te be- en ontladen | Inschuifstelsel wordt complexer door de schotten |
| | Nieuwe instelling bij ander producttype (tenzij bij het gebruik van een uniform frame voor alle bakjes. Dit levert echter geen optimale vulling op.) |

4.6.3 Kokers

Bij “4.4.2 Transportband met hoogteregeling” komen de producten op elkaar terecht in een koker. Om de capaciteit hiervan te vergroten is het mogelijk om deze kokers door te schuiven wanneer deze vol zijn. De kokers zouden als volgt in het proces ook geplaatst kunnen worden op de etiketteermachines om de schaaltes automatisch te ontladen.

Volgende tabel toont de voor- en nadelen van dit concept:

Tabel 20: Voor- en nadelen van kokers

| Voordelen | Nadelen |
|--|--|
| Mogelijkheid om automatisch te be- en ontladen | Complexere nabewerking om verschillende kokers samen te voegen |
| Stabiel | Kleinere capaciteit per koker |

4.6.4 Bakken met leggers

Dit systeem bestaat uit leggers met een voorgevormd patroon waarbij de totale oppervlakte bijvoorbeeld opgedeeld is in 12 gelijke oppervlaktes (op basis van het "grootste" bakje binnen de reeks). Hierbij zou de aflegpositie van elk product telkens dezelfde zijn. Vervolgens zouden dan de leggers op elkaar gestapeld worden tot een 'rek' op wieltjes. Hierbij komt altijd slechts 1 type product per legger. Een afbeelding van het leggerprincipe is weergegeven in Figuur 25.



Figuur 25: Voorbeeld van een voorgevormde legger [5]

Volgende tabel toont de voor- en nadelen van dergelijke bakken met leggers:

Tabel 21: Voor- en nadelen van bakken met tussenliggende vormen

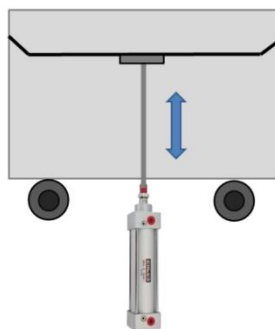
| Voordelen | Nadelen |
|--|--|
| Eenvoudig | Geen optimale vulling van de bakken |
| Uniforme leggers | Bijkomende systemen nodig om de leggers in de bak te plaatsen. |
| Mogelijkheid om automatisch te beladen en ontladen | |

Opmerking:

- Om dit vul-probleem te optimaliseren kan er gebruik gemaakt worden van bijvoorbeeld 2 verschillende patronen in de leggers (grote en kleine bakjes). Een mogelijke uitbreiding van dit concept is het toevoegen van een RFID-tag per legger. Hierdoor is het mogelijk om bij te houden welke legger door welk toestel geproduceerd is, op welke datum en welk product het bevat.

4.6.5 Bakken met verstelbare bodem (zuiger of gewicht)

Het principe van bakken met een verstelbare bodem kan worden uitgevoerd met een zuiger zoals afgebeeld is in Figuur 26, door het gewicht van de schaaltes in combinatie met een veersysteem of door een liftstelsel zoals uit paragraaf 4.3.3. Met dergeljk stelsel kan de bodem stapsgewijs zakken per product-laag. Hierdoor kan het automatisch beladen steeds op hetzelfde niveau gebeuren en dient er geen manipulator diep in de bak te rijken om de producten te plaatsen.



Figuur 26: Verstelbare bodem

In de volgende tabel staan de voor- en nadelen opgesomd van een transportbak met verstelbare bodem:

Tabel 22: Voor- en nadelen van een transportbak met verstelbare bodem

| Voordelen | Nadelen |
|---|---|
| Stabiel | Moeiljk automatisch beladen zonder schotten (met schotten is moeiljkere constructie om de bodem te verschuiven) |
| Mogeljkheid om automatisch te beladen en ontladen | Niet alle schaaltes hebben hetzelfde gewicht dus opletten met veren |
| | Niet eenvoudig met verschillende typen schaaltes |
| | Variërende hoogteverschillen per product |

Opmerking:

- Dit principe is gebaseerd op het stelsel om borden te stapelen in restaurants. Dergeljk stelsel werkt met een veer, waarbij de borden zakken door hun eigen gewicht. Hierbij blijft het bovenste bord toch steeds op hetzelfde niveau.
- Complex bij doorschuifstelsel. Hier is een tussenschuif (valse beweegbare bodem) nodig zodat de bakjes niet over elkaar gedrukt worden.

4.6.6 Rekken in plaats van bakken

Dit hanteert hetzelfde principe als een bak met verstelbare bodem. Bij dit concept zouden er 1 of 2 open wanden zijn aan de zijkanten van het rek (zie Figuur 27). Het rek zou hierbij vervolgens omlaag en omhoog moeten gaan om de verschillende leggers op een vast niveau te vullen. (Voor het liftstelsel zie paragraaf 4.3.3)



Figuur 27: Transportrekken [6]

De voor- en nadelen van het gebruik van een rek is weergegeven in de volgende tabel:

Tabel 23: Voor- en nadelen van een rek

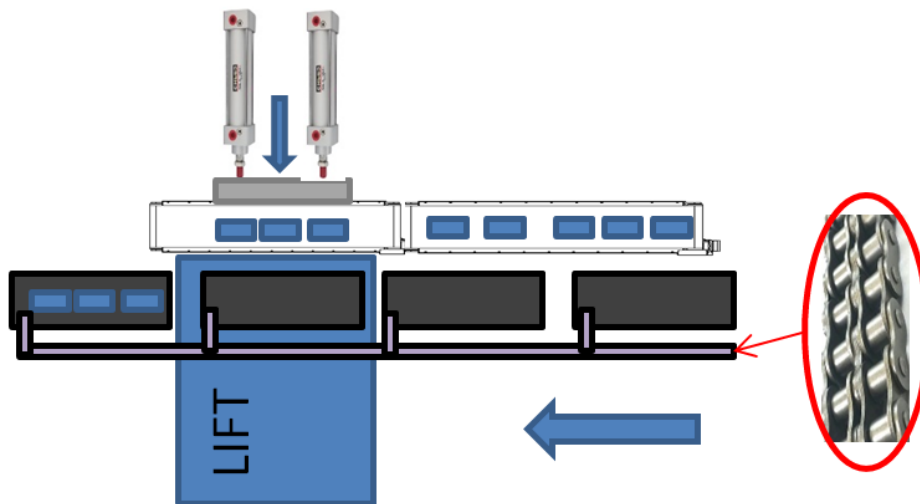
| Voordelen | Nadelen |
|-----------------------|--|
| Eenvoudige belading | Moeilijker te ontladen bij meerdere rijen |
| Traceability mogelijk | Investering in nieuwe rekken |
| Stabiel | Beperkte producthoeveelheid mogelijk in de rekken bij 1 rij per legger |
| Robuust | Producten steeds dezelfde oriëntatie |

Opmerking:

Er dient informatie gekend te zijn van de te beladen producten. Hierbij is de lengte en de breedte van de producten belangrijk. Deze bepaald dan de hoeveelheid schaaltes van dat type er maximaal op een legger passen. De afmetingen kunnen bepaald worden met een visiesysteem, of door communicatie met een PLC waarop dit wordt meegegeven.

Toepassing met uitbreiding:

Een mogelijke uitbreiding op voorgaand concept is een automatische aanvoer en afvoer van de rekken. Dit systeem voorziet dan steeds lege rekken om de productiesnelheid en capaciteit te optimaliseren. Dit is mogelijk met een kettingsysteem zoals getoond in Figuur 28. Zonder implementatie van dergelijk systeem zal de installatie telkens moeten wachten tot er manueel een bakwissel / rekwissel is doorgevoerd. Dit maakt het geheel uiteraard complexer en duurder. Omwille van deze redenen is dit niet verder uitgewerkt binnen deze scriptie.

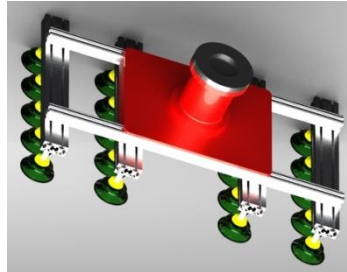


Figuur 28: Automatische belading met kettingsysteem

4.7 Producthantering

4.7.1 Vacuüm gripper

Een manier om de schaaltes te grijpen kan met behulp van vacuüm. Een voorbeeld van een vacuüm gripper is afgebeeld in Figuur 29.



Figuur 29: Vacuüm gripper [14]

De voor- en nadelen van vacuüm grippers zijn weergegeven in volgende tabel:

Tabel 24: Voor- en nadelen van Vacuüm

| Voordelen | Nadelen |
|--|--|
| Geen onderdelen rondom de verpakking | De folie kan scheuren |
| Snel grijpen | De gripper kan loskomen bij slechte aanzuiging |
| Balggripper kan een foutieve uitlijning of hoogteverschil opvangen | Kan kringen achterlaten op de folie |
| | Mogelijk slechte aanzuiging door kreuken in de folie |

Opmerking:

Door gebruik te maken van een vacuüm mat i.p.v. zuignappen zullen de laatste 2 nadelen kunnen worden voorkomen. Dit komt doordat een vacuüm mat zich over een grotere oppervlakte van de schaaltes bevindt en zich aanpast aan de vorm van het product. Dergelijk type van vacuümaanzuiging is beschreven binnen de testopstellingen in paragraaf 5.1.2.

4.7.2 Mechanische gripper

Een andere manier om de producten te grijpen is met een mechanisch gripper zoals afgebeeld in Figuur 30. Mechanische grippers kunnen zowel een elektrische aandrijving hebben als een pneumatische.



Figuur 30: Pneumatische gripper [13]

De voor- en nadelen van een mechanische gripper staan in de volgende tabel:

Tabel 25: Voor- en nadelen van een mechanische gripper

| Voordelen | Nadelen |
|--------------------------|---|
| Folie scheurt niet | Een schaalpje kan worden geplet |
| Kan minder snel loskomen | De gripper moet zich rondom het schaalpje zetten |
| | Niet universeel voor verschillende schaalpjes |
| | Moeilijker om de producten dicht tegen een wand te plaatsen (in transportbak) |

4.7.3 Doorschuifstelsel

Dit principe is al eerder in deze scriptie beschreven in paragraaf 4.4.1

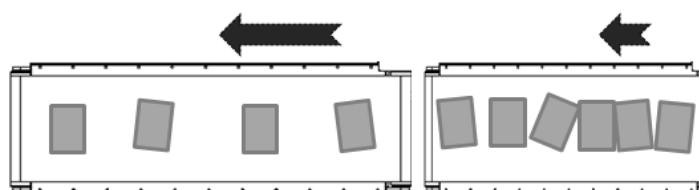
4.8 Verenkelen van de producten

4.8.1 Transportband met hogere snelheid

Een bepaalde tussenafstand tussen de producten creëren kan door twee verschillende transportbanden aan elkaar te schakelen met verschillende snelheden. Dit is visueel weergegeven in Figuur 31. Tabel 26 toont hiervan de voor- en nadelen:

Tabel 26: Voor- en nadelen van transportbanden met hogere snelheid

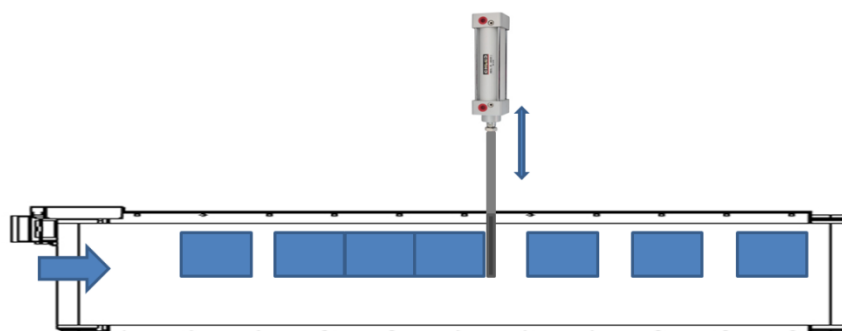
| Voordelen | Nadelen |
|-----------------------|---|
| Eenvoudig systeem | Hogere snelheden kunnen nadelig zijn voor verdere bewerkingen |
| Eenvoudigere detectie | Extra transportbanden nodig |
| | Frequentiesturingen implementeren voor de flexibiliteit en afstelling (kostprijs) |



Figuur 31: Product verenkeling met transportbanden

4.8.2 Stopper cilinder

Een andere manier om een bepaalde tussenafstand tussen de producten creëren is door het gebruik van een cilinder. Deze zal de producten stoppen in de uitgaande positie en doorlaten bij de ingaande beweging. Deze techniek wordt afgebeeld in Figuur 32.



Figuur 32: Cilinder om tussenafstand te creëren

De voor- en nadelen van dit concept zijn weergegeven in volgende tabel:

Tabel 27: Voor- en nadelen van tussenafstand creëren met een cilinder

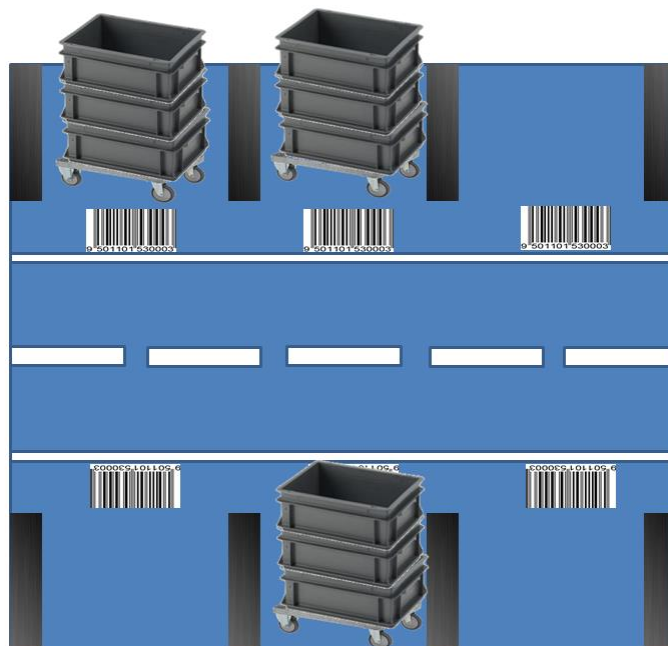
| Voordelen | Nadelen |
|-------------------|---|
| Eenvoudig systeem | Kan producten pletten |
| Goedkoop | Kan opstoppingen en overlappings veroorzaken |
| | Verschillende soorten bakjes |
| | Wrijving tussen onderzijde van de bakjes en bewegende transportband |
| | De producten dienen op voorhand te zijn uitgelijnd |
| | De productflow mag niet te hoog zijn want dan loopt de buffer vol |

Opmerking:

Het is een mogelijkheid om dit systeem te implementeren met een verticale cilinderopstelling, waarbij de schaaltes langs onder gestopt worden. Hierbij is de kans kleiner op het mogelijk pletten van de producten.

4.9 Magazijn/ stockage

Het magazijn ordelijk en overzichtelijk houden kan met behulp van voorgevormde stroken, met elk een unieke barcode, zoals weergegeven in Figuur 33. De bakken zouden hierbij ook voorzien zijn van *tags* om de inhoud en productaantallen te koppelen aan hun staanplaats.



Figuur 33: Magazijn met barcode

De voor- en nadelen van dergelijk magazijn zijn te vinden in volgende tabel:

Tabel 28: Voor- en nadeel van het magazijn

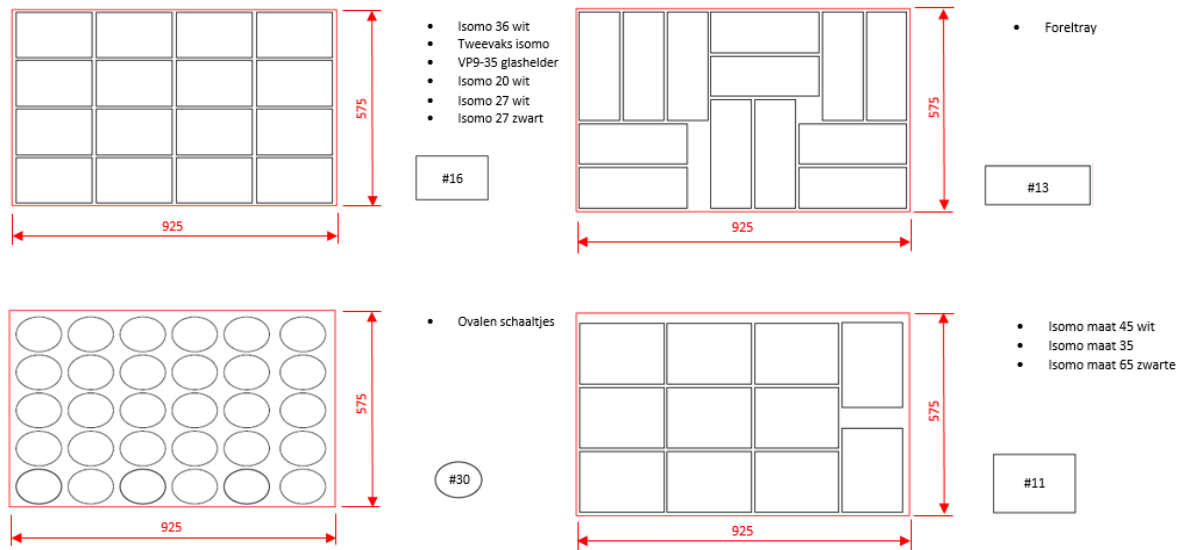
| Voordelen | Nadelen |
|------------------------|---|
| Eenvoudige opvolging | Plaatsbeperking |
| Overzicht van de stock | Voortdurend scannen bij plaatsen en wegnemen van een transportcontainer |
| Vaste plaatsen | |
| traceability | |

Opmerking:

De barcode kan eenvoudig worden ingescand met een handscanner om informatie over de inhoud van desbetreffende transportcontainer op te vragen (product, hoeveelheid, datum, ...).

4.10 Logistiek en optimale vulcapaciteit

In Figuur 34 zijn enkele visschaaltjes in de orthogonale richtingen getekend om de beste positie en de maximale capaciteit te bestuderen. Hierbij is ook telkens de producthoeveelheid per laag vermeld en de bijhorende productnaam. Voor sommige schalen is het voordeliger om deze niet allemaal dezelfde oriëntatie te geven. Door met deze schalen bepaalde patronen te vormen verhoogt dit de vulcapaciteit. Dit resulteert vervolgens in een optimalere ruimtebenutting. Bij het maken van dergelijke speciale patronen is het gewenst om deze patronen per laag af te wisselen om een stabiel geheel te verkrijgen.



Figuur 34: Productaantal binnen één transportbak

5 Testopstellingen

5.1 Vacuüm aanzuiging

5.1.1 Zuignappen

Deze test omvat een controle op de maximale verplaatsingsnelheid van visschaaltjes met een vacuümsysteem. Aangezien de folie op de schaaltes een geringe dikte heeft en enkel afsluit op de randen van de producten bestaat de mogelijkheid dat de folie loskomt of scheurt tijdens het aanzuigen of verplaatsen.

Gedurende deze test werd gebruik gemaakt van schaaltes gevuld met oliestaaltjes i.p.v. vis (zie Figuur 35). Dit was hoofdzakelijk gebruikt aangezien de houdbaarheid van vis beperkt is tijdens het testen. Hierdoor was het eenvoudiger om de schalen te stockeren op kamertemperatuur. De testschaaltjes hadden echter wel ongeveer hetzelfde gewicht als deze van een realistische visverpakking.



Figuur 35: Testschaaltjes

Om de schaaltes te manipuleren waren er binnen de UCLL enkele zuignappen ter beschikking (zie Figuur 36). Deze hadden een variërende diameter tussen de 80 mm en 120 mm (de langwerpige zuignap had een afmeting van 50 mm op 200 mm). Via een zelfgemaakt koppelstuk werden de verschillende zuignappen gemonteerd op een robot.



Figuur 36: Zuignappen testopstelling



Figuur 37: Testopstelling robot

Het manipuleren van de schaaltes gebeurde met een KUKA-robot binnen het praktijklokaal van de UCLL (zie Figuur 37: Testopstelling robot).

Berekening maximale snelheid:

Bij een verdeling van 100 schaaltes per minuut over 4 individuele stations levert dit gemiddeld 25 schaaltes per minuut aan elk station. Wanneer elk station over één robot beschikt met een multi-picker grijpsysteem zal het benodigde aantal cyclussen halveren. Hierdoor moet de robot ± 13 cyclussen afleggen per minuut. Dit resulteert ongeveer in 4,6 seconden per cyclus. Op een totaal traject van 3 meter aan een constante snelheid bedraagt de gemiddelde snelheid $\pm 0,65$ m/s. Aangezien het grijpen en neerzetten van de schaaltes extra tijd vereist zal de effectieve bewegingssnelheid hoger zijn.

Gedurende de testen waren de schaaltes onderhevig aan snelheden van 2 m/s in een lineaire beweging en zelfs aan nog hogere snelheden in een PTP-beweging.

Conclusie:

- De folie scheurde niet door de aanzuiging m.b.v. vacuüm.
- Bij beide snelheden kwam de folie niet los.
- Afhankelijk van het type product kan de inhoud binnen de trays verschuiven gedurende de PTP-beweging (bijvoorbeeld losse scampi's).

5.1.2 Vacuüm mat KENOS

Aangezien het project een ruime variëteit kent van verschillende eindproducten is een universele oplossing vereist die alle typen schaaltes kan grijpen. Bij een vacuüm mat zoals weergegeven in Figuur 38 bestaat het onderste gedeelte van de mat uit een schuimlaag. Deze is telkens geperforeerd op een bepaalde tussenafstand, waarbij elk gat een vacuümkanaal voorstelt. Bij het creëren van het vacuüm zullen doormiddel van kogels in een behuizing de kanalen afsluiten waar geen vacuüm wordt opgebouwd. Dit resulteert in een mogelijke aanzuiging van verschillende voorwerpen met dezelfde hoogte zonder drukverlies. Deze items dienen hiervoor niet steeds op dezelfde plaats te staan.



Figuur 38: Vacuüm mat KENOS [7]

Aangezien vis een natuurlijk product is kan het voorvallen dat de inhoud hoger is dan de rand de tray. Dergelijk systeem vangt dit hoogteverschil op m.b.v. de schuimlaag. Het aanzetten van het vacuüm mag pas geschieden nadat de vacuümbalk contact heeft gemaakt met de schaaltes. Dit voorkomt het vroegtijdig en foutief afsluiten van de aanzuigkanalen waardoor een aanzuiging niet meer mogelijk is. Verder heeft dergelijk systeem slechts enkele vierkante centimeters oppervlakte nodig om een volledig product aan te zuigen. Dit is zichtbaar bij de twee zwarte schaaltes uit Figuur 39.



Figuur 39: Test van een vacuüm mat met verpakte visschaaltjes

5.1.3 Robotsimulatie

Het visualiseren van de producthantering gebeurde op basis van een robotsimulatie (zie Figuur 40). De simulatie is op schaal getekend om een correcte robotdimensionering te verwezenlijken. De robot KR40 PA komt hiervoor in aanmerking van de firma KUKA. Dit is een 4-assige *palletizer* met een draagvermogen van 40 kg. Het draagvermogen en bijhorende robotafmetingen zijn overgedimensioneerd. Dit komt aangezien bij het selecteren van een kleinere robot de kostprijs zal toenemen doordat de kleine robots 6-assig zijn uitgevoerd. Echter is een 4-assige robot voldoende doordat er steeds in een horizontaal vlak wordt gewerkt.

De eindeffectoren van de robots zijn zo opgebouwd dat ze steeds 2 producten gelijktijdig kunnen hanteren. De productflow bedraagt 24 producten per minuut. De robot is in staat om deze productsnelheid te verwerken. De cyclustijd bedraagt ongeveer 5 seconden.

Bijkomend is er een veiligheidscel geïmplementeerd. Deze zorgt ervoor dat de operatoren niet rechtstreeks in contact kunnen komen met de robots. Er is een deur voorzien waardoor het mogelijk blijft voor bevoegde personen om de robotzone te betreden. Bij het aanvragen om de robotcel te betreden zullen de robots werken op een verlaagde snelheid of volledig tot stilstand komen. Om een transportcontainer uit de robotcel te wisselen zal de operator dit moeten aanvragen via drukknoppen. Er is telkens een lichtschermdoek geplaatst in de doorvoeropening. Dit voorkomt dat arbeiders hun armen of andere ledematen invoeren in de robotcel. Bij het aanvragen van een bakwissel zal de robot tot stilstand komen en het lichtgordijn tijdelijk uitschakelen. Op dat ogenblik kan de operator de betreffende transportcontainer wisselen. Eenmaal er een nieuwe transportcontainer is geplaatst wordt dit opnieuw bevestigd zodat de robot terug kan starten. Door middel van geleidingen en sensoren is het verzekerd dat de transportcontainers zich steeds op dezelfde plaats bevinden.



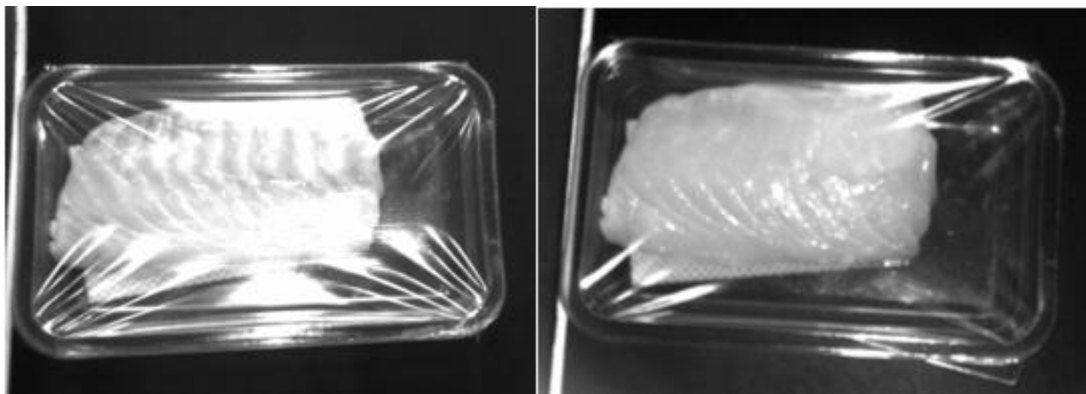
Figuur 40: Robotsimulatie

5.2 Visiesysteem

Voor deze masterproef is er visie gebruikt om de oriëntatie van de producten te bepalen en eventueel hun hoogte te meten. Deze hoogte kan worden gebruikt om mogelijk beschadigde schaalpjes te detecteren binnen de productflow.

Het bepalen van de oriëntatie is een standaard functie binnen de visiewereld, waardoor er gekozen is om een testopstelling te maken met “easy vision”. Voor deze test is er beroep gedaan op de camera's en software van SICK.

Het bepalen van de oriëntatie van de visschaaltjes gebeurde met een 2D smartcamera van het type Inspector. Dit type camera had verschillende belichtings- en lensmogelijkheden. Met deze camera zijn testen uitgevoerd op de verschillende soorten schaalpjes en met verschillende cameraparameters. In Figuur 41 is een eerste test weergegeven:

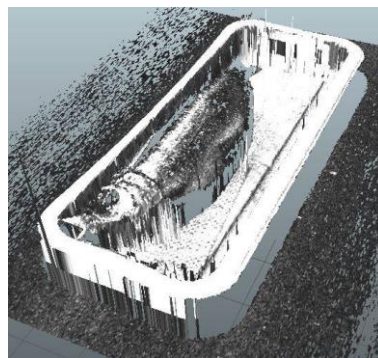


Figuur 41: Links: 2D-beeld met normale belichting - Rechts: 2D-beeld met infrarood

Deze test toont de vergelijking tussen een 2D-beeld met standaard belichting en dit van een 2D-beeld met infraroodbelichting. De infraroodbelichting ondervindt amper invloed van kunstmatig licht. Hierdoor verdwijnt grotendeels de reflectie op de folie. De reflectie die er op dit moment nog wordt waargenomen is deze van invallend zonlicht.

Door de beperkte software in combinatie met de eenvoudige structuur van deze 2D smartcamera was het niet rechtstreeks mogelijk om de hoogte en mogelijke beschadigingen te detecteren. Hiervoor werd er geopteerd om ook enkele testen uit te voeren met een 3D smartcamera van het type Trispector. Met deze camera zijn ook weer enkele testen uitgevoerd op de verschillende soorten schaalpjes en met verschillende cameraparameters.

Figuur 42 toont een 3D-beeld van een tray gevuld met een forel:



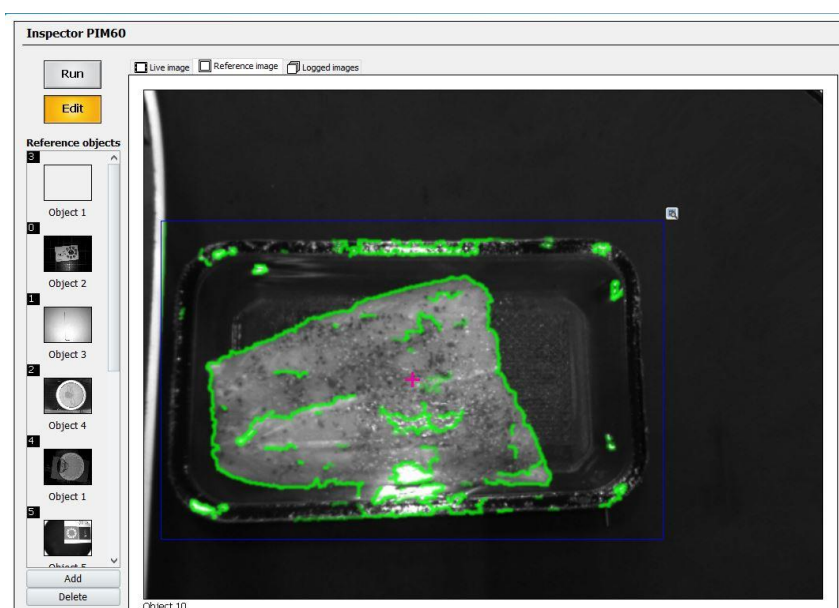
Figuur 42: 3D-beeld van een forel tray

Een algemene conclusie van de verschillende testen is dat de kleur van de verschillende trays belangrijk is voor de camera-instellingen. Bepaalde kleuren vereisen een andere belichtingsintensiteit. Zo dient de intensiteit voor een zwart schaalpje veel hoger te zijn dan dit van een wit of transparant. Om dit probleem op te lossen is het mogelijk om op voorhand via een PLC met de camera te communiceren om aan te geven welk product er zal verschijnen. Op basis hiervan worden bepaalde cameraparameters correct ingesteld.

Uit de testen bleek verder ook dat het niet eenvoudig was om de aanwezigheid van de folie te detecteren met beide camerasystemen. Dit komt aangezien zowel de 2D als 3D camera door de transparante laag keek. Op de verschillende afgedichte schaalpjes is in de folie ook nooit eenzelfde reflectiepatroon terug te vinden. Dit maakt het complex om hierop een detectie door te voeren. Door de keuze van een camerasysteem met een bepaalde invalshoek van de camera en de belichting is het m.b.v. HALCON eventueel mogelijk om de aanwezigheid van de folie te herkennen. Hierop moeten echter nog extra testen worden uitgevoerd om dit te garanderen.

Een andere mogelijkheid om deze detectie uit te voeren werkt op basis van luminescentie. Hierbij dient de verpakkingfolie op voorhand een speciale behandeling te krijgen. Wanneer de producten vervolgens geïnspecteerd worden met speciale luminescentiecamera's is het mogelijk om te detecteren of de schaalpjes al dan niet een folie bevatten. Dit vereist echter een complexe en dure voorbereiding van de folie. De camera's voor deze toepassingen hebben bovendien ook een hoge kostprijs.

Onderstaande figuur toont een beeld van de middelpuntbepaling binnen de visiesoftware van SICK:



Figuur 43: Middelpuntbepaling m.b.v. visie

6 Definitieve oplossing

6.1 Opbouw verpakkingslijn

In het definitieve concept is er gekozen om het sorteren en het beladen van de gesealde trays in 2 fases te behandelen.

Eerst en vooral bij het sealen van de trays zijn de producten reeds gesorteerd alvorens deze de verpakkingsmachines betreden. Er is geopteerd om deze sorteren te behouden in het verdere proces en de verschillende gesealde producten niet te vermengen. Om dit te realiseren zijn na de verpakkingsmachines 4 evenwijdige transportbanen voorzien. Elke baan transporteert gelijktijdig slechts 1 producttype. Deze banen zijn zichtbaar in Figuur 44.

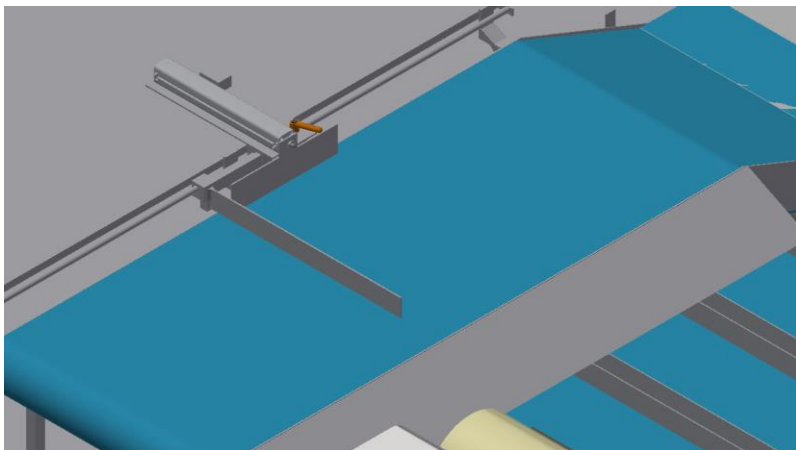


Figuur 44: Sorteren van de producten

De optie om de transportbanden naast elkaar op te stellen in plaats van boven elkaar heeft de bovenhand genomen aangezien het vuil bij reiniging steeds van de bovenste banden op de onderliggende banden belandt. Verder vereiste dergelijke verticale opstelling ook modulaire banden die niet te steil mochten zijn, waardoor het geheel als gevolg te brede afmetingen kreeg. Door de 4 banden naast elkaar te plaatsen is er nog steeds voldoende ruimte om rondom de machines goederen te verplaatsen m.b.v. een transpallet. Ook is het eenvoudiger op deze manier om een overzicht te bewaren over het proces en om eventuele onderhoudswerken uit te voeren. Indien de overige plaats rondom de machines echter toch te klein blijkt is het mogelijk om de machines onder een hoek te positioneren ten opzichte van de transportbanden.

De vier transportbanen worden per twee aangedreven zodat het mogelijk blijft om de helft van de installatie band stil te leggen bij een lagere productie om vervolgens het elektrisch verbruik te verlagen.

Om de producten van de verschillende verpakkingsmachines op bovenvermelde 4 banen krijgen gebeurt met een verlengde uitvoerband aan elke machine. Deze zijn telkens op een hoger niveau geplaatst dan de 4 transportbanen. Bij het uittreden van de producten uit de machines zullen deze hun baan vervolgen op deze uitvoerbanden. Door middel van een manueel instelbare aanslag kunnen de arbeiders een baanselectie maken per machine (zie Figuur 45). De producten zullen na de output van de machine tegen deze aanslag terecht komen. Op deze positie zal een cilinder de producten van de band afdrukken naar de onderliggende geselecteerde baan. Hierbij is het vereist om op de band een detectie uit te voeren die controleert of er zich al producten bevinden op de actuele plek van het afgeefpunt. Bij het detecteren van schaaltes op dit punt dient er nog even te worden gewacht met het plaatsen van de nieuwe schalen op de onderliggende baan. Om zeker te zijn dat er geen schaaltes op elkaar liggen zijn er borstels geplaatst die de schaaltes van elkaar afhalen. Er is ook een geleidingsplaat voorzien die ervoor zorgt dat de producten bij het pushen niet ondersteboven komen te liggen op de onderliggende transportbaan.



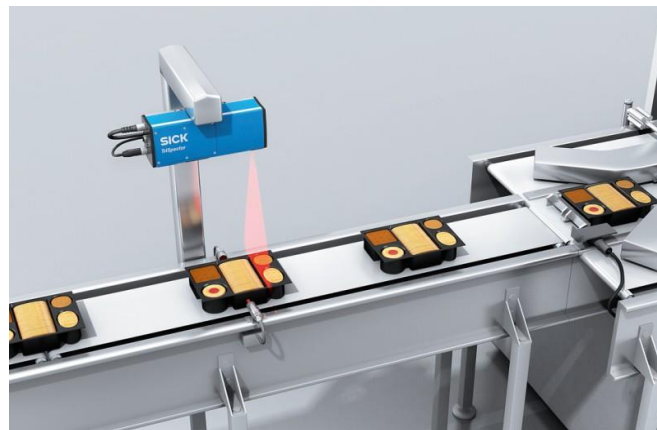
Figuur 45: Pushersysteem sortering

Door dit principe om met een pushersysteem de producten naar de verschillende banen te geleiden blijft de flexibiliteit behouden bij de machines om aan alle vier de banen te kunnen toeleveren. Dit maakt het dus mogelijk dat meerdere machines hetzelfde product gelijktijdig sealen en dit vervolgens ook op dezelfde band kan terecht komen. Wanneer alle machines hetzelfde product verwerken is het mogelijk om de machines gelijkmatig te verdelen over de verschillende banen.

De stand van de pusher en aanslag kan worden bewaakt door middel van detectie (sensor) per baan. Vervolgens verschijnt er een melding op de HMI wanneer de geselecteerde baan reeds in gebruik is voor een ander producttype en dus een andere verpakkingsmachine.

In het actuele proces waren 2 à 3 werknemers nodig om de producten te beladen in transportcontainers. In dit geautomatiseerd concept zullen robots de taak van deze personen grotendeels vervangen. Het einde van elke transportbaan mondt uit op een beladingsstation. Elk station beschikt hier over één robot om de producten te beladen.

Alvorens de producten bij de robot aankomen, ondergaan deze eerst een verenkling. Dit gebeurt op basis van een transportband die frequentiegestuurd is om de band gecontroleerd sneller te laten draaien dan de voorgaande. Dit garandeert een spatie tussen de afzonderlijke producten. Deze tussenafstand is nodig aangezien er verderop in de lijn een visiesysteem geïntegreerd wordt dat de oriëntatie (en eventueel de hoogte) van de producten zal bepalen. Wanneer de schaaltes tegen elkaar staan is het complex om deze producten correct individueel te herkennen. Ten tweede mogen de producten niet tegen elkaar staan wanneer de robot een product grijpt. Hierbij kan de positie van het aanliggend schaalte wijzigen en bestaat de kans dat de robot dit tweede product niet meer correct zal grijpen en positioneren. Het principe van een visiesysteem is weergegeven in Figuur 46. De camera heeft hierbij een vaste positie en de producten verplaatsen zich dynamisch onder de camera via het transportsysteem.



Figuur 46: Principe visiesysteem [8]

Het kennen van de actuele productligging en productafmetingen zijn vereist om een correct stapelpatroon in de transportbakken te creëren. Op basis van de hoogte kan het maximaal aantal stapellagen worden berekend. Het systeem is dus ook in staat om op voorhand te berekenen en eventueel te visualiseren hoeveel schalen er binnen elke bak terecht zullen komen. De werknemers dienen het soort schaalte in te geven via een HMI scherm. Een visiesysteem biedt verder de mogelijkheid om de vorm van de schaaltes te controleren. Dit kan worden gebruikt om beschadigde schaaltes te herkennen en vervolgens van de band te laten verwijderen via een afkeurschuif.

Het feit dat de verschillende schaaltes andere kleuren hebben, kan mogelijke problemen vormen bij de cameraparameters. Dit is gebleken uit de test in paragraaf 5.2. Om dit probleem op te lossen dienen de werknemers aan te geven via een HMI scherm welk type schaaltes op welke band terecht komt. Het detecteren van de aanwezigheid van de folie is mogelijk met een visiesysteem door gebruik te maken van complexere visiesoftware in combinatie met de gepaste belichting onder de juiste hoek. Extra testen dienen dit te bevestigen. Een andere en mogelijk bijkomende detectie voor de folie is om dit mechanisch te detecteren met een inductieve hoekmeting. Boven de transportband hangen hierbij klepels die over de producten geleiden. Deze klepels volgen de contour van de visschaaltes. Bij het ontbreken van een folie zal een klepel na een stijgende flank dadelijk een dalende flank verkrijgen. Wanneer er wel een folie aanwezig is zal de stijgende flank worden aangehouden tot op het einde van de schaal. Aangezien de verpakte producten natuurproducten zijn wil zeggen dat de verdraaiing tussen bepaalde grenzen moet liggen om de meting correct te interpreteren.

Wanneer de schaaltes hun baan vervolgen betreden ze de koelcel tot aan een robotstation. De koelcel heeft een temperatuur tussen de 0°C en de 2°C. De betreffende KUKA palletizer robots zijn bestand tegen deze omgevingstemperaturen. De schaaltes zullen door deze robots dynamisch van de transportband gegrepen worden met behulp van de eindeffector. Deze effector is een universele vacuümgreijer die met hoge snelheden producten zal grijpen. Aangezien de effector aangrijpt op de folie zijn er testen uitgevoerd op de sterkte hiervan. Deze test is terug te vinden in paragraaf 5.1. Om de cyclustijd te verlagen is de eindeffector uitgevoerd met een multi-picker systeem. Een voorbeeld hiervan is weergegeven in Figuur 47. Dit wil zeggen dat de robot in 1 cyclus meerdere producten zal grijpen. Aangezien de productschalen meestal per 2 uit een verpakkingsmachine komen is het aangeraden om de producten ook per 2 te grijpen. Tijdens het grijpen gebeurt de productoriëntering met de robotarm. Deze lijnt de 2 producten ten opzichte van elkaar uit om ze vervolgens met de correcte oriëntering in de transportcontainers te plaatsen.



Figuur 47: Multi grijpersysteem [9]

Voor tijdens de piekmomenten of gedurende een bakwissel dient er een bufferplaats aanwezig te zijn waar de robot tijdelijk enkele schalen kan stockeren. Wanneer er vervolgens grote spaties in de productflow zijn heeft de robot opnieuw de mogelijkheid om deze schalen in de bakken te beladen.

Een belangrijk aspect bij het gebruik van robots en andere bewegende componenten is de veiligheid. Hiervoor vereist de robotcel een kooi rondom de robot, die verhindert dat personen rechtstreeks in contact kunnen komen met de werkende robot. Bij deze omsluiting dient het echter nog steeds mogelijk te zijn om de transportcontainers op een veilige manier aan- en af te voeren in en uit het robotsysteem. Figuur 48 toont een simulatie van de robotcel. Deze is verder beschreven in paragraaf 5.1.3.



Figuur 48: Algemene robotcel

6.2 Kostprijsbepaling

De kostprijsbepaling is berekend aan de hand van meerdere offertes en deze raming bevat een ruwe schattingen van kostprijs van het gehele project. Dit is inclusief ontwerpkost, installatiekost en indienstname.

Tabel 29: Kostprijsbepaling

| Bedrijf | Technologie | Aantal | Eenheidsprijs [€] | Totaal [€] | Opmerking |
|----------------|---------------------------------------|--------|-------------------|----------------|--------------------------------------|
| KUKA | Robot KR40 PA | 4 | 37.695 | 150.780 | Offerte |
| KUKA | Installatie + veiligheidscel | 1 | 150.000 | 150.000 | Ruwe schatting |
| Flexlink | Transportbanden + montage | 1 | 198.000 | 198.000 | Offerte excl. sturing |
| Flexlink | Sturing en automatisering | 1 | 20.000 | 20.000 | Ruwe schatting |
| Project Vision | Opstelling visiesysteem en toebehoren | 1 | 51.014 | 51.014 | Hardware, programmatie & installatie |
| Totaal | | | | 569.794 | |

6.3 Terugverdientijd

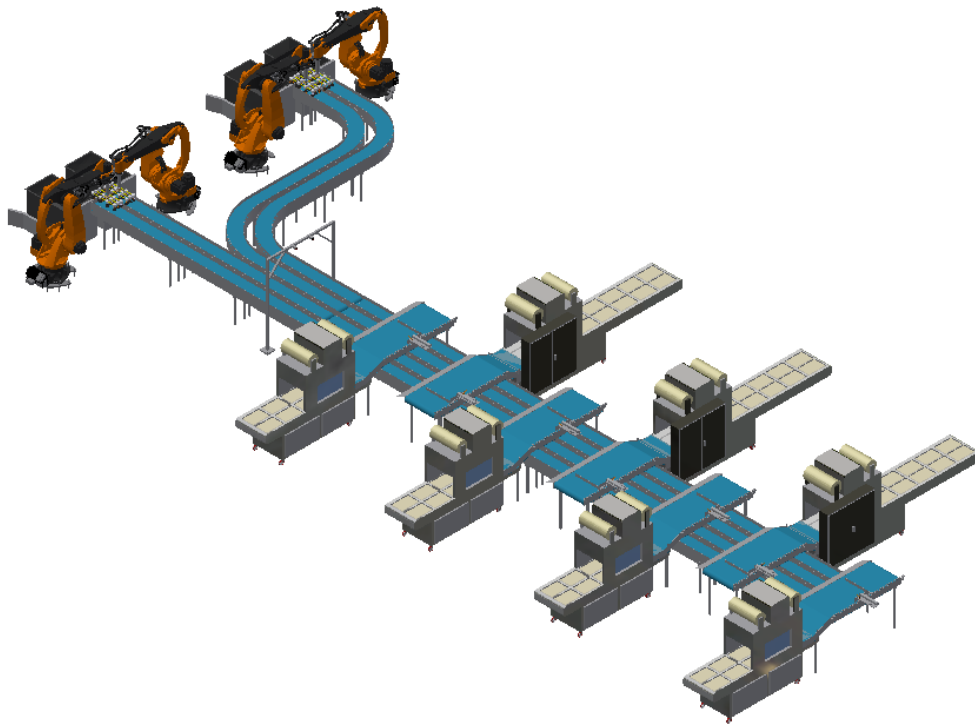
Om het project te realiseren is ruw geschat een budget nodig van €542.780. De jaarlijkse kostprijs van 2 werknemers bedraagt ongeveer €72.000. De terugverdientijd komt hierbij neer op een tijdsperiode van ongeveer 8 jaar. Hieruit is te besluiten dat dit een vrij grote investering is met een relatief lange terugverdientijd.

Tabel 30: Terugverdientijd

| Terugverdientijd | |
|-----------------------------------|-------------|
| Kost 2 arbeiders op jaarbasis [€] | 72.000 |
| Totaalprijs investering [€] | 569.794 |
| Terugverdientijd [jaar] | 7,91 |

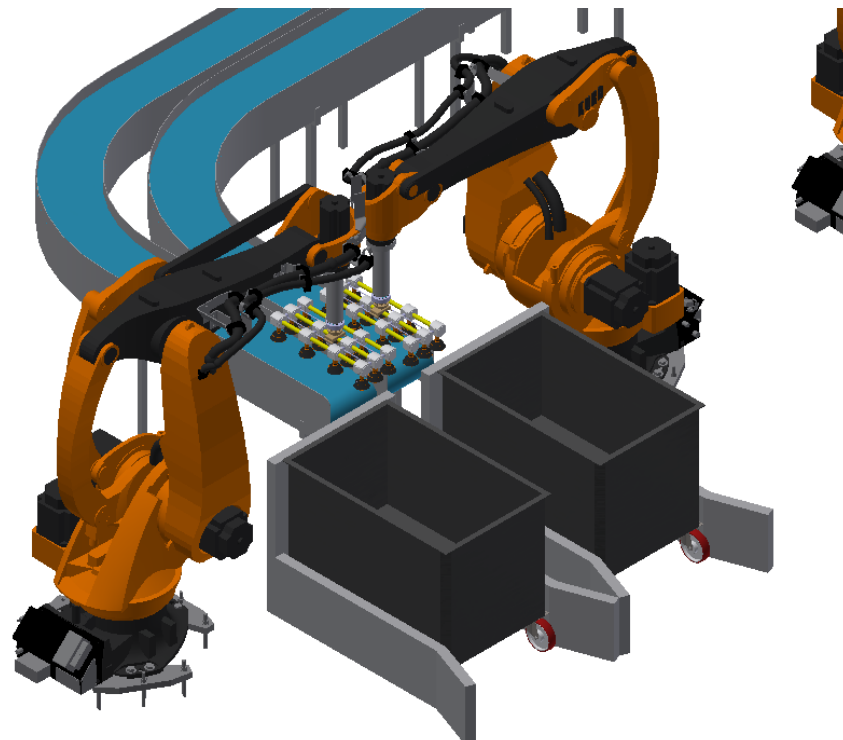
6.4 Inventor tekeningen

Onderstaande figuur toont een gedetailleerd overzicht van de gehele geautomatiseerde verpakkingslijn.



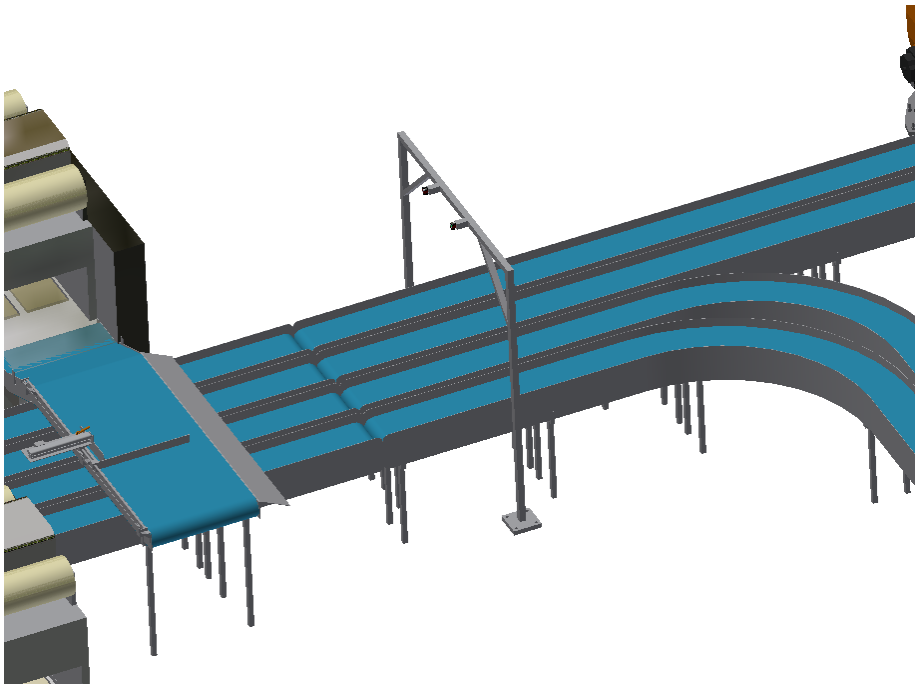
Figuur 49: Geautomatiseerde verpakkingslijn

Een vergrootte afbeelding van het beladingsstation is weergegeven in Figuur 50.



Figuur 50: Beladingsstation

In onderstaande figuur is het verenkelen en cameraframe getoond:



Figuur 51: Productverenkeling & visiesysteem

7 Besluit

In deze scriptie zijn verschillende technologieën en concepten aanbod gekomen die inzetbaar zijn binnen de verpakkingswereld. Uit al deze concepten is een specifieke oplossing voortgevloeid.

De totale installatie kent een terugverdientijd van ongeveer 8 jaar. Een standaard waarde om dergelijke projecten van start te laten gaan is 5 jaar. Dit wil zeggen dat het behandelde project een grote investering kent met zicht op een langere termijn.

Om de kosten te drukken dienen er zo veel mogelijk componenten standaard te worden uitgevoerd. Wanneer deze een inox uitvoering krijgen voor high care omgevingen loopt de prijs echter al snel op. Omwille van deze reden is er geopteerd om de robots in het frigogedeelte te plaatsen in plaats van het verpakkingsgedeelte. Hierdoor komen de robots enkel in contact met reeds gesealde items en geldt er een minder strenge norm op gebied van reiniging en vereiste uitvoeringsvorm.

Indien de totaalkost van de volledige installatie te groot blijkt, is het mogelijk om enkel de sortering praktisch door te voeren. Enkel deze deeloplossing zal al een tijdsbesparing opleveren doordat er niet meer manueel gesorteerd dient te worden.

Aangezien de etikettering na het sealen nog steeds een manuele belading kent kan deze geautomatiseerde verpakkinglijn slechts in beperkte maten de productiesnelheid verhogen. In een verder onderzoek en met een extra investering is met zicht op de toekomst mogelijk om de producten automatisch te ontladen bij de etiketteerlijnen en de gevulde transportcontainers automatisch door te voeren binnen een geautomatiseerd magazijn.

Referentielijst

- [1] COVECO, [Online]. Available: <http://www.caveco.it/en/products/automatic-machines/ypsilon.html>. [Geopend 07 05 2017].
- [2] Siemens, [Online]. Available: <http://www.siemens-home.bsh-group.com/be/nl/>. [Geopend 10 05 2017].
- [3] FANUC, [Online]. Available: <http://www.fanuc.eu/be/nl>. [Geopend 24 11 2016].
- [4] MP Liftsystemen, [Online]. Available: <http://mpliften.be>. [Geopend 18 12 2016].
- [5] „Pet forming tray,” INDIAMARKT, [Online]. Available: <https://www.indiamart.com/transpack-bengaluru/>. [Geopend 6 06 2017].
- [6] Mondial-inox, [Online]. Available: <http://www.mondial-inox.com>. [Geopend 18 12 2016].
- [7] „Gripping systems,” KENOS, [Online]. Available: <https://www.piab.com/Products/kenos-vacuum-gripping-systems/>. [Geopend 04 05 2017].
- [8] SICK, [Online]. Available: <https://www.sick.com/be/nl/>. [Geopend 10 05 2017].
- [9] Roteg, [Online]. Available: <http://www.roteg.de/mehrfachgreifer>. [Geopend 2 05 2017].
- [10] ABB, [Online]. Available: <http://abb.com/>. [Geopend 15 11 2016].
- [11] Festo, [Online]. Available: www.festo.com. [Geopend 30 11 2016].
- [12] Levenstond Seafood, [Online]. Available: <http://www.levenstondseafood.be>. [Geopend 5 10 2016].
- [13] Schunk, [Online]. Available: https://be.schunk.com/be_en/homepage/. [Geopend 17 02 2017].
- [14] Celluveyor, [Online]. Available: <http://www.celluveyor.com/>. [Geopend 24 11 2016].
- [15] „Pneumatic gripper,” GrabCAD, [Online]. Available: <https://grabcad.com/library/vacuum-gripper-robot>. [Geopend 12 02 2017].

Bijlagen

Offertes..... 86

 Kuka 86

 Flexlink..... 89

 Sick..... 92

 Project Vision..... 95

Offertes

Kuka

KUKA Automatisering + Robots N.V.

KUKA

Levenstond Seafood

T.a.v. Seppe Loyens
Allewijweg 1
3770 Riemst, België

| Uw referentie | Onze referentie | Behandeld door | Datum | Uw email adres |
|---------------|-----------------|----------------|------------|----------------------------|
| | 152/R/17 | D. Fenucci | 2017-05-12 | seppe@levenstondseafood.be |

Betreft: Budgettaire aanbieding voor de levering van een robot type **KR 40 PA**

Geachte heer ,

Naar aanleiding van onze gesprekken, hebben wij het genoegen u deze aanbieding met een robot van het type **KR 40 PA** te laten geworden.

In de hoop u hiermee van dienst te zijn, blijven wij steeds ter beschikking om u over de mogelijkheden en toepassingen van deze systemen de inlichtingen te verstrekken die u mocht wensen.

Met de meeste hoogachting,



L. Vastmans
Director
KUKA Automatisering+Robots N.V.



S. Janssen
Sales Manager

Ref.: 152R17

Datum: 2017-05-12

pp. 1/5

KUKA Automatisering + Robots N.V.
Centrum-Zuid 1031
B-3530 Houthalen
BTW BE 0439.364.765 RPR Hasselt

Tel.: +32(0)11.51.61.60
Fax: +32(0)11.52.67.94
E-mail: info@kuka.be
Web-site: www.kuka.be

Commerzbank AG
Rekeningnr. : 179-6115265-21
Swift : COBABE33
IBAN: BE17 1796 1152 6521

Leveringsomvang

1. Standaard robot KR40 PA

Aantal: 1x

Robot

- 4-assige robot
- Draagvermogen van 40 kg, bij maximale snelheid.
- De maximale reikwijdte van het draaipunt van as 4 bedraagt 2091 mm.
- Herhalingsnauwkeurigheid +/- 0.05 mm
- Standaard in KUKA Oranje



Robot toebehoren

- Basisplaat
- Sokkelbevestigingsset (centreerpenen en bouten), voor montage op een metalen frame.

Sturing

- Robotsturing KR C4, in RAL7016, deur in KUKA oranje, IP54
- Voorzien voor 6 robotassen (inbouw van 2 extra assen mogelijk)
- Standaard voorzien van EtherCat (Master)
- Profinet controller/device 3.2 + Interface
- Aansluiting op 400 Volt, driefasig 50Hz.
- Standaard robot documentatie op DVD



- SmartPad met touchscreen, kabellengte 10m, afkoppelbaar.
- Aanslaggevoelige 6D muis (translaties + rotaties!) voor het interactief bewegen van de robot.
- Inclusief houder.



Sturingstoebereiden

- Verbindingskabels tussen sturing en robot met een standaardlengte van 7 meter.
- Nodige connectoren voor energy supply aansluiting

Voor de budgettaire netto prijs van

37.695,- EUR

2. Verpakking en transport **Aantal: 1x**

Verpakking, transport en transportverzekering, tot bij de klant (NL, BE)

Voor de netto prijs van

Inclusief in de robot prijs

3. Inbedrijfname per robot **Aantal: 1x**

De goederenontvangst vangt aan direct na de levering. Het opstellen van de robot dient door de klant te gebeuren. De robot wordt bij de klant in diens bijzijn door KUKA-personeel in bedrijf genomen. Geschatte werkduur: ca 2 uur ter plekke.

De inbedrijfname is een voorwaarde voor het bekomen van de garantie, en wordt uitgevoerd, maximaal 4 weken na levering. De inbedrijfname omvat enkel de robot, geen bussysteem, robot- of grijperprogrammering, interface, ...

Voor de netto prijs van

500,- EUR/robot

4. Programmatie **Aantal: -**

KUKA kan steeds ervaren programmeurs ter beschikking stellen voor het programmeren van Uw robots.

5. Scholing **Aantal: -**

In onze scholingsruimte te Houthalen zijn alle faciliteiten aanwezig om U een gedegen opleiding te geven waarna U in staat bent om de installaties en bijhorende robots te bedienen. Bij concrete interesse werken wij graag een aangepast voorstel uit.

Voor meer informatie omtrent onze opleidingen verwijzen wij u graag naar het overzicht op onze [website](#) .

6. Niet in de prijs inbegrepen **Aantal: -**

- Montage van de robot bij de klant.
- Tooling op de robot
- Machine periferie zoals aanvoerbanden, voorsortering etc.
- Veiligheidshekwerk
- Globale sturing
- Programmatie robot en periferie.

Flexlink



Offerte voor
Levenstond Seafood



FlexLink Systems budget offerte 2017-6705-1-0

22/05/2017

© 2017 FlexLink. Please consider the environment before printing this document.

A Company of **COESIA**^{GROUP}



Levenstond Seafood
Tav de heer Jordi Leijssen
Allewijweg 1
B-3770 Riemst

E-mail: stagiair@LevenstondSeafood.onmicrosoft.com
Tel: +32 495 37 49 29

Heverlee, 22/05/2017

Geachte heer Leijssen,

Wij danken u voor uw aanvraag en hebben het genoegen u hierbij onze prijzen en voorwaarden over te maken voor:

Transportsysteem voor verpakte vis volgens uw lay-out van 15 mei 2017

De installatie bestaat uit banen van het gamma WLX-uitvoering in RVS

4 banen

- Lengte 13 m
- Breedte 273 mm nuttig
- Motor vaste snelheid
- Zijgeleiding en steunstructuur

4 banen

- Lengte 4 m
- Breedte 273 mm nuttig
- Motor vaste snelheid
- Zijgeleiding en steunstructuur
- Voor 2 conveyors telkens 2 bochten 30° R500 mm

FlexLink Systems N.V.
Industriezone Haasrode 3236
Ambachtenlaan 21/8
3001 Heverlee / Belgium
Info.be@FlexLink.com
T +32 (0)16 408266
F +32 (0)16 408066

www.flexlink.com

www.coesia.com

A Company of **COESIA**
2 (5)

Quote number 2017-6705-1-0



7 dwarsbanen, uitgang van de verpakkingsmachines

- Lengte 2 m
- Breedte ~ 700 mm
- Aparte steunstructuur, en gemonteerd op scharnieren, zodat ze kunnen wegklappen voor reiniging
- Op elke conveyor een glijplaat voor de producten en een manueel instelbare wissel naar de 4 banen

Inclusief montage in uw fabriek

Een CE-II-B certificaat zal voor deze installatie door ons worden afgeleverd.

Ons programma voor duurzame ontwikkeling bestaat erin om het milieu zo veel als mogelijk te beschermen. Daarom zullen wij voortaan al onze CE-dossiers enkel nog in digitale versie afleveren.

Budget € 198.000

Is niet inbegrepen in deze offerte:

- Sturing en automatisatie
- Alles wat niet specifiek beschreven staat in deze offerte

FlexLink Systems N.V.
Industriezone Haasrode 3236
Ambachtenlaan 21/8
3001 Heverlee / Belgium
Info.be@FlexLink.com
T +32 (0)16 408266
F +32 (0)16 408066

www.flexlink.com

www.coesia.com

A Company of **COESIA**^{GROUP}
3 (5)

Quote number 2017-6705-1-0

Offerte nr. 17/05/0618

(Gelieve offertennr. op uw bestelbon te vermelden a.u.b.)

**ONZE SENSOROPLOSSINGEN EN SERVICES
DE PERFECTE BASIS VOOR UW AUTOMATISERING**



KATHOLIEKE HOGESCHOOL LIMBURG VZW
CAMPUS DIEPENBEEK

Dhr. Seppe Loyens

WETENSCHAPSPARK 27
3590 DIEPENBEEK

Datum : 29.05.2017
Geldigheidsdatum : 27.08.2017

Uw contactpersoon:

Rudy Detré

rudy.detre@sick.be

Offerte




KATHOLIEKE HOGESCHOOL LIMBURG
VZW
CAMPUS DIEPENBEEK
Dhr. Seppe Loyens
WETENSCHAPSPARK 27
3590 DIEPENBEEK

Datum : 29/05/2017
Onze referentie : **17/05/0618**

Klantnummer : 2008046
Uw referentie : bezoek 04/05/2017
:
Telefoonnummer : +32 1 1300473
Pagina : 1 / 2

Geachte heer Loyens

Wij danken u voor bovenvermelde prijsaanvraag en hebben het genoegen u hiermee onze prijzen en levertermijnen mee te delen voor:

| Pos. | Artikelnr. | Omschrijving | Aantal | Eenheids prijs | | Netto eenheidsprijs | Totaal |
|------------------------------|------------|--|--------|-------------------|------|------------------------|------------|
| 1 | 7031585 | Trispector1060 (PMMA) kit encoder inbegrepen Trispector 1060 (PMMA) kit bestaande uit: 1 stuk Trispector 1060 (PMMA) art. nr. 1060428 1 stuk ethernet kabel art. nr. 6049728 1 stuk voedings en IO kabel art. nr. 6036555 1 stuk encoder kabel art. nr. 6032325 1 stuk encoder art. nr. 1062240 1 stuk montagebeugel art. nr. 2076735 http://www.sick.com/be/nl/7031585 | 1 | € 5.718,00 | 10 % | € 5.146,20 | € 5.146,20 |
| 2 | 7031337 | Inspector pim60-IR All-in pack Bestaat uit: 1x VSPM-6F2413 Inspector pim60-IR (1062408) 1x DOL-1212-G02MAS01 (6036555) Voeding en I/O kabel, 2m 1x SSL-2J04-G03ME (6029630) M12, 4-pin naar RJ45, 8-pin Ethernetkabel, 3m 1x BEF-WK-EPA (2045167) Bevestigingsbeugel http://www.sick.com/be/nl/7031337 | 1 | € 2.288,50 | 10 % | € 2.059,65 | € 2.059,65 |
| 3 | 2050690 | Inspector i20/i40 - window Frontglas - transparant (kunststof PMMA)  http://www.sick.com/be/nl/2050690 | 1 | € 72,00 | 10 % | € 64,80 | € 64,80 |
| Levertermijn : ± 1 - 2 weken | | | | | | | |
| 4 | 7031572 | Comm(1) - Trispector 10xx (max. 3 prog) | 1 | € 860,00 | | € 860,00 | € 860,00 |

TEL +32 (0)2 466 55 66 - FAX +32 (0)2 466 60 26 - info@sick.be - www.sick.be
SICK NV/SA - Industriezone Doornveld 10, BE-1731 - ASSE (RELEGEM)
BE 0431.448.872 - Deutsche Bank - BE42 8260 0062 4554 - DEUTBEBE



Offerte



Datum : 29/05/2017
Onze referentie : 17/05/0618

Pagina : 2 / 2

| Pos. | Artikelnr. | Omschrijving | Aantal | Eenheids prijs | Netto eenheidsprijs | Totaal |
|------|------------|--|--------|-------------------|------------------------|--------|
| | | Forfait Inbedrijfname 1e toestel Bestaande uit : . Elektrische aansluiting aan de zijde van het toestel . Hard- en softwareconfiguratie . Configuratie van maximaal 3 programma's in het toestel Voorbereiding door de klant: (volgens specificaties van het toestel) . Volledige mechanische montage van het toestel . Elektrische bekabeling tussen toestel en sturing . Elektrische aansluiting aan de zijde van de sturing Voorwaarden: . Het toestel is vlot bereikbaar en beschikbaar voor inbedrijfname . Beschikbaarheid engineer voor het bedienen van de machine/installatie bij controle goede werking . Beschikbaarheid van testmateriaal . Dit forfait is enkel geldig bij werkzaamheden binnen de BeLux op officiële werkdagen tijdens de kantooruren (8u00 - 17u00) . Wachttijden, niet veroorzaakt door SICK, worden als bijkomende uren aangerekend. | | | | |

Verkoopsvoorwaarden

Geldigheidsdatum 27.08.2017
Betelingsvoorwaarden 30 dagen factuurdatum
Leveringsvoorwaarden Franco

Prijzen: zijn vermeld in €, excl. BTW

De getoonde afbeeldingen zijn indicatief en kunnen afwijken van de werkelijkheid.

Voor bestellingen kleiner dan € 750,00 rekenen wij een tussenkomst aan van € 15,00.

Garantie : 24 maanden na terbeschikkingstelling van de goederen.

Onze algemene verkoopsvoorwaarden zijn van toepassing en zijn beschikbaar op onze website.

Met vriendelijke groeten,

SICK NV/SA

Rudy Detré

rudy.detre@sick.be

Online bestellen kan ook! Surf naar:

www.sick.be

Voor het plaatsen van uw bestelling:

orders@sick.be

TEL +32 (0)2 466 55 66 - FAX +32 (0)2 466 60 26 - info@sick.be - www.sick.be
SICK NV/SA - Industriezone Doornveld 10, BE-1731 - ASSE (RELEGEM)
BE 0431.448.872 - Deutsche Bank - BE42 8260 0062 4554 - DEUTBEBE



Project Vision

Project Vision BVBA

Weg naar Opoeteren 79
B-3670 Meeuwen-Gruitrode

E-mail: info@projectvision.eu
GSM: +32 491 364 351

BNP Paribas - Fortis: 001-7047257-89
IBAN: BE45 0017 0472 5789
BIC: GEBABEBB

Ondernemersnummer: BE0538 528 855



Offerte

Seafood

Offerte
PVO_20170528

Offertedatum 28-05-2017
Vervaldatum 27-06-2017

| Aantal | Omschrijving | Prijs | Totaal |
|--------|---|-------------|-------------|
| 1 | Hardware <ul style="list-style-type: none">• 2x IP camera's• 2x camerabehuizing, bekabeling, montagebeugels en behuizing• 2x encoders, snelle tellerkaart, bevestigingen en bekabeling• Industriële pc met randapparatuur• Belichting, montagebeugels en bekabeling | € 14.500,00 | € 14.500,00 |
| 1 | Programmatie: <ul style="list-style-type: none">▪ Ontwikkeing▪ GUI▪ Database▪ Sturing Robot▪ Machine Vision integratie | € 19.500,00 | € 19.500,00 |
| 1 | Installatiekosten | € 8.160,00 | € 8.160,00 |
| 1 €/km | Verplaatsingskosten | € 0,39 | € 0,39 |

| | |
|----------------------------------|----------------|
| Handtekening voor akkoord | |
| | |
| Datum: | Plaats: |

Totaal excl. btw € 42.160,39
21% btw over € 42.160,39 € 8.853,68
Totaal incl. btw € 51.014,07

Bij akkoord de offerte ondertekenen en retour sturen. Betaling binnen 30 dagen na ontvangst van de factuur.

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:
Optimalisatie van de logistieke keten door automatisering van een verpakkinglijn.

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

Jaar: **2017**

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

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

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

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

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

Voor akkoord,

Leijssen, Jordi

Vaes, Jente

Datum: **6/06/2017**