

Automatische bobijn transport in Kabblage/Heatset en Extrusie afdeling

Joachim Bonte

Studentennummer: 01707797

Promotoren: dr. Ir. Frédéric Maes, dhr. Etienne Witdouck (balta)

Begeleiders: Dhr. Dieter vercruysse (Balta), Dhr. Peter vermeulen (Balta)

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van Master of Science in de industriële wetenschappen: electromechanica

Academiejaar 2020-2021

Automatische bobijn transport in Kabblage/Heatset en Extrusie afdeling

Joachim Bonte

Studentennummer: 01707797

Promotoren: dr. Ir. Frédéric Maes, dhr. Etienne Witdouck (balta)

Begeleiders: Dhr. Dieter vercruysse (Balta), Dhr. Peter vermeulen (Balta)

Masterproef ingediend tot het behalen van de academische graad van Master of Science in de industriële wetenschappen: electromechanica

Academiejaar 2020-2021



WOORD VOORAF

Dit document bevat de master thesis geschreven door Joachim Bonte in het kader van de opleiding industriële wetenschappen : Electro-mechanica.

Ik ben Joachim Bonte en ben momenteel mijn studiercarrière aan het afronden in industriële wetenschappen aan de Universiteit Gent. Mijn schoolcarrière is gestart in het VTI te Roeselare met mechanische vormgevingstechnieken met daarna een bachelor mechanisch ontwerp en productontwikkeling aan de Vives Hogeschool te Kortrijk en daaropvolgend via het schakelprogramma naar Univerisiteit Gent getrokken.

Bij het zoeken naar een thesis heb ik gezocht naar een onderwerp waar ik mijn mechanische kennis kon gebruiken. Dit onderwerp heb ik gevonden bij Balta Group.

Het onderwerp focust zich hoofdzakelijk naar nog meer automatisatie in de productieomgeving en ook zo de kans op arbeidsongevallen te minimaliseren en een meer ergonomische werkomgeving te creëren. Dit is een ideale opdracht voor mij als ik later ook zo'n projecten wil uitwerken.

Ik wil graag de mensen van Balta bedanken om mij een thesis onderwerp voor te stellen en hierbij specifiek de ingenieurs-afdeling waaronder Mr. Etienne Witdouck en Mr. Geert Gevaert voor de begeleiding tijdens deze periode. Alsook mijn dank aan de afdelingshoofden Dhr. Peter Vermeulen en Dhr. Dieter Vercruysse voor de vele inzichten in de werking van de afdeling. Niet te vergeten ook mijn UGent-promotor, Dr.Ig. Frédéric Maes voor de vele tips en tricks om deze thesis af te werken alsook enkele ontwerp inzichten waar ik veel aan gehad heb.

ABSTRACT

Binnen de industrie wordt er altijd gezocht naar manieren om de productie van goederen zo efficiënt mogelijk te maken. Dit kan op verschillende manieren bereikt worden van proces-optimalisaties tot het inbrengen van automatisaties. Deze thesis zal een onderzoek doen naar de automatisatiemogelijkheden binnen het bedrijf Balta in de vestiging te Sint Baafs-Vijve.

Er worden 2 afdelingen bekeken tijdens deze studie waar de verschillende mogelijkheden naar automatisatie worden onderzocht. Hierbij worden voor elke optie een voor- en nadelenlijst gemaakt alsook enkele simulaties om zo uiteindelijk conclusies te maken. Er worden ook enkele mechanische ontwerpen gemaakt om toekomstige automatisering gemakkelijker te maken.

Automatische bobijn transport in kabblage/heatset en extrusie afdeling

Joachim Bonte

Begeleiders: dr.ig. Frédéric Maes, Etienne Witdouck (Balta)

Extended abstract

keywoorden: Automatisatie, Balta, Extrusie, heatset

I. INLEIDING

Binnen de industrie wordt er altijd gezocht naar manieren om de productie van goederen zo efficiënt mogelijk te maken. Dit kan op verschillende manieren bereikt worden van procesautomatisaties tot het inbrengen van automatisaties. Deze thesis zal een onderzoek doen naar de automatisatiemogelijkheden binnen het bedrijf Balta in de vesting te sint Baafs-Vijve.

Er worden 2 afdelingen bestudeerd binnen Balta Sint-Baafs-Vijve namelijk de extrusie- en heatset afdeling. Deze afdelingen hebben elk een zeer specifieke werkomgeving en worden dus volledig apart van elkaar bestudeerd. Daarom is deze thesis in 2 grote delen verdeeld.

A. Balta



Figure 1: Logo Balta

Balta is een wereldspeler in de textiel wereld. Dit in algemene bobijn productie en textiel vloerbekleding. Balta heeft negen vestigingen waarvan 7 in Europa en 2 in Amerika. Het bedrijf telt ongeveer 4 000 medewerkers en heeft een omzet van 671 miljoen euro. De traditionele markten zijn de Verenigde Staten, het Verenigde Koninkrijk, Duitsland en Frankrijk en ook een grote aanwezigheid in Centraal – en Oost-Europa.

II. DEEL 1 EXTRUSIE AFDELING

In deze afdeling worden er draden gemaakt en worden dan gewikkeld op bobijnen. Deze bobijnen worden dan grotendeels verder verwerkt binnen de vesting. Andere bobijnen worden verwerkt in meerdere vestigingen van Balta of eventuele partners.

A. Probleemstelling

Een modernisering van deze afdeling is noodzakelijk. Dit kan in eerste instantie opgelost worden door het stapelen van de bobijnen te automatiseren. Er moet onderzoek gedaan worden naar de automatisatie mogelijkheden binnen deze afdeling.

B. Procesbeschrijving



Figure 2: procesbeschrijving extrusie afdeling

C. Visualiseren

Om de studie zo goed mogelijk afgerond worden er enkele programma's gebruikt een voorstel te visualiseren

Namelijk : Solidworks voor alle 3D ontwerpen en Flexsim voor de proces simulaties te doen.

D. Onderzoek opslagmogelijkheden

Binnen de afdeling worden er twee verschillende stapelmogelijkheden gebruikt namelijk palet en kooicontainer. Er moet gekeken worden welke van deze manieren het best zijn voor een automatisatietoepassing. De voor- en nadelen van elke opslagmogelijkheid moeten worden bekeken alsook de opslagcapaciteit, dit in combinatie met stabiliteit van de opslag voor magazijntoepassingen.

- **Kooi containers (huidig):** beste opslagdichtheid (50 bobijnen/m²) en zeer stabiel maar moeilijk te automatiseren
- **Pallet (huidig):** goede opslagcapaciteit (40 bobijnen/m²) zeer onstabiel, matig voor automatisering
- **Pallet met dik tussenkarton:** lage opslagdichtheid (25 bobijnen/m²) zeer stabiel, ideaal voor automatisering.
- **Nieuwe kooicontainers:** zeer stabiel, goede opslagcapaciteit afhankelijk van stapelpatroon. Moeilijk te automatiseren. Wordt niet gedaan wegens hoge kostprijs.

E. Case 1: Automatisatie door computer gestuurde wagentjes

In deze case wordt er bekeken of meerder Automated guided vehicles (AGV) en/of Autonomous Mobile Robots (AMR) kunnen toegepast worden.

- **verloop Case 1 :** Er wordt gebruik gemaakt van een slede om de bobijnen op een veilige manier te verplaatsen van wikkelaar tot veilige zone. Wanneer de slede in de veilige zone is zal een bewerkingsmachine deze op een AGV/AMR leggen.



Figure 3: Case 1 procesverloop

-3D uitwerking: Om de grootte van de automatisatie te zien worden alle nieuwe elementen getekend binnenin de huidige productiehal. Door dit te doen kan goed gezien worden waar er plaats over blijft en kan er gezocht worden naar de ideale locatie van de nieuwe elementen.

Simulatie origineel voorstel

De werking met AGVs binnen de productiefabrics wordt gesimuleerd.

Na een korte tijd binnen de simulatie wordt een 'deadlock'-code gegeven. Dit wil zeggen dat er een grote opstopping wordt gecreëerd zodat geen enkele AGV nog naar de juiste bestemming geraakt. Dit omwille van te groot verkeer op de enkelvoudige lijn. Er moeten dus meer rijd lijnen en afgeeflocaties voorzien worden.

Case 1.2

Verbeterde versie van origineel versie deze keer met extra afgeeflocaties verdeeld in 2 zones.

Simulatie

Door meer afgeeflocaties (2) en 12 AGVs te gebruiken met een 2 tal in reserve geeft goeie resultaten. De totale lengte die een AGV kan rijden in 1 rit is 100m.

Het verminderde personeel heeft een zeer lange werklust doordat de AGVs veel van hun taken overnemen.

Case 1.3

Deze keer wordt er gewerkt met AMRs die tot aan de wikkelaars zelf rijden. Dus geen nood meer aan een slede die bobijnen wegbrengt naar de veilige zone.

Simulatie

er worden ook 2 afgeeflocaties gebruikt en 14 AMRs te met een 2 tal in reserve geeft terug goeie resultaten. De totale lengte die een AGV kan rijden in 1 rit is 100m.

Conclusie case 1

Na dit onderzoek lijkt deze case een goede potentiële automatisatie. Maar de kost zal relatief hoog zijn. Het ontwikkelen en maken van de wagentjes is duur. Hoe meer wagentjes er gekocht worden des te meer de ontwikkelingskost kan verdeeld worden over alle wagentjes. Met het huidige max van 15 wagentjes in de productiehal zal de kost per wagentje hoog blijven. Groot voordeel is dat veel van de productiehal nog vrij is stel dat er ergens storingen gebeuren dan kunnen de operatoren nog altijd terug manueel stapelen.

F. Case 2: Transportbanden

In deze case wordt er bekeken om de bobijnen te stapelen aan de machine zelf om het transport van losse bobijnen zo laag mogelijk te houden. Er wordt vooral gekeken of er genoeg plaats is aan de machine zelf.

- verloop case 2 : De bobijnen worden met een slede naar de bewerkingszone gebracht. Een 'pick and place'-systeem zal dan de bobijnen stapelen op een palet die op een transportband ligt



Figure 4: Case 2 procesverloop

-3D uitwerking: Bij deze case is de grootte van de installatie belangrijk. Er wordt gekeken op welke locaties de meeste locaties nodig zijn om paletten te stapelen.

Case 2.1

Verbeterde versie van origineel versie deze keer worden alle beschermingen en rest locaties toegevoegd.

Tijdens het uittekenen van de installatie blijkt dat de afdeling te klein is om alle pallet locaties te voorzien. Er gebeuren botsingen met loopzones en bewerkingszones. Dit wordt aangepast in volgende case

Case 2.2

Om ervoor te zorgen dat deze installatie kan geplaatst worden moeten er enkele parameters aangepast worden. Er worden 4 locaties opgegeven wat wil zeggen dat er tijdens een productiesessie 4 kwaliteiten tegelijk minder kan geproduceerd worden.

Simulatie

Door de vele verschillende 'pick en place' machines zijn er veel palletwikkelaars nodig. Dit is een groot nadeel want 1 van deze wikkelaars kan de volledige afdeling bedienen. Dit moet herzien worden dit om de kosten te drukken. De werklust van de heftruck gaat lichtjes naar beneden omdat deze nu minder weg moet afleggen. Het aantal bobijnen per zone bepalen hoe snel de 'pick & place' installatie zal moeten werken.

Case 2.3

Als variatie op deze case wordt ook bekeken om grote heftruck AGVs te gebruiken in plaats van transportbanden. Dit om de afdeling minder te vullen met vaste constructies.

Simulatie

Door Grote AGVs te gebruiken is er veel plaats nodig en elke AGV's kijkt ook naar zijn omgeving. Door de al te weinig plaats binnen de bewerkingszone worden deze AGVs veel geblokkeerd. Dit van elkaar omdat zij tussen elkaar ook een bepaalde afstand moeten laten.

Conclusie case 2

Een groot voordeel van deze case is dat de bobijnen niet apart moeten gescand worden. Want dit kan soms problemen geven. Een groot nadeel is wel dat deze volledige installatie heel vele plaats inneemt. Deze installatie zal er ook voor zorgen dat er een zeer benauwde werkomgeving ontstaat. Het aanbrengen van kokers wordt door deze case nog moeilijker gemaakt dan nodig. Bij storingen zullen er grote problemen ontstaan omdat er geen plaats is voor een alternatief manuele stapelmethode. Het gebruik van AGVs in plaats van transportbanden(case 2.3) wordt sterk afgeraden door de kost die het zal meebrengen

G. Case 3 : hoogtetransportband

De focus van deze case is om zo vele mogelijk plaats binnen de afdeling te behouden als ook de bewegingsvrijheid van de werknemers te behouden. Dit zal worden gedaan door het transport van de bobijnen in de hoogte te doen.

- **verloop Case 3** : De bobijnen die worden gewikkeld worden terug opgevangen door een slede. Deze slede zal de bobijnen terug in een beveiligde zone brengen. Daarna worden de bobijnen afgegeven aan een handelingsmachine om de individuele bobijnen te scannen. Deze worden dan in de schaal gelegd van de lift machine. Eenmaal vol zal de liftmachine omhoog gaan en deze in bovenstaande transportband leggen.



Figure 5: Case 3 procesverloop

Case 3.1

Hier worden de pijnpunten van het originele voorstel opgelost. De afdeling wordt terug verdeeld in 2 zones net zoals in Case 1. Dit zorgt er voor dat de transportbanden waar de bobijnen op liggen korter worden. Wat de kans op storingen veroorzaakt door bobijnen verminderd.

Simulatie

Er zijn 2 'pick & place' machines voorzien die de bobijnen stapelen. De werktijden voor deze machines ligt hoog dus dit zal snel moeten gebeuren. Er moet ook nog rekening gehouden worden dat er smalle tussens, kartonnen voorzien moeten worden.

Conclusie case 2

Door het scannen van de bobijnen is deze case minder aantrekkelijk. Het los transporteren van de bobijnen is ook niet ideaal maar kan wel werken. Los van deze feiten kan deze case een zeer goede oplossing worden. Er is zeer veel plaats over aangezien alles in de hoogte gebeurt; Als er dan een storing is kunnen de operatoren terug overschakelen naar manueel stapelen.

H. Case 4 : verplaatsen wikkelaars

Een voorstel van de afdelingsmanager is om de wikkelaars naar voor te plaatsen. Dit is een systeem dat wordt gebruikt bij sommige nieuwe installaties

Wat er zou gebeuren is dat de garen eerst boven de werknemers worden geleid tot enkele meters verder waar de wikkelaar staat. Zo kan bij een eventuele breuk de operator nog steeds draden heropleggen en zo storingen verhelpen. Nu de wikkelaar verder staat kan de automatisatie de bobijnen rechtstreeks van de wikkelaar halen.

Er zullen geen sledes meer nodig zijn wat de veiligheid van de operatoren sterk verbetert

Deze case wordt niet verder uitgewerkt omdat er bijkomende testen nodig zijn. Dit om te kijken of het verplaatsen van de wikkelaars wel mogelijk is zonder extra breuk van draden te creëren.

I. Ontwerp sledes

Voor de automatisatie moeten er nieuwe sledes ontworpen worden. Dit wordt hieronder besproken.

- **vereisten**: Veiligheid van de arbeiders moet prioritair zijn. Deze sledes mogen geen extra werkongevallen veroorzaken. De kostprijs van deze slede moet zo laag mogelijk zijn aangezien er 42 wikkelaars zijn die zo'n slede nodig hebben. Een eenvoudig onderhoud moet kunnen verzekerd worden.

- **Ontwerp 1**: Dit ontwerp heeft als hoofdelement een standaard beweegbare actuator. Deze actuator zal al het werk doen en wordt volledig in de grond geplaatst samen met de grondplaat. Daarop wordt een wagentje geplaatst waar de bobijnen worden opgelegd.

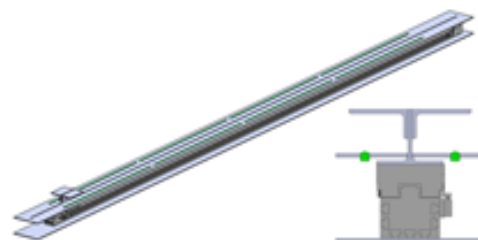


Figure 6: Slede ontwerp 1

- **Ontwerp 2**: Dit ontwerp gebruikt een eigen ontworpen tand-riem systeem. Hier ligt de focus om de kostprijs zo laag mogelijk te houden. Dit ontwerp verschilt niet veel van ontwerp 1. Het grootste verschil is kostprijs van het volledige systeem.

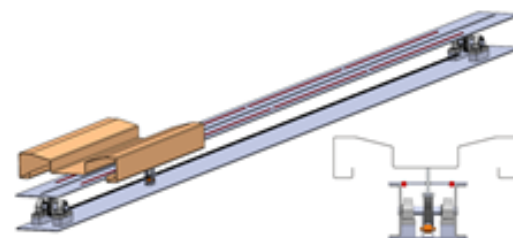


Figure 7: Slede ontwerp 2

- **Wagentje** : Bovenop de slede is een wagentje bevestigd. Dit wagentje zal de bobijnen opvangen en dragen tijdens de verplaatsing. De vorm van dit wagentje hangt sterk af van het systeem dat de bobijnen zal opnemen bij de automatisatie

Op dit wagentje moeten terug enkele veiligheden voorzien worden. Dit gaat van persoonsveiligheid (druksensoren) als machine veiligheid (stof borstels aan de onderkant)

J. EIND CONCLUSIE

Case 1 zal verder worden uitgewerkt door externe bedrijven aangezien deze case het best zal kunnen geïntegreerd worden in een bestaande afdeling.

III. DEEL 2 HEATSET AFDELING

Binnen deze afdeling worden garen van de Extrusie-afdeling verwerkt tot bruikbare draden voor verdere productie. Dit gebeurt in verschillende stappen kabblen, rusten en heatsetten.

- **kabblen** : De bobijnen komen binnen bij de kabblage-machines, dit per kwaliteit per machine. deze machine ontrolt twee bobijnen en twist beide garen tot een nieuwe draad. Deze draad wordt dan terug gewikkeld tot een nieuwe bobijn .dit wordt gedaan om een sterkere draad te bekomen.

- **rusten** : De nieuwe bobijnen moeten voor enkele dagen rusten. Dit om de draden tijd te geven om zich wat uit te plaatsen rond elkaar dat zal later voor een betere hechting geven tijdens het heatset proces.

- **heatsetten** : Heatsetting is een thermisch proces die plaatsvindt in een stoomatmosfeer of een droge hete omgeving. Het effect van het proces geeft vezels, garens of weefsel dimensionale stabiliteit en andere gewenste eigenschappen zoals een hoger volume, kreukbestendigheid of temperatuurbestendigheid. Dit alles om latere processen eenvoudiger te maken

A. Probleemstelling

De volledige achterkant van de afdeling wil men operator-vrij maken. Dat wil zeggen een automatisering om de bobijnen van de kabblage machines op paletten of containers brengen. Daarnaast ook een automatisatie voorzien om de volle containers/paletten van en naar het magazijn en headset te brengen.

B. Procesbeschrijving



Figure 8: procesbeschrijving heatset afdeling

C. Voorgaande onderzoeken

Het bedrijf PRIMON Automazioni heeft voor dit probleem al een onderzoek gedaan. Zij hebben ook al een oplossing gegeven.

Zij hebben een machine ontwikkeld die aan de kabblage unit staat en al het werk van een operator overneemt. Deze machine kan verplaatst worden naar andere kabblage units waar nodig. Wat er voor zorgt dat er maar één van nodig is.

Het magazijn is ook onderzocht en omdat er veel plaats is kan er overgegaan worden naar een grondmagazijn met paletten in plaats van de huidige kooicontainers.

D. Case 1 : Neuenhauser

Het systeem van neuenhasuer heft do mogelijkheid om in kooicontainers te stapelen wat de afdeling toch liever heeft. Deze kooi containers worden dan door een AGV naar het magazijn gebracht en daarna naar de heatset machine.

Men gebruikt deze machine al in Balta ITC Tielt.

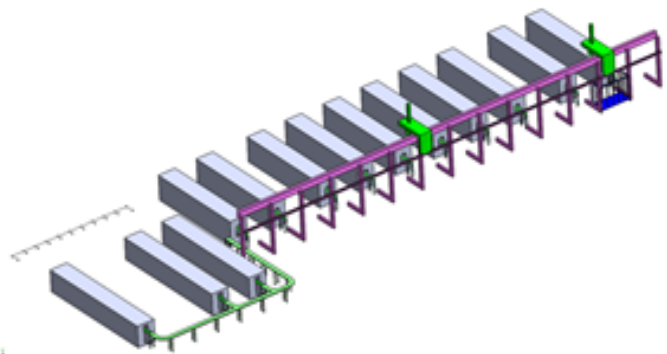


Figure 9: Voorstelling case 1 heatset afdeling

conclusie case 1

het vullen van kooicontainers is een groot voordeel. Maar zeker een even groot nadeel is de grootte van de installatie. Dit zal een groot deel van de afdeling ook afsluiten voor de operatoren wat de werkomgeving onaangenaam maakt. De kooi containers zijn zwaarder dan paletten dus grotere AGVs zullen moeten worden aangeschaft.

E. Case 2 machine op rails

Dit ontwerp is gebaseerd op een machine van het bedrijf Neuenhauser die gevonden is tijdens het onderzoek. De machine laat de bobijnen botsen tegen enkele haken. De bobijn wordt dan gekanteld in de goede oriëntatie zodanig dat een simpele gripper de koker kan vastnemen. De gripper zal dan naar de pallet gaan en zo de bobijnen stapelen.

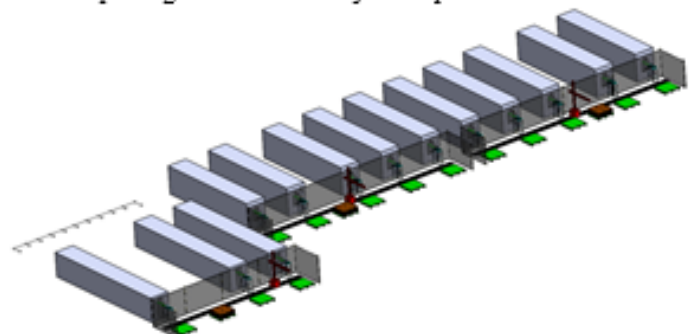


Figure 10: Voorstelling Case 2 heatset afdeling

conclusie case 2

Deze case heeft een eenvoudige opbouw en is simpel te programmeren. Daarbij zijn zo'n standaard elementen goedkoop wat uiteraard goed is voor het budget. Het nadeel blijft terug dat er vaste constructies worden gezet in de afdeling. Deze constructies zijn niet zo groot als bij case 1 en zijn iets werkomgeving vriendelijk maar niet al te min blijft het een belemmering.

F. Case 3 : Mobiele units

Deze case heeft als basis het idee van PRIMON. Er wordt gewerkt aan een alternatief voor een robot arm. Hiervoor zijn enkele suggesties ontworpen en bestudeerd.

- **Ontwerp 1 Roterende As :** Er wordt gewerkt met een roterende as die ervoor zorgt dat er een beweging is in het ZX vlak. Een lange actuator op roterende as zorgt dan voor de op en neer beweging. Door de lange arm moet er gekeken worden of dit wel mogelijk is.

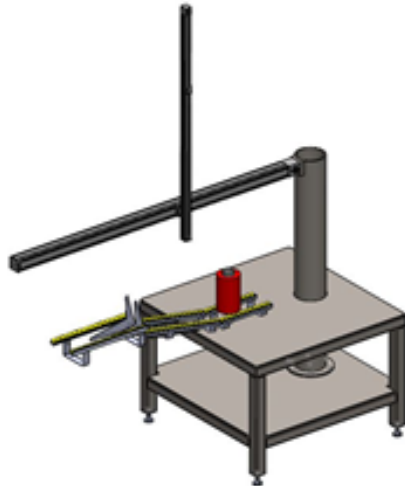


Figure 11: Mobiel eenheid ontwerp 1

Na enkele berekeningen blijkt dat de roterende as te traag moet bewegen voor veiligheidsredenen en dus ook niet snel genoeg zal werken voor in de afdeling te gebruiken.

- **Ontwerp 2 Pick & place :** deze machine is ontworpen om de werksnelheid zo hoog mogelijk te houden door het werkgebied af te schermen. Dit heeft als idee dat de pallet die moet gestapeld worden met bobijnen in de eenheid wordt gezet om te stapelen. Dit zorgt ervoor dat de machine relatief snel kan bewegen. Er wordt ook een plaats voorzien om de dikke tussenkartonnen te plaatsen.

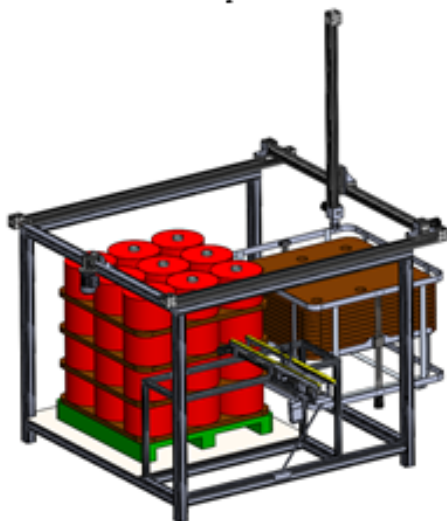


Figure 12: Mobiele eenheid ontwerp 2

Dit maakt de eenheid een stuk groter maar alles kan wel in één keer vervoerd worden door de AGV. Dit ontwerp heeft

veel toekomst maar enkele parameters moeten nog opgelost worden door een extern bedrijf.

Conclusie heatset afdeling

Case 1 en 2 mogen weg gelaten worden aangezien Balta er voor kiest om met mobile units te werken. De ontwerpen van case 3 vooral dan ontwerp 2 heeft veel toekomst. Maar er moet nog verder aan gesleuteld worden om enkele onzekerheden weg te werken. Dit zijn de stabiliteit, Kostprijs, Energietoevoer, enz.

Een goede optie is het voorstel van PRIMON . het is boven het budget maar heeft een zeer grote kans op slagen.

Inhoudsopgave

woord vooraf	1
abstract	2
Extended abstract	3
Figuurlijst	12
IJST MET AFKORTINGEN	15
Inleiding	16
bedrijf : balta group	17
document volgorde	19
Deel 1 Extrusie	20
1 Productieproces	20
2 Indeling van de extrusieafdeling	23
3 Probleemstelling in de extrusie afdeling	24
4 Opdracht	24
4.1 Proces beschrijving	24
4.2 Parameters	25
5 Onderzoek automatisatie mogelijkheden	26
5.1 Bezoek ITC Tielt	26
5.1.1 Mogelijke toepassingen voor Sint-Baafs-Vijve	27
6 Automatisatie visualiseren	28
6.1 Solidworks	28
6.2 Flexsim	29
6.2.1 Simulatie omgeving	30
6.2.2 Gebruikte objecten	31
7 Productie data extrusie afdeling	33
7.1 Opstellen basis simulatie	34
8 Onderzoek opslag mogelijkheid	36
8.1 Opslag mogelijkheden	36
8.1.1 Kooicontainer (huidig systeem)	36
8.1.2 Pallet (huidig)	37
8.1.3 Palet met dik tussenkarton	38
8.1.4 Nieuwe kooicontainers	39
9 Case 1 : Automatisatie door computer gestuurde wagentjes	43
9.1 AGV VS AMR	43
9.1.1 5 Hoofdvoordelen AMRs	44
9.2 Proces verloop	46
9.3 3D uitwerking	47

9.3.1	Onderdelen en legende	48
9.4	vaststellingen case 1	49
9.5	Case 1.1 : origineel voorstel AGV	50
9.5.1	Simulatie	50
9.6	Case 1.2 : verbeterd voorstel AGV	52
9.6.1	Proces flow	52
9.6.2	Data linkerdeel	53
9.6.3	Data rechter deel	55
9.6.4	Volledige case data Case	57
9.7	Case 1.3 : AMR	58
9.7.1	Aanpassingen in de simulatie	58
9.8	Case 1 toepassing effectieve productietijden	60
9.8.1	Case 1.1	60
9.8.2	Case 1.2 & case 1.3	60
9.9	Conclusie case 1	61
10	CASE 2 : TRANSPORTBANDEN	63
10.1	AMR VS transportbanden	63
10.2	Procesverloop	65
10.3	3D uitwerking	65
10.3.1	Onderdelen en legende	66
10.3.2	Voor- en nadelen	67
10.4	CASE 2.1 : uitwerking origineel voorstel	68
10.4.1	3D uitwerking	68
10.5	CASE 2.2 : origineel voorstel aangepast	69
10.5.1	Simulatie	70
10.5.2	Resultaten simulatie	72
10.6	CASE 2.3 : transport via AGVs	74
10.6.1	Simulatie	74
10.7	Resultaten simulatie	75
10.8	Case 2 toepassing effectieve productietijden	76
10.8.1	Case 2.2	76
10.8.2	Case 2.3	76
10.9	Conclusie case 2	77
11	cASE 3 : hoogte transportband	79
11.1	Proces verloop	79
11.2	3D uitwerking	79
11.2.1	Onderdelen en legende	80
11.3	Voor- en nadelen	82
11.4	Case 3.1 verbeterd origineel voorstel	83
11.5	Simulatie	83

11.5.1	Nieuwe elementen in simulatie	84
11.5.2	Resultaten van de simulatie	85
11.6	Case 3 toepassing effectieve productietijden	85
11.7	Conclusie case 3	86
12	Case 4 : verplaatsen wikkelaars	87
12.1	Schema	87
12.2	Conclusie	87
13	Slede ontwerp	88
13.1	Huidige sledes	88
13.2	Ontwerp vereisten	88
13.3	Ontwerp ideeën	89
13.4	Slede Ontwerp 1	90
13.4.1	Veiligheid	90
13.4.2	Onderhoud	90
13.4.3	Kracht overdracht	90
13.5	Slede Ontwerp 2	91
13.5.1	Kracht overdracht	91
13.6	Berekeningen	92
13.6.1	Beschrijving	92
13.7	Kostprijsberekening	96
13.7.1	Prijsvergelijking	97
13.7.2	Verschil in slede systemen.	97
13.8	Wagentje	98
13.8.1	Veiligheid	98
13.8.2	Ontwerp 1	99
13.8.3	Ontwerp 2	99
14	Eind conclusie	100
Deel 2 Heatset		101
1	Productieproces	101
1.1	Kabbleren	102
1.2	Rusten	102
1.3	Heatsetten	103
1.3.1	Heatset proces	103
1.4	Wikkelen	104
2	Indeling heatset afdeling	105
3	Probleemstelling in de heatset afdeling	106
3.1	Opdracht	106
4	externe suggesties	107

4.1	PRIMON automazioni	107
5	Van Kooicontainer naar paletten	108
6	Case 1 : Neuenhauser	109
6.1	3D voorstelling	109
6.1.1	Onderdelen	110
6.2	Voordelen en nadelen	110
7	Case 2 : Machine op rails	111
7.1	3D voorstelling	111
7.1.1	Onderdelen	112
7.2	Voordelen en nadelen	113
8	case 3 Mobiele units	114
8.1	3D uitwerking	114
8.1.1	Mobiele units ontwerpen	114
8.2	Voor en nadelen	116
9	Nieuwe parameters	116
10	Mobiele units	117
10.1	Ontwerp 1 : roterende as	117
10.1.1	Ontwerp bevindingen	117
10.2	Ontwerp 2 : Pick & Place	118
10.3	Ontwerp 2.1	119
10.3.1	Ontwerp elementen	120
11	Conclusie	123
	referenties	124
	Bijlagen	125

FIGUURLIJST

Figuur 1: Logo Balta group.....	17
Figuur 2: Vestegingen Balta group.....	17
Figuur 3: Rapporteringssegmenten Balta group.....	18
Figuur 4: Foto vesting Sint-Baafs-Vijve	18
Figuur 5: Schematische voorstelling smelt spin lijn [1]	20
Figuur 6: Hopper (links) & Schroef extrusie (rechts)	21
Figuur 7: Rij spinplaten in gebruik (links) & Spinplaat (rechts)	21
Figuur 8 : Spindels (links) & Wikkelaars (rechts).....	21
Figuur 9: Indeling extrusie installatie	22
Figuur 10: Gewikkelde bobijnen (links) & Kokers (rechts).....	22
Figuur 11: Plattegrond extrusie afdeling.....	23
Figuur 12: Blokschema procesbeschrijving	24
Figuur 13: Ketting systeem ITC Tielt	26
Figuur 14: Spider & Pecker stapelaar (links) & Neuenhauser stapelaar (rechts)	27
Figuur 15: Solid works teken project	28
Figuur 16: Logo Flexsim.....	29
Figuur 17: Standaard objecten (links) & Proces flow (rechts).....	29
Figuur 18: Dashbaord datagathering flexsim.....	30
Figuur 19: Simulatie huidige situatie	30
Figuur 20: Flexsim flow item.....	31
Figuur 21: Flexsim source.....	31
Figuur 22: Flexsim seperator.....	31
Figuur 23: Flexsim Queue	32
Figuur 24: Flexsim combiner	32
Figuur 25: Flexsim Task executer	32
Figuur 26: Flexsim Sink.....	32
Figuur 27: Productie data extrusie afdeling	33
Figuur 28: Code label en kleur instellen	34
Figuur 29: Normaal verdeling	34
Figuur 30: Instellingen seperator	35
Figuur 31: Kooicontainer	36
Figuur 32: Palet met kleine tussenkarton	37
Figuur 33: Palet met dik tussenkarton	38
Figuur 34: Nieuw ontwerp Kooicontainer.....	39
Figuur 35: Stapelstrategie 1	40
Figuur 36: Vrachtwagen bezetting strategie 1	40
Figuur 37: Stapelstrategie 2	41
Figuur 38: Vrachtwagen bezetting strategie 2	41
Figuur 39: Stapelstrategie 3	41
Figuur 40: Vrachtwagen bezetting strategie 3	42
Figuur 41: AGV Vs AMR	43
Figuur 42: Schematische voorstelling proces verloop case 1.....	46
Figuur 43: 3D uitwerking case 1	47
Figuur 44: Plattegrond 3D uitwerking case 1.....	47
Figuur 45: Tekening centraal magazijn	48
Figuur 46: Tekening AGV/AMR zone	48
Figuur 47: Tekening transportband	49
Figuur 48: Flexsim AGV	50

Figuur 49: Instellingen Flexsim AGV	50
Figuur 50: Simulatie Case 1.1	51
Figuur 51: Flexsim deadlock AGVs	51
Figuur 52: Simulatie case 1.2.....	52
Figuur 53: Simulatie case 1.2 linker deel.....	53
Figuur 54 : Data case 1.2 met 5 AGVs Linker deel	53
Figuur 55: Data case 1.2 met 6 AGVs Linker deel	54
Figuur 56: Data case 1.2 met 7 AGVs Linker deel	54
Figuur 57: Simulatie case 1.2 rechter deel	55
Figuur 58: Data case 1.2 met 3 AGVs rechter deel.....	55
Figuur 59: Data case 1.2 met 4 AGVs rechter deel.....	56
Figuur 60: Data case 1.2 met 5 AGVs rechter deel.....	56
Figuur 61: Data case 1.2 werklust operators.....	57
Figuur 62: Simulatie case 1.3.....	58
Figuur 63: Data Case 1.3 met 7 AMRs	59
Figuur 64: Data Case 1.3 met 5 AMRs	59
Figuur 65: File creatie case 1.1 AGVs.....	60
Figuur 66: Dubbele doffingen in case 1.2 & Case 1.3	60
Figuur 67: Rekken voor lege kokers boven AGV/AMR route	61
Figuur 68: 3D uitwerking Case 1 met 2 pelletiseer units	62
Figuur 69: Grafiek transportsystemen	64
Figuur 70: Blokschema procesverloop	65
Figuur 71: 3D uitwerking case 2.....	65
Figuur 72: Plattegrond 3D uitwerking case 2.....	66
Figuur 73: Tekening bewerkingszone	66
Figuur 74: Tekening transportsysteem voor paletten	67
Figuur 75: 3D uitwerking Case 2.1	68
Figuur 76: Hoekpunt bij 3D uitwerking Case 2.1	68
Figuur 77: aangepaste 3D uitwerking case 2.1	69
Figuur 78: Simulatie Case 2.2	70
Figuur 79: Flexsim Transportband	70
Figuur 80: Flexsim voorstelling palletwikkelaar	71
Figuur 81: Flexsim voorstelling bewerkingszone.....	71
Figuur 82: Flexsim voorstelling Pick & place robot.....	71
Figuur 83: Data palletwikkelaars case 2.2.....	72
Figuur 84: Data werklust heftruck.....	72
Figuur 85: Throughput bobijnen	73
Figuur 86: Simulatie case 2.3.....	74
Figuur 87: Flexsim AGV	74
Figuur 88: Werklust 1 wikkelaar	75
Figuur 89: Werklust AGVs case 2.3	75
Figuur 90: Throughput bobijnen	76
Figuur 91: Werklust AGVs case 2.3 reële data	76
Figuur 92: Textielindustrie ANNO 1900.....	77
Figuur 93: Blokschema proces verloop case 3.....	79
Figuur 94: 3D uitwerking Case 3	79
Figuur 95: Plattegrond 3D uitwerking Case 3.....	80
Figuur 96: Tekening hoogtetransportband	80
Figuur 97: Knoopmachine ITC Tielt.....	81
Figuur 98: Voorstelling Knoopmachine ITC Tielt in 3D uitwerking.....	81
Figuur 99: Voorstelling bewerkingszone in 3D uitwerking	81

Figuur 100: Machine van bedrijf Zancaner S.r.l.....	82
Figuur 101: Simulatie case 3.1.....	83
Figuur 102: Flexsim Transportband	84
Figuur 103: Flexsim voorstelling Pick & Place machine	84
Figuur 104: Flexsim voorstelling lift systeem.....	84
Figuur 105: Throughput pick & place machines	85
Figuur 106: Throughput pick & place machines productie data.....	85
Figuur 107: Schema case 4	87
Figuur 108 : Huidige sledes aan wikkelaars	88
Figuur 109: Slede ontwerp 1	90
Figuur 110: Slede ontwerp 2 met spanrol.....	91
Figuur 111: Antidraad wielen.....	91
Figuur 112: Schema krachtenverdeling slede	92
Figuur 113: Tandwiel met taperlock	92
Figuur 114: Krachtenverdeling op een wiel	93
Figuur 115: Tandriem gegevens	93
Figuur 116: Festo Motor	94
Figuur 117: Voorstelling stelling van steiner.....	94
Figuur 118: Figuur inertie berekeningen riem verbinding	94
Figuur 119: Taperlock	95
Figuur 120: Werking drukbalk	98
Figuur 121: Wagentje met beveiliging hek	98
Figuur 122: Bescherming borstels.....	99
Figuur 123: Werking rollenlijn wagentje ontwerp (rechts) 1 & rollenlijn (links).....	99
Figuur 124: Wagentje ontwerp 2 (links) & kleine transportband (rechts).....	99
Figuur 125: Heatset afdeling	101
Figuur 126: Garen uit extrusie afdeling	101
Figuur 127: Kabblage machine	102
Figuur 128: Rust magazijn	102
Figuur 129: Heatset machine	103
Figuur 130: Kristalstructuur synthetische vezels	104
Figuur 131: Na heatset wikkel machine	104
Figuur 132: Plattegrond heatset afdeling	105
Figuur 133: Blokschema procesbeschrijving heatset	106
Figuur 134: Logo Primon Automazioni	107
Figuur 135: Voorstel Primon : Robotarm	107
Figuur 136 : Automated forklift vehicle (AFV).....	108
Figuur 137: 3D voorstelling Case 1 Heatset afdeling	109
Figuur 138: Plattegrond 3D voorstelling case 1 heatset afdeling	109
Figuur 139: Getekend neuenhauser railsysteem (links) & Neuenhauser machinale kop (rechts)	110
Figuur 140: Getekende transportband case 1	110
Figuur 141: Neuenhauser Single pal.....	111
Figuur 142 : 3D voorstelling case 2 heatset afdeling.....	111
Figuur 143: Werkwijze omkeerder.....	112
Figuur 144 : 3D uitwerking Case 3 Heatset afdeling	114
Figuur 145: Assenkruis mobiele units	114
Figuur 146: Mobiele unit ontwerp 1	117
Figuur 147: Schema lengte berekening actuator.....	117
Figuur 148: SKF draaikranslager	118
Figuur 149: Mobiel unit ontwerp 2	118
Figuur 150: Ontwerp Mobiel unit 2.1	119

Figuur 151: Frame ontwerp 2.1 (links) & Doorsnede Aluminium profiel (rechts)	120
Figuur 152: Omkeerder ontwerp 1	120
Figuur 153: Bewegingen uitstoter (links) & nieuw ontwerp omkeerder (rechts).....	121
Figuur 154: karton houder vol (links) & leeg (rechts).....	122

LIJST MET AFKORTINGEN

AMR = autonomous mobile robot

AGV = Automated guided vehicle

AFV = Automated forklift vehicle

APV = Annual Production Volume (Jaarlijks productie volume)

KPI = Key Performance Indicator (Kritieke Prestatie Indicatoren)

INLEIDING

Tijdens deze thesis worden twee afdelingen bestudeerd binnen Balta Sint-Baafs-Vijve namelijk de Extrusie- en Heatset afdeling. Deze afdelingen hebben elk een zeer specifieke werkomgeving en worden dus volledig apart van elkaar bestudeerd. Daarom is deze thesis in 2 grote delen verdeeld. Binnen de extrusie afdeling worden er halffabrikaten gemaakt die dan later in de Heatset-afdeling worden gebruikt.

De opdracht in de extrusie, is om een studie te maken naar de automatisatie mogelijkheden binnen deze afdeling. Dit om het aantal werknemers binnen de afdeling te kunnen reduceren en tegelijk de werkomstandigheden te verbeteren. Hiervoor is gezocht naar toepassingen die al gebruikt worden binnen de industrie maar ook nieuwe mogelijkheden die de afdeling kunnen verbeteren naar de nieuwe standaard van Industrie 4.0 (= refereert naar het digitaliseren en automatiseren van de industrie en met name de productieprocessen). Dit onderzoek wordt gedaan met ervaring van de “in house” ingenieurs en afdelingshoofden en met externe bedrijven uit dezelfde sector. Er worden simulaties gemaakt om de voorgestelde mogelijkheden zo nauwkeurig mogelijk te kunnen weergeven binnen de huidige productie. Deze opties worden zo goed mogelijk uitgetekend zodanig dat een reëel beeld kan gemaakt worden van de grootte van de eventuele mogelijke automatisatie. Deze voorstellen worden voorgelegd aan het bedrijf om daaruit de meest gunstige te kiezen en zo een meer gedetailleerd plan kan opgesteld worden.

De heatset-afdeling zal de producten van de extrusie afdeling verder verwerken. Binnen deze afdeling is de opdracht om een groot deel van de afdeling personeel vrij te maken. Dit terug om de werklast van de operatoren te reduceren. Hiervoor moet een machine ontworpen worden die het werk van de operatoren overneemt in die bepaalde zones. Hier is het belangrijk dat de productiesnelheid niet naar beneden gaat bij het inbrengen van deze nieuwe combinatie aan machines. Voor deze probleemstelling zijn er al oplossingen gegeven door externe bedrijven. Hier wordt vooral gekeken om nog extra opties te voorzien waar Balta uit kan kiezen.

Voor beide afdelingen zijn er voorstellen opgemaakt doorheen het jaar. Balta heeft hieruit enkele voorstellen gekozen om verder uit te werken en een meer gedetailleerd plan te krijgen. Op het einde van dit werk wordt dit onderzoek gedeeld met externe bedrijven om hierop verder te werken en zo een effectieve toepassing te ontwerpen.

BEDRIJF : BALTA GROUP

In voorgaande teksten wordt al enkele keren gesproken over het bedrijf Balta group. Hieronder uitleg over dit bedrijf.



Figuur 1: Logo Balta group

Balta is een wereldspeler in de textiel wereld. Dit in algemene bobijn productie en textiel vloerbekleding. Balta heeft negen vestigingen waarvan 7 in Europa en 2 in Amerika. Het bedrijf telt ongeveer 4 000 medewerkers en heeft een omzet van 671 miljoen euro. De traditionele markten zijn de Verenigde Staten, het Verenigde Koninkrijk, Duitsland en Frankrijk en ook een grote aanwezigheid in Centraal – en Oost-Europa.



Figuur 2: Vestigingen Balta group

Balta werkt vanuit vier rapporteringssegmenten.

- **Rugs:** geweven en getufte karpetten, onder de Balta home merknaam.
- **Residential:** kamerbreed tapijt en tapijttegels voor privaat gebruik, onder de merknamen Balta carpets, ITC en Balta carpet tiles.
- **Commercial:** kamerbreed tapijt en tapijttegels voor commercieel gebruik, onder de merknamen arc edition, Bentley en modulyss.
- **Non-Woven:** naaldvilt, tapijtbacking en technische non-wovens onder de merknaam Captiqs.



RAPPORTERINGSSEGMENTEN



Figuur 3: Rapporteringssegmenten Balta group

Deze masterthesis is gemaakt in de vesting Sint Baafs Vijve. In deze fabriek worden enkele segmenten geproduceerd zoals Rugs, en residential. Dit overheen verschillende afdelingen binnen de vesting.

De specifieke afdelingen waar de thesis opdracht wordt uitgevoerd, is extrusie (1) en heatset afdeling (2).



Figuur 4: Foto vesting Sint-Baafs-Vijve

DOCUMENT VOLGORDE

Dit document bevat 2 grote deel, een eerste deel voor de extrusie opdracht en een tweede deel voor de heatset-opdracht. Binnen deze hoofdstukken worden de uitgewerkte voorstellen uitgelegd samen met het hierbij gedane onderzoek. Deze voorstellen worden vanaf nu “cases” genoemd.

Doorheen het jaar zijn deze cases op punt gesteld naargelang de keuzes het bedrijf. In het document worden de cases één voor één overlopen. Dit start met het oorspronkelijke voorstel en vanaf dan worden er sub-cases gemaakt om de verbeteringen aan te tonen. Zo wordt case 1 eerst volledig uitgelegd en daarna pas case 2 enz.

Doorheen het jaar was de volgorde van werken anders dan nu in het document wordt voorgesteld om een betere structuur te krijgen in het werk.

Eerst worden alle hoofdcases globaal uitgewerkt en onderzocht. Daarna zijn er vergaderingen gebeurd om eventuele aanpassingen te bespreken en ook de meest favoriete cases aangeduid. Vanaf dan zijn de sub-cases gestart waar er meer in detail en met enkele aanpassingen wordt gewerkt. De laatste sub-case van elke case is dus het finaal voorstel en op deze cases wordt het volledig onderzoek gedaan en een conclusie gevormd.

DEEL 1 EXTRUSIE

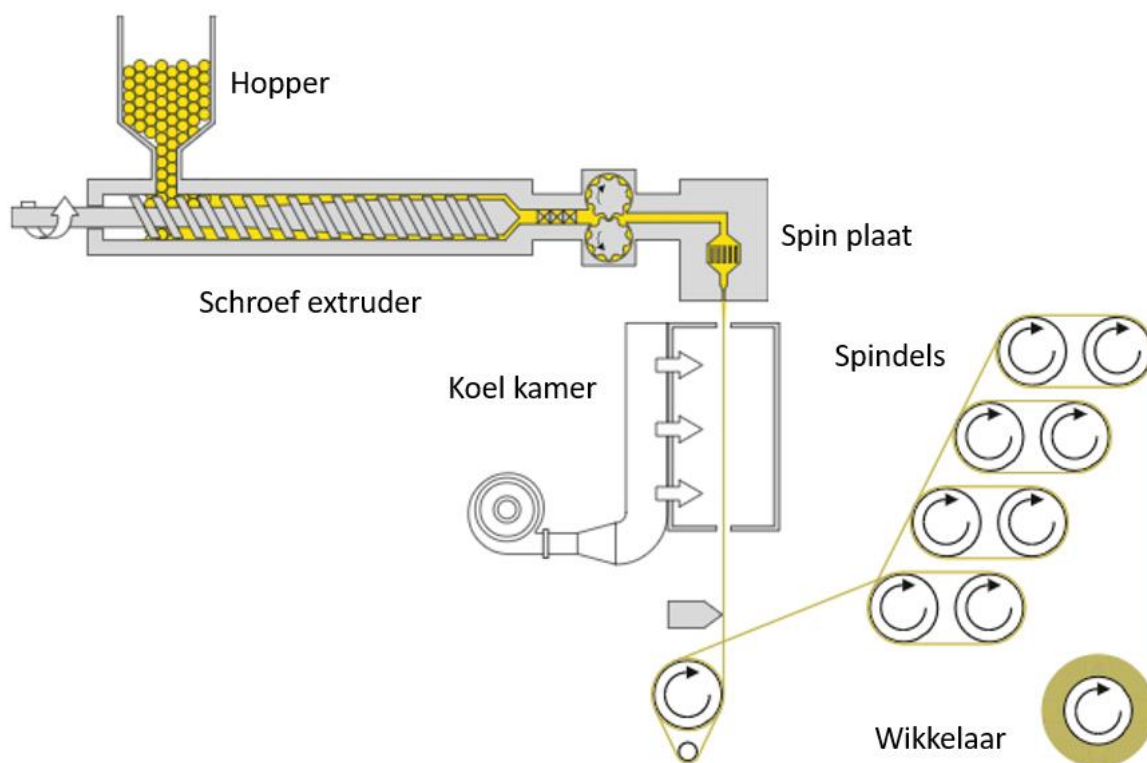
Er werd al enkele keren over de extrusie afdeling gesproken, maar wat doet deze afdeling nu precies?

In deze afdeling worden er draden gemaakt en worden dan gewikkeld op bobijnen. Deze bobijnen worden dan grotendeels verder verwerkt binnen de vesting. Andere bobijnen worden verwerkt in meerdere vestigingen van Balta of eventuele partners.

1 PRODUCTIEPROCES

De garen worden gemaakt uit polypropyleen granulaten. Deze worden de masterbatch genoemd. Om de draad een kleur te geven worden pigmentkorrels toegevoegd en ook UV-stabilisatoren. Deze additieven zorgen er voor dat de draden geen kleur verliezen na verloop van tijd. Al deze componenten worden samengebracht in een hopper om dan naar een schroef extruder te gaan en vervolgens alles samen te laten smelten en vermengen.

Op het einde van de extrusieproces wordt de gesmolten kunststof door een spin plaat geduwd. Deze spinplaat is voorzien van tientallen kleine gaatjes waar de kunststof kan doorvloeien. Deze losse draadjes worden afgekoeld en dan samen verstrengeld om een sterke en dikke draad te bekomen, of beter garen genoemd. Het garen wordt langs verschillende spindels gewikkeld dit om de textuur en mechanische eigenschappen van het garen te verbeteren. Eenmaal het garen de gewenste eigenschappen heeft wordt deze op een lege kartonnen koker gewikkeld door wikkelaars onderaan de volledige installatie.



Figuur 5: Schematische voorstelling smelt spin lijn [1]

Deze installatie is binnen Balta Sint-Baafs-Vijve opgesteld over 3 verdiepingen. Op de bovenste verdieping de hopper waar alle granulaten automatisch worden verdeeld. Een verdieping lager worden deze granulaten dan in de schroef extruder gebracht.



Figuur 6: Hopper (links) & Schroef extrusie (rechts)

Op een extrusie machine worden enkele spinplaten geplaatst in een rij. Dit om op het einde van het proces een sterkere draad te verkrijgen.

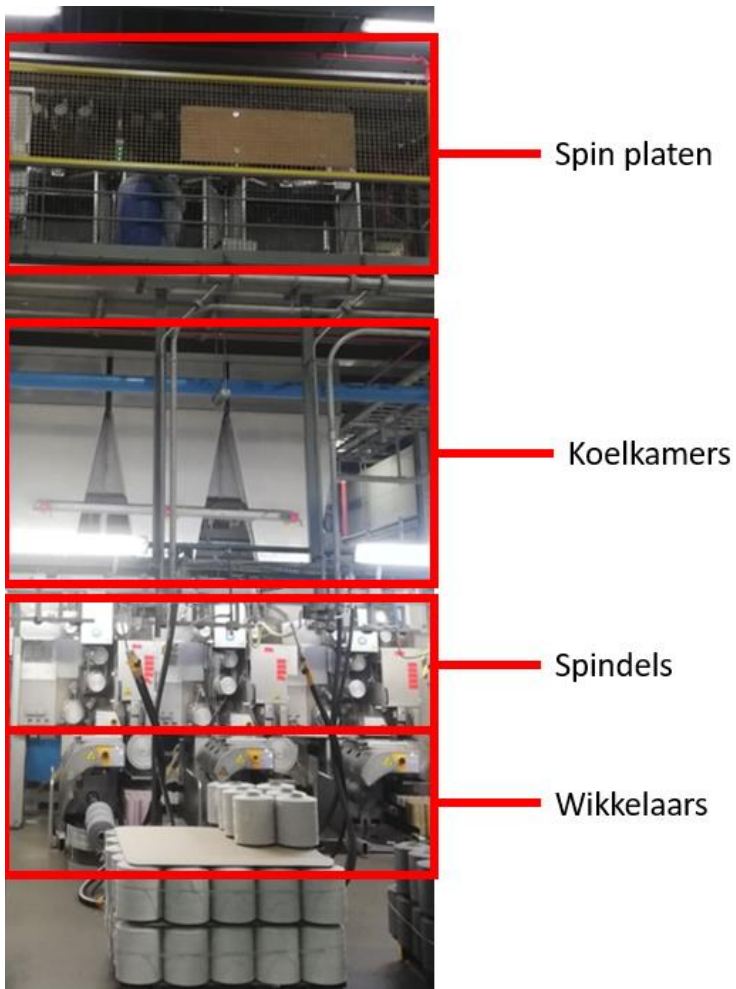


Figuur 7: Rij spinplaten in gebruik (links) & Spinplaat (rechts)

Op de laatste verdieping, gelijkvloers, bevinden zich de spindels en wikkelaars. Tussen de eerste verdieping en de gelijkvloers bevinden zich de koelkamers.



Figuur 8 : Spindels (links) & Wikkelaars (rechts)



Figuur 9: Indeling extrusie installatie

Na een bepaalde tijd is de koker vol met garen. Na dit proces wordt van een bobijn gesproken. Als de wikkeling klaar is worden de bobijnen door de operators uit de machine gehaald en gestapeld op een palet of in kooi container gelegd zie hoofdstuk 8.



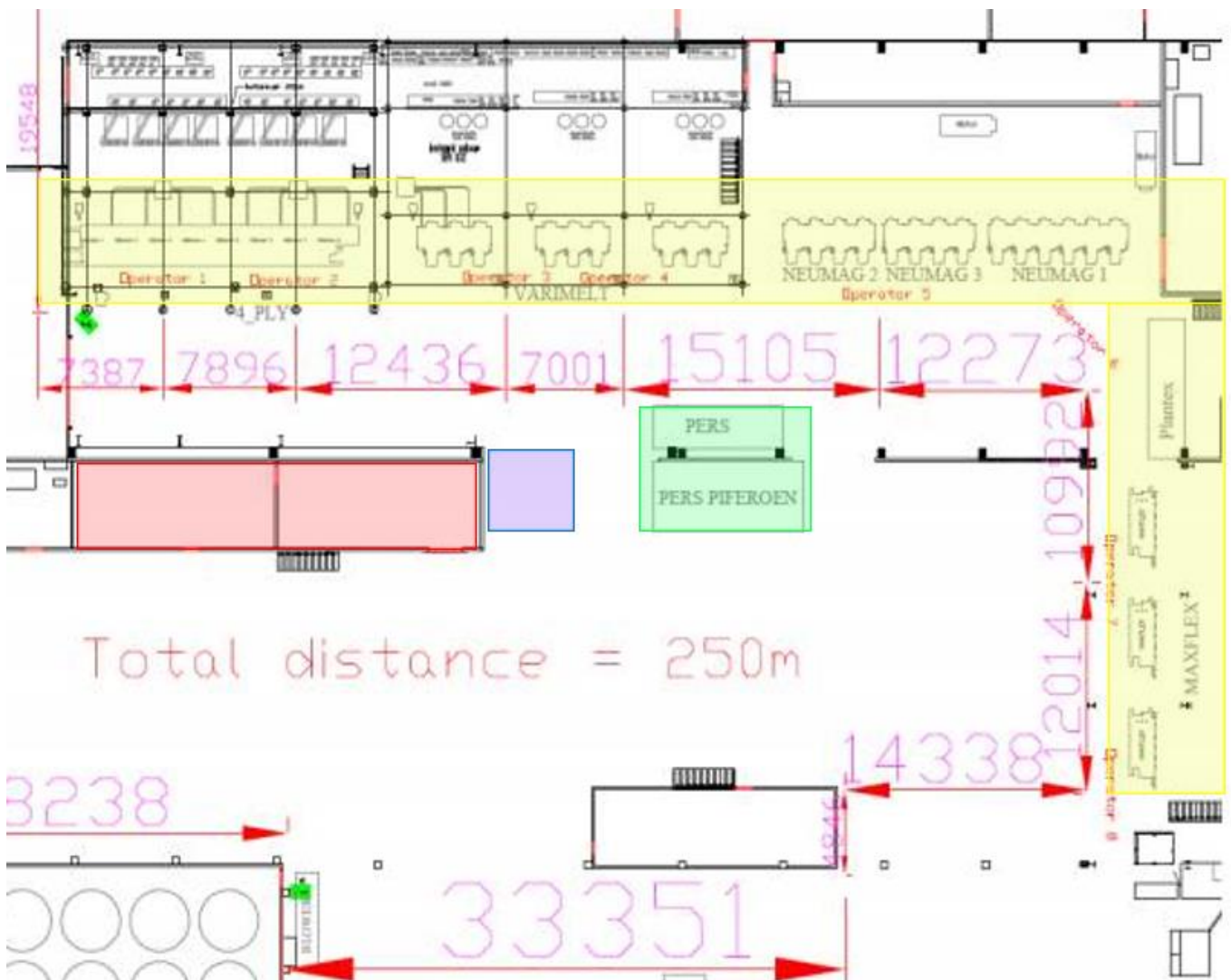
Figuur 10: Gewikkelde bobijnen (links) & Kokers (rechts)

2 INDELING VAN DE EXTRUSIEAFDELING

In de extrusie-afdeling staan momenteel 42 wikkelaars (geel). Elk van deze wikkelaars produceert een aantal bobijnen afhankelijk van het ingestelde proces. Zo goed als al deze machines hebben de mogelijkheid om een bepaalde kwaliteit te produceren. Een kwaliteit is een bobijnen reeks met specifieke mechanische of esthetische eigenschappen. Het gemiddelde aan geproduceerde kwaliteiten in deze afdeling is 29. De volledige afdeling produceert ongeveer 80.000 Kg aan garen per dag wat een totaal van ongeveer 18.000 bobijnen is.

Binnen de afdeling is ook een labo (rood) voorzien om testen uit te voeren op toekomstige nieuwe kwaliteiten of om kwaliteitscontrole uit te voeren.

Er staan ook enkele afzonderlijke machines zoals de paletwikkelaar (blauw) bestemd om volle paletten te omwikkelen met krimpfolie uit veiligheid en te beschermen tegen stof. In het midden van de zaal staat er een grote compressor (groen) die de volledige afdeling voorziet van perslucht. Daarbij staat ook een machine (groen) om alle restmateriaal op te vangen van breuken ontstaan tijdens het wikkelp proces.



Figuur 11: Plattegrond extrusie afdeling

3 PROBLEEMSTELLING IN DE EXTRUSIE AFDELING

De technologie van deze afdeling begint achterhaald te worden in vergelijking met de huidige mogelijkheden binnen de textielsector. Een modernisering van deze afdeling is noodzakelijk. Dit kan in eerste instantie opgelost worden door het stapelen van de bobijnen te automatiseren. Zo moeten de operators de bobijnen niet meer hanteren zolang er zich geen technische storingen voordoen. De operators zullen dan hoofdzakelijk worden ingezet voor het instellen van de wikkelaars en extrusie-machines alsook voor het herstellen van breuken tijdens dit proces.

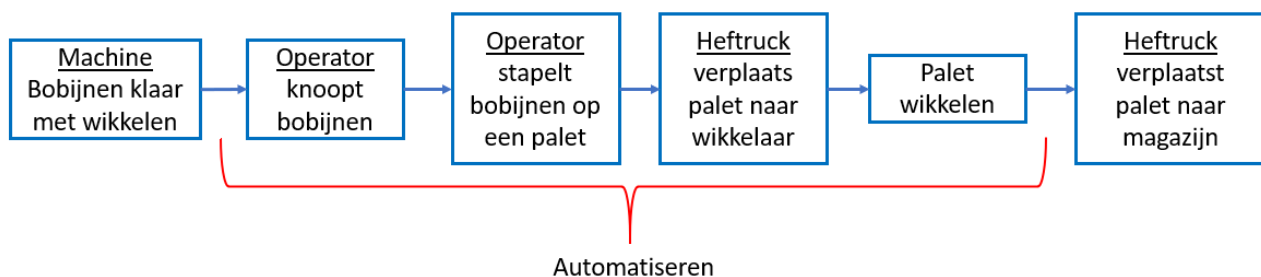
Deze nieuwe automatisatie zal de afdeling naar een hoger niveau tillen wat rendement betreft en eveneens de werkomstandigheden van de operators veel verbeteren.

4 OPDRACHT

Het thesisonderwerp binnen de extrusie-afdeling is onderzoek doen naar de mogelijkheden van automatisatie binnen de afdeling. Hiermee rekening houdend met enkele parameters opgesteld door het bedrijf.

4.1 Proces beschrijving

Wanneer de bobijnen klaar zijn worden deze door de machine uitgestoten. Een operator zal ze de losse uiteinden knopen en de bobijnen stapelen op een palet of in een kooi-container leggen. Wanneer de paletten vol zijn zal een heftruck ze op de paletwikkelaar zetten. Eenmaal de palet gewikkeld is zal deze heftruck de volle pallet naar het magazijn brengen. Dit zijn de delen die men wil automatiseren binnen de afdeling met als focus dat de operators de bobijnen niet meer hoeven aan te raken. Dit proces moet geautomatiseerd worden. (zie blokschema hieronder)



Figuur 12: Blokschema procesbeschrijving

4.2 Parameters

Verbeteren werkomgeving

- **Veiligheid** van de operators rond de machines moet prioritair zijn.
- De werkomstandigheden van de operators mag niet in het gedrang komen met voorrang aan “**Werkbaar werk**” en “**ergonomie**” van de operators.
- De paletten met bobijnen moeten na het stapelen van een rij kort gewikkeld worden om **veilig** te kunnen **vervoerd** worden tot aan de paletwikkelaar. Tussen elke rij bobijnen moet nog een karton voorzien worden voor de stabiliteit van de bobijnen en moet ook geautomatiseerd worden.

Proces gerelateerd

- Zo goed als alles automatisch laten verlopen zodanig dat de operators **geen enkele handeling** moeten doen aan de bobijnen.
- het stapelen van bobijnen in **kooicontainers** proberen te behouden.
- Een **bufferzone** voorzien. Een zone om tijdens technische problemen manueel de bobijnen op te vangen. Deze afdeling werkt namelijk 7/7. Extrusie-machines kunnen niet zomaar stilgelegd worden zonder grote gevolgen.
- De bobijnen worden in **verschillende diameters en gewichten** afgewerkt. De automatisatie moet allerhande diameters en gewichten kunnen behandelen. Maximum diameter 30cm en gewicht 7Kg.
- Er moet niet gekeken worden om de uiteinden van de bobijnen te knopen (**koordjes mogen los blijven**).

Onderhoud

- Er moet plaats voorzien worden zodat de wikkelaars uit de volledige extrusie-opstelling kan gehaald worden. Dit om **eenvoudig onderhoud** mogelijk te houden.
- Tijdens het proces moet het mogelijk zijn om **interventies** te doen. Wanneer er bij een fout van een wikkelaar of machine moet het nodige materiaal (Vorkheftruck, operators,...) op de juiste locatie geraken.

Rand voorwaarden

- **Lege kokers** moeten aan de wikkelaars geraken. Deze kokers worden het liefst **automatisch vervoerd** naar de juiste wikkelaars. De kokers zitten verpakt in grote dozen in verschillende formaten, nl. 80x60x60 of huidig gebruikte formaat 120x120x100.
- Indien nodig **binnenstructuur** afdeling (labo, pers, meesterkastlokaal) aanpassen door muur af te breken of te **verplaatsen** om zo automatisatie mogelijk te maken.
- De volledige automatisatie moet **binnen het budget** blijven.

Tracering

- De bobijnen die van de wikkelaars komen moeten op elk moment **getraceerd** kunnen worden. Elke bobijn heeft een specifieke locatie nodig zodat alle bobijnen gesorteerd worden en men ook op elk moment weet waar een bepaalde bobijn zich bevindt.

5 ONDERZOEK AUTOMATISATIE MOGELIJKHEDEN

In dit hoofdstuk wordt gekeken naar de mogelijkheden tot automatisering binnen de extrusie-afdeling (zie 4.1 proces beschrijving). Om niet van nul te starten is er eerst een 'intake'-gesprek met de productiemanager van de afdeling. Daar werd overlegd hoe de automatisatie eventueel zou kunnen gebeuren met overleg van de aandachtspunten en moeilijkheden.

Dit is een goede start om te zien wat er effectief mogelijk is binnen de specifieke opstelling van de extrusieafdeling in de fabriek te Sint-Baafs-Vijve. Er werd ook een bezoek gepland aan de afdeling ITC Tielt. In de afdeling van Tielt is al automatisatie in werking voor het bobijnentransport. Daar worden paletten en kooicontainers gestapeld wat ideaal is om een idee te hebben welke soorten machines nodig zijn om dit proces te kunnen uitvoeren

5.1 Bezoek ITC Tielt

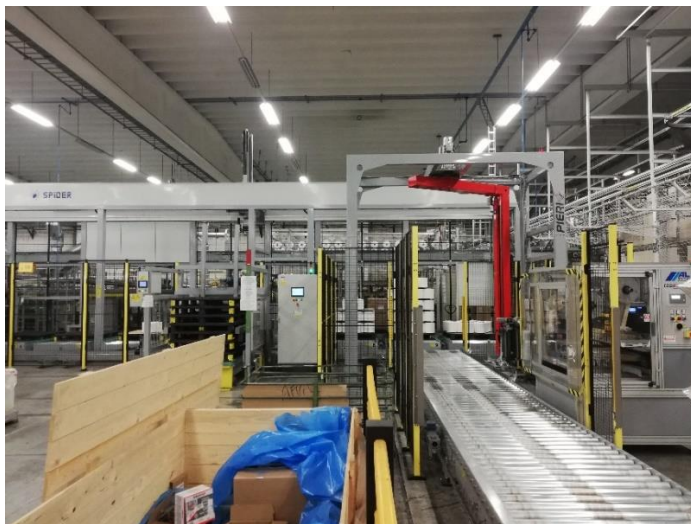
In deze fabriek zijn er enkele systemen aanwezig die misschien kunnen toegepast worden binnen Balta Sint-Baafs-vijve.

In de afdeling te Tielt zijn het hoofdzakelijk overhangende kettingensysteem (fig. 12) die alle bobijnen naar de juiste locaties transporteren. De bobijnen worden na de bewerkings-machine gescand. Deze gegevens worden opgeslagen in een centrale database. Later worden de opgeslagen gegevens gebruikt om de bobijnen naar de juiste locatie te sturen. Dit systeem hangt hoog en hindert de operators niet binnen hun werkomgeving. Er is eveneens een grote bufferzone voorzien.



Figuur 13: Ketting systeem ITC Tielt

Voor het stapelen op paletten wordt er een relatief nieuwe installatie gebruikt. Deze installatie werd gemaakt door het bedrijf Spider en Pecker (fig.14). Deze machine werkt als volgt. De bobijnen worden na sortering tot binnen de bewerkingszone van de machine gebracht. Eens daar beslist de machine naar welke pallet de bobijn gebracht moet worden. De machine bepaalt aan de hand van de grootte van de bobijn ook de stapelstrategie. Wanneer de pallet vol is wordt deze naar een nabijgelegen wikkelaar gebracht waar een operator de volle pallet weghaalt. Deze laatste handeling is ook de enige manuele handeling binnen het volledige proces.



Figuur 14: Spider & Pecker stapelaar (links) & Neuenhauser stepelaar (rechts)

Om de bobijnen in een kooicontainer te plaatsen wordt een systeem van het bedrijf Neuenhauser gebruikt. Deze machine neemt de bobijnen van een vooraf bepaalde locatie en legt deze dan met een lange arm in de kar op de juiste locatie. Opmerking bij deze machine is dat de kooicontainers in perfecte staat moeten zijn. Anders botst de arm tegen de container en veroorzaakt zo schade aan de bobijn, container of arm.

5.1.1 Mogelijke toepassingen voor Sint-Baafs-Vijve

Het kettingsysteem dat in de hoogte hangt lijkt een mooie optie om te realiseren. Echter hiervoor werd vroeger al een aanvraag gedaan en bleek toen te duur te zijn om toe te passen in de afdeling te Sint-Baafs-Vijve.

De Spider en Pecker machine om de bobijnen te stapelen op paletten zag er wel veelbelovend uit. Dit idee wordt meegenomen naar verdere voorstellen. Ook werd de Neuenhauser machine voorgesteld. Aangezien de kooicontainers in goede staat moeten zijn is de kans om dit uit te voeren gering. Door het feit dat de kooicontainers in Sint-Baafs-Vijve al enkele jaren oud zijn en zich eerder in mindere staat bevinden. Dit zou betekenen dat alle containers moeten hersteld of nieuwe moeten aangekocht worden.

Het scannen van de bobijnen lijkt dan een zeer goed idee om te werken met een centraal magazijn waar alles dan verdeeld wordt. Maar na wat navraag blijkt dit systeem nog niet volledig op punt te staan. Er zijn nog veel fouten in het scanproces en kunnen niet veroorloofd worden binnen de continu werkende extrusieafdeling in Sint-Baafs-Vijve. Verder onderzoek naar het scannen van de bobijnen moet nog gedaan worden.

6 AUTOMATISATIE VISUALISEREN

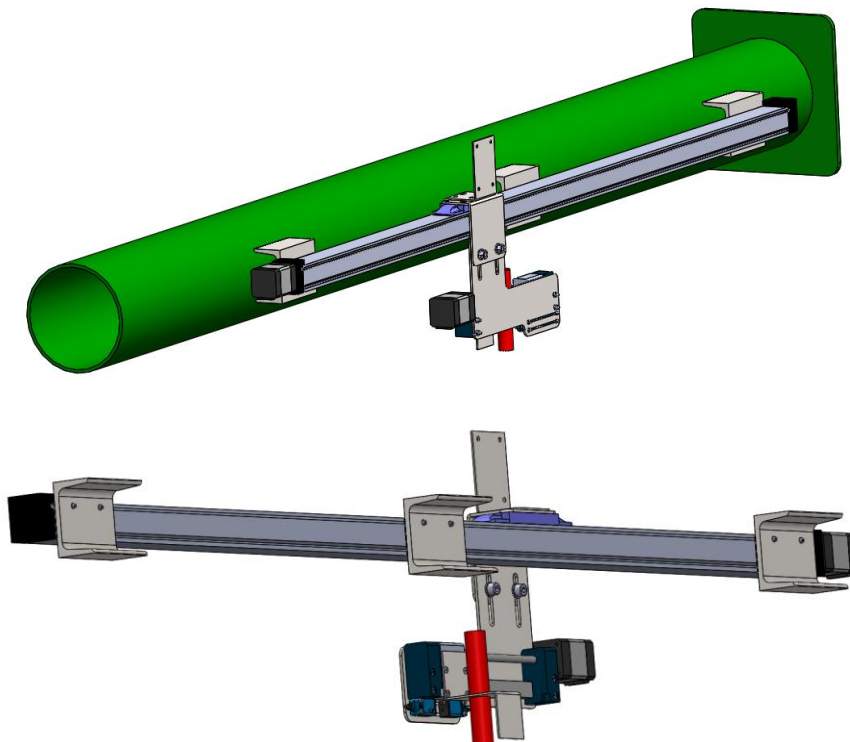
De voorstellen worden eerst eenvoudig uitgetekend in het tekenprogramma Solidworks. Dergelijke tekening heeft niet zo'n goede voorstelling naar werking toe maar toont wel de benodigde plaats die zal nodig zijn in de afdeling voor de automatisatie ook wel voetafdruk van de automatisatie genoemd.

De voorgestelde werking wordt gesimuleerd met het programma FlexSim. Dit simulatieprogramma wordt heeft het grote voordeel dat men de industriële processen kan grafisch kan voorstellen. Vanuit dit programma zullen de resultaten gehaald worden waar later de conclusie zal worden op gebaseerd.

6.1 Solidworks

Binnen het bedrijf is Solid works het standaard CAD programma. Dit is een programma dat wordt gebruikt om onderdelen te tekenen. Door deze software te gebruiken kan er zeer efficiënt getekend worden en vooral zonder veel onopzettelijke teken fouten. Door het gebruik maken van parameters kunnen 3D modellen rap aangepast worden zodanig dat ze sneller correct zijn.

Aangezien dit een momenteel ongekend programma is wordt er eerst een kleine opdracht gedaan om kennis te maken met het programma. Alle CAD programma's lijken op elkaar maar met elk hun eigen karakter trekken en teken wijze.



Figuur 15: Solid works teken project

6.2 Flexsim

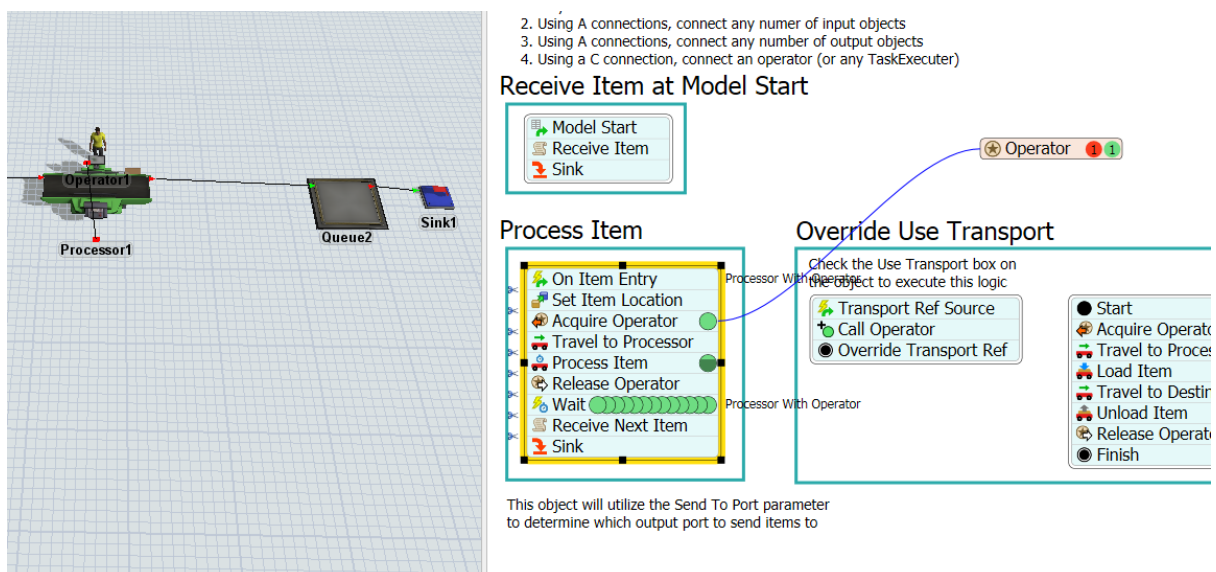
Om de studie naar automatisering binnen de Extrusie afdeling zo goed mogelijk af te werken wordt er gebruik gemaakt van een simulatieprogramma. Het gebruikte simulatie programma is Flexsim.



Figuur 16: Logo Flexsim

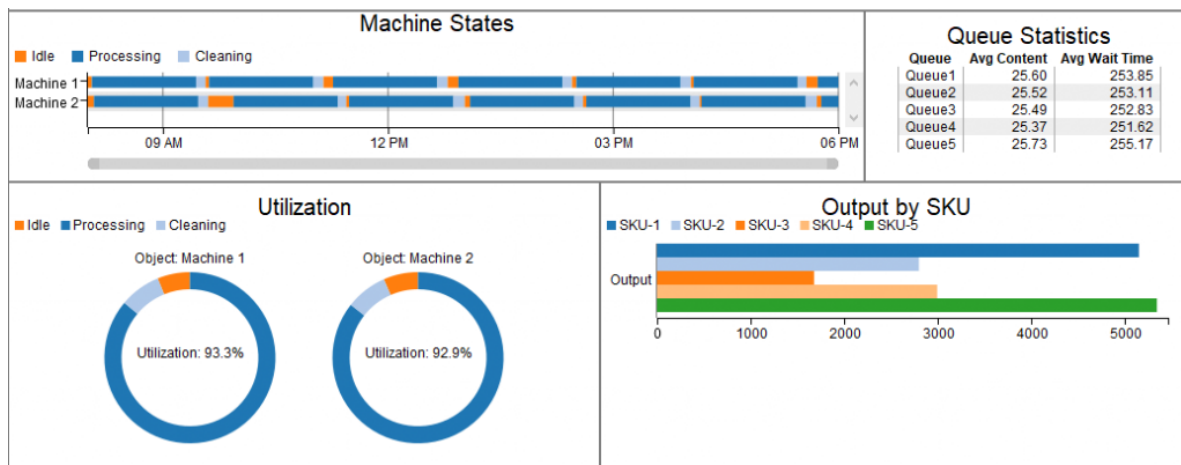
Flexsim is een 3D-simulatie programma waar je het volledige proces kan simuleren in DES- (Discrete event simulatie) modellen maar met het voordeel dat je een volledige 3D-simulatie kan opstellen. In deze modelomgeving kan je als eerste controle kijken of alles werkt zoals het moet zonder eerst een abstracte code te gaan bekijken met honderden parameters. Binnen deze omgeving werken alle modellen op een simpele XYZ-assenstelsel. Dit zorgt er voor dat alles op schaal kan nagemaakt worden. Dit om de reis- en transporttijden zo accuraat mogelijk te houden. Flexsim heeft ook de mogelijkheid om eigen 3D-modellen te maken zodat het model nog meer lijkt op de echte machines en productiehal.

Flexsim is een gigantisch programma die mogelijkheden heeft van simpele standaard objectlijsten tot proces flow uitvoeringen. De standaard objectlijsten bestaan uit een grote verscheidenheid aan objecten die worden gebruikt om direct modellen te bouwen. Het aanpassen van deze lijsten is eenvoudig door de voorgeconfigureerde werkingen en mix- en matchopties. Door de vele dropdownlijsten kunnen zo goed als alle parameters aangepast worden om zo een realistische weergave te creëren. Door de relatief nieuwe functie 'Processflow' in Flexsim kan er nu ook een logica geplaatst worden op het model. Deze logica wordt opgesteld met bekende logische blokken en kunnen samengebracht worden met de simulatie. Dit zorgt ervoor dat de simulatie verder kan uitgebreid worden zonder te veel aanpassingen in de simulatie. Deze volledige logica van het systeem wordt samengebracht en kan snel mee evolueren met het model.



Figuur 17: Standaard objecten (links) & Proces flow (rechts)

Eenmaal de simulatie klaar is, kan een volledige modelanalyse gemaakt worden. Deze analyse gaat van datapunten tot bewegingen van een operator. Alles kan gevisualiseerd worden aan de hand van grafieken en tabellen [2].

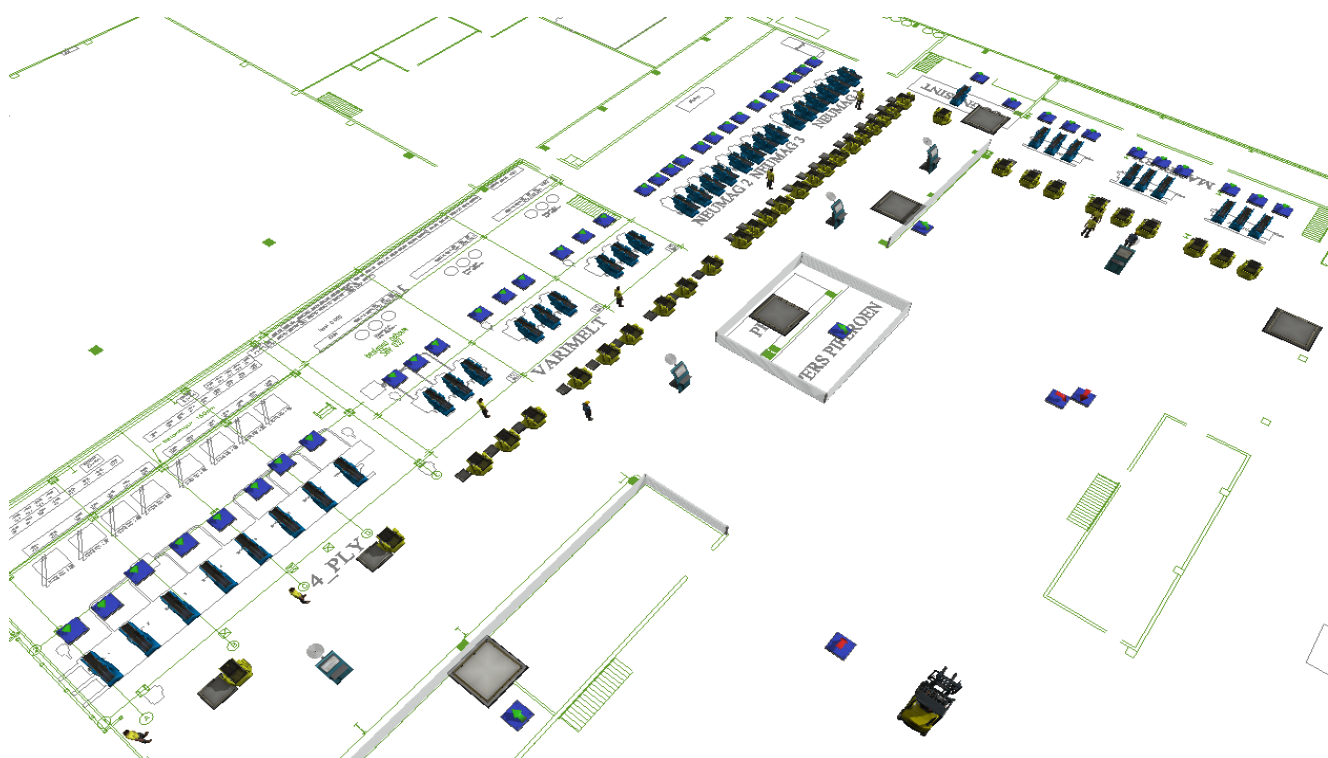


Figuur 18: Dashboard datagathering flexsim

6.2.1 Simulatie omgeving

Om er voor te zorgen dat de simulatie zo nauwkeurig mogelijk is moet eerst gezocht worden naar de juiste parameters van het huidige systeem. Dit wordt gedaan met ontvangen data van de huidige productie en de ervaring van de huidige ingenieurs.

Om te controleren of gegeven data correct werd ingevoerd, wordt een simulatie gemaakt van de huidige werking binnen productiehhal om van daaruit dan verder te bouwen aan het voorstel voor automatisatie. De plattegrond van de afdeling wordt gebruikt om alles juist te plaatsen binnen de simulatie omgeving.

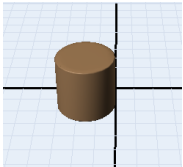


Figuur 19: Simulatie huidige situatie

6.2.2 Gebruikte objecten

Hieronder worden alle belangrijke objecten gebruikt in de simulatie uitgelegd en hoe de gegeven data wordt geïnterpreteerd door Flexsim . Als er extra objecten worden gebruikt binnen de verdere automatisatiesimulatie wordt deze bij de case zelf uitgelegd.

Flow item / Bobijn

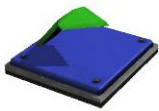


Figuur 20: Flexsim flow item

Deze flow items stellen de bobijnen voor die in het simulatie gebruikt worden. Deze werd manueel toegevoegd aan het programma.

Deze bobijn is gebaseerd op de gemiddelde grootte van bobijnen die de productie maakt. Gemiddelde diameter = 280mm / gemiddelde gewicht is 7kg / en een hoogte van 290mm

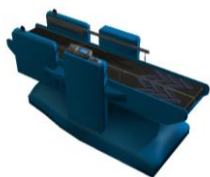
Source / extrusie machine



Figuur 21: Flexsim source

Dit object zal de bobijnen (Flow items) creëren die zullen worden gebruikt binnen de simulatie. Dit object stelt een extrusiemachine voor die na een bepaalde tijd een volledige bobijn gewikkeld heeft.

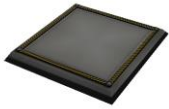
Seperator / wikkelaar



Figuur 22: Flexsim seperator

Op een wikkelaar worden er soms tot 3 bobijnen gewikkeld in 1 sessie. Dit object splitst uit naar meerdere objecten, met name de bobijnen. Als de extrusie machine één bobijn aangeeft aan deze wikkelaar zal de wikkelaar ze gelijktijdig vermenigvuldigen naar meerdere bobijnen afhankelijk van de productie.

Queue/wachtplaats



Figuur 23: Flexsim Queue

Aangezien bobijnen soms uit verschillende wikkelaars komen wordt dit object gebruikt om de verschillende toegangen te centraliseren. Dit om verdere processen gemakkelijker te kunnen instellen.

Combiner/pallet



Figuur 24: Flexsim combiner

De combiner wordt gebruikt om het stapelen van een pallet voor te stellen. Hier kan heel simpel ingesteld worden hoeveel van bepaalde items moeten gestapeld worden. De grootte van dit object is ook aangepast naar de maten van een pallet (1.2 x 1.2 m).

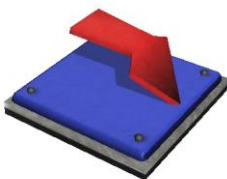
Task executer/operator



Figuur 25: Flexsim Task executer

De operators kunnen in de simulatie niet ontbreken. Ze worden ook geplaatst om te zien of er genoeg operators zijn en wat hun werklast is tijdens de simulatie. Er wordt verschil gemaakt tussen een gewone operator (geel) en een meestergast (blauw).

Sink/magazijn

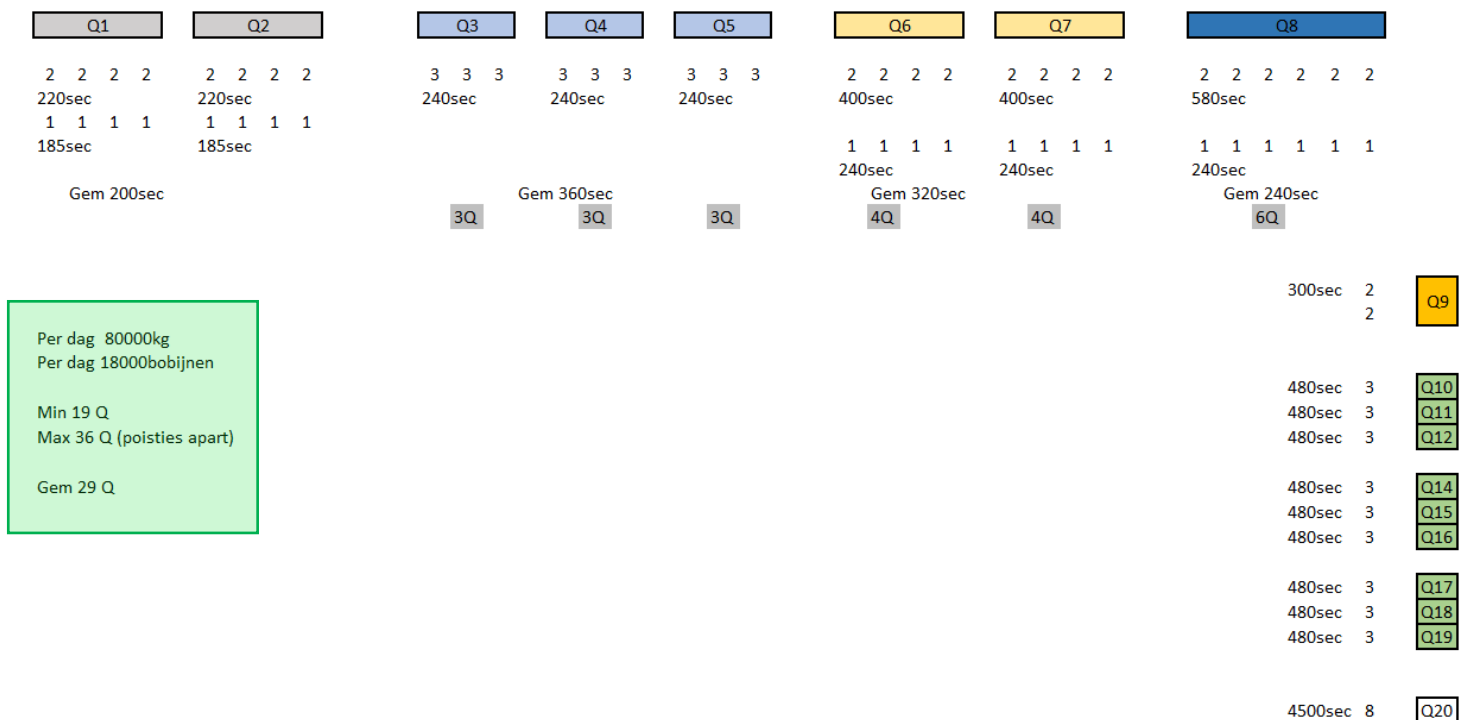


Figuur 26: Flexsim Sink

Alle ingevoerde items door de sources moeten uiteindelijk ook de simulatie verlaten; daarvoor wordt de 'sink' gebruikt.

Deze 'sink' stelt de ingang van het magazijnsysteem voor. Hier kan dan snel de informatie uitgethaald worden van wat de minimum capaciteiten moeten zijn van dit magazijn.

7 PRODUCTIE DATA EXTRUSIE AFDELING



Figuur 27: Productie data extrusie afdeling

In bovenstaande foto is de algemene data van de Extrusie afdeling opgesteld door de afdelingsverantwoordelijke. Deze data zal worden gebruikt om de simulatie in te stellen. Hieronder wat uitleg over de weergegeven info.

De Q bovenaan in de gekleurde vakken staat voor een extrusie machine. De Q zelf betekent kwaliteit (quality). Q1 tot en met Q20 staat voor een groep van wikkel machines die aan 1 extrusie machine verbonden zijn. Deze kunnen elk een specifieke kwaliteit afwerken. Onder de vakken met Q staat de hoeveelheid van bobijnen die in 1 doffing* wordt afgewerkt en recht daaronder de minimum tijd tussen elk doffingsproces. Soms staat er een 2de reeks onder de eerste reeks data wat wil zeggen dat deze configuratie ook kan uitgevoerd worden.

Sommige machinegroepen (Q3 tot Q8) kunnen meerdere kwaliteiten afwerken. Dit staat dan in het grijze vakje helemaal onderaan. Dit wil zeggen dat elke wikkelaar een andere kwaliteit kan hebben.

In deze foto kan ook de lay-out van de afdeling herkend worden en de machines zijn dan ook identiek geplaatst zoals in de fabriek.

Aan de linker marge (groen) van deze foto is ook ruwe data voorzien van deze afdeling. Dit is een grof gemiddelde en kan gebruikt worden om te controleren of de simulaties die zullen worden gedaan in grootorde correct zijn.

Doffing* = Er worden garen gewikkeld op lege kokers door de wikkelaars. Wanneer de gewenste diameter is bereikt worden de bobijnen uit de wikkelaar geduwd. Dit noemt men een doffing.

7.1 Opstellen basis simulatie

Om er voor te zorgen dat er een goede basis is voor de verdere simulaties wordt eerst de huidige situatie gesimuleerd om te kijken of de gekregen data goed is ingesteld. Dit wordt gedaan door elk object (6.2.2) de juiste parameters te geven. Deze parameters zijn verkregen via de data van de productie (hfd.1.7) en zijn meegegeven door de productie-verantwoordelijke.

Source

Om er voor te zorgen dat er info wordt vastgemaakt aan bobijnen worden er labels aangemaakt bij het creëren van deze bobijnen. Dit zorgt er voor dat tijdens de simulatie kan gezien worden welke bobijnen van waar komen.

De info die de bobijnen mee krijgen is een labelnummer en een kleur. Hieronder vind je de code die dit realiseert.

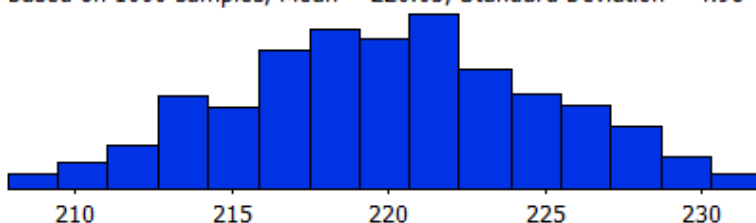
```
1 Object current = ownerObject(c);
2 Object item = param(1);
3 int port = param(2);
4 { // ***** PickOption Start ***** //
5 /**popup:SetLabelAndColor*/
6 /**Set Label and Color*/
7 Object involved = /** \nObject: /**/tag:object/**/item/**/;
8 string labelname = /** \nLabel: /**/tag:label/**/"Type"/**/;
9 Variant value = /** \nValue: /**/tag:value/**/1/**/;
10 involved.color = Color.fromPalette(value);
11 involved.labels.assert(labelname).value = value;
12 } // ***** PickOption End ***** //
13 { // ***** PickOption Start ***** //
14 /**popup:SetObjectColor*/
15 /**Set Object Color*/
16 Object object = /** \nObject: /**/tag:object/**/item/**/;
17 object.color = /** \nColor: /**/tag:color/**/Color.aqua/**/;
18 } // ***** PickOption End ***** //
```

Figuur 28: Code label en kleur instellen

Om een meer realistische situatie voor te stellen wordt de creatietijd van een bobijn normaal verdeeld omdat geen enkele doffing 100% gelijk is.

Dit met de gegevens uit figuur 27 (hfd. 1.7).

Based on 1000 samples, Mean = 220.03, Standard Deviation = 4.98



Figuur 29: Normaal verdeling

Task executer

Dit zijn de operators en krijgen een instelling van elk een manipulatielijd van 5 seconden. Hiermee wordt de tijd gerekend om alles te stapelen. De wandelsnelheid is ook ingesteld op 4m/s zodat dit ook realistisch gesimuleerd wordt.

Seperator

Op dit object worden veel instellingen geplaatst. Hieronder een lijst met deze geprogrammeerde instellingen.

- Hoeveelheid/Quantity :

Dit geeft aan in hoeveel bobijnen de input moet gesplitst worden. Dit zonder de eerder aangemaakte informatie te verliezen.

- Insteltijd/Setup time:

In dit veld wordt een draadbreek gesimuleerd gezet. Soms breken de draden tijdens het wikkelen en die moet natuurlijk ook meegerekend worden. Hieronder de berekeningen die worden gedaan om deze fout zo realistisch mogelijk in te stellen.

Gegevens gekregen vanuit de productie :

9,1 breuken/uur en 80,2 breuken/8h met een gemiddelde reparatietijd van 2'20" per breuk. Binnen de productiehall staan 42 wikkelaars.

$$\begin{aligned} \text{Breuken per machine} &= \frac{9.1 \text{ Br/u}}{42 \text{ machines}} = 0.2167 \frac{\text{Br}}{\text{u} \cdot \text{machine}} \\ &= 6.0185 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Breuken}}{\text{sec} \cdot \text{machine}} \end{aligned}$$

Aangezien dit object met producties werkt wordt deze omgerekend naar de kans dat een breuk optreedt per productie. Hiervoor wordt globaal gerekend met de meest producerende extrusie machine (220" per productie).

$$6.0185 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Br}}{\text{sec} \cdot \text{machine}} * 220 \text{ sec} = 0.0132 \frac{\text{Br}}{\text{Productie}} = 1.3\% \text{ kans op breuk}$$

Om dit voor te stellen wordt gebruik gemaakt van de Bernoulli-verdeling. In deze simulatie wordt gezegd dat de machine 98% goed werkt en 2% kans op fout. Wanneer een fout optreedt, wordt er terug gewerkt met een normale verdeling van de 2'20" (132 seconden) aan reparatietijd. In dezelfde code wordt ook gezet dat in normale omstandigheden de operator 4 seconden doet om de machine klaar te zetten. Hier wordt bedoeld dat de operator lege kokers aan het plaatsen is op de machines.

```
Code : return /**/bernoulli(98, 4, normal(132, 30, getstream(current))),  
getstream(current));
```

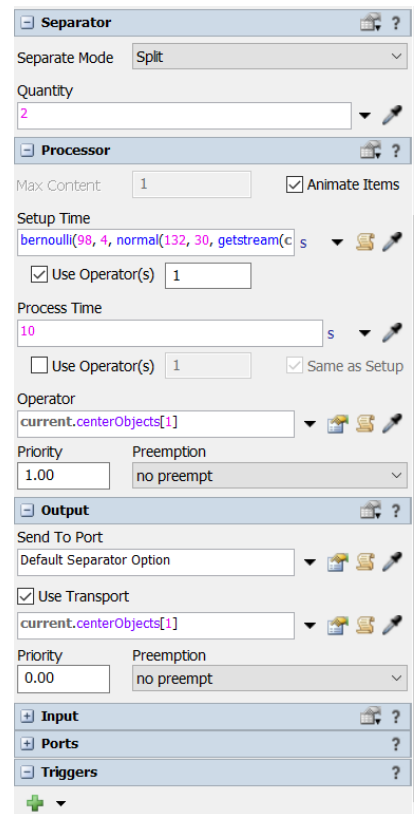
Bij de insteltijd wordt ook gezegd dat hiervoor een operator nodig is om de kokers en fouten uit de machine te halen. Deze handelingen hebben een hogere prioriteit dan alle andere handelingen in de simulatie. Een fout moet namelijk zo snel mogelijk hersteld worden.

-Productietijd/Proces time :

Eens de insteltijd in orde is worden de bobijnen nog 10 seconden bewerkt. Dit stelt het uitrollen van de bobijnen voor. Na die tijd kunnen de operators de bobijnen weghalen uit de wikkelaar.

-Uitgang/Output :

Wanneer alles klaar is zal de operator de bobijnen naar de juiste locatie brengen. Door "use transport" aan te vinken.



Figuur 30: Instellingen seperator

8 ONDERZOEK OPSLAG MOGELIJKHEID

Vooraleer er onderzoek kan gedaan worden naar de automatisatie mogelijkheden moet eerst gekeken worden naar de huidige stapelmanieren. Er moet gekeken worden welke van deze manieren het best zijn voor een automatisatietoepassing. De voor- en nadelen van elke opslagmogelijkheid moeten worden bekeken alsook de opslagcapaciteit, dit in combinatie met stabiliteit van de opslag voor magazijntoepassingen.

8.1 Opslag mogelijkheden

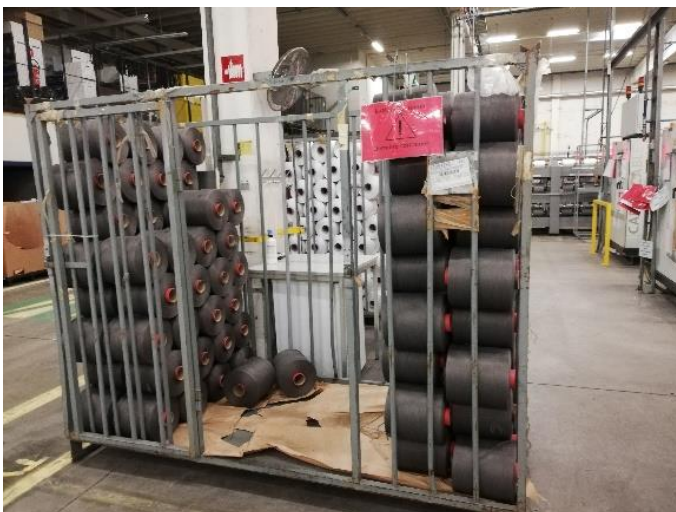
Binnen de afdeling worden er twee verschillende stapelmogelijkheden gebruikt namelijk palet en kooicontainer. Dit is zo omdat binnen de fabriek van Sint-Baafs-Vijve enkele afdelingen liefst paletten verwerken en de andere liefst kooicontainers. Dit geldt ook voor andere vestigingen over de volledige Balta-groep. Er is dus geen uniforme opslagmethode over de volledige groep. Er wordt nu gekeken welke van deze manieren het best is voor een automatisatietoepassing.

8.1.1 Kooicontainer (huidig systeem)

Deze manier van bobijnen opslag heeft de beste opslagdichtheid (aantal bobijnen per m²). De container heeft 2,5x1,2x2 meter als buitenmaten. De container is vervaardigd uit staal. Stapelen van deze kooicontainers is mogelijk.

1 container heeft gemiddeld 150 bobijnen en neemt een oppervlakte van 3m² in beslag. Met een hoogte van 2 meter is er een volume van 6 m³.

Herrekend naar een algemeen uitdrukking wordt dit 50 bobijnen/m² en 25 bobijnen/m³.



Figuur 31: Kooicontainer

Voor- en nadelen

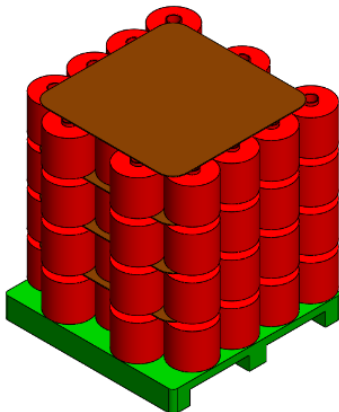
Het voordeel van deze containers is dat er veel bobijnen in een kleine ruimte geplaatst kunnen worden, wat goed is voor het opslaan in een magazijn. De kans dat er bobijnen uit de container vallen tijdens transport is zo goed als onmogelijk. Aangezien de bobijnen ingesloten zitten hoeft deze container niet meer apart gewikkeld worden. Hierdoor is er veel minder aan krimpfolie nodig. Het nadeel is dat deze container gevuld moet worden door een operator als je zeker wil zijn dat er geen schade aan de bobijnen en/of container gebeurt. Een lege container neemt die exact evenveel plaats in als wanneer hij gevuld is. Dit geeft problemen bij plaatsgebrek. Wanneer een wikkelaar tijdens het oprollen van de draad breuk heeft zal de bobijn kleiner zijn. Dit bemoeilijkt daarna het stapelen in de kar door de verminderde diameter van de bobijn.

8.1.2 Pallet (huidig)

De paletten die gebruikt worden zijn 1,2 x 1,2 m groot en zijn gemaakt uit plastic om er voor te zorgen dat ze lang in gebruik kunnen zijn in het bedrijf. Er wordt een karton gelegd tussen de lagen bobijnen om de pallet te stabiel te houden naarmate je hoger stapelt. Het aantal bobijnen op een palet hangt sterk af van de diameter van de bobijnen. Hier wordt gerekend met een gemiddelde van 26 cm diameter per bobijn.

1 pallet heeft 4x5 bobijnen per laag en 4 lagen hoog is 80 bobijnen per pallet. De bobijnen steken soms uit de pallet dus een wordt er gerekend met een pallet van 1,4 x 1,4 m groot om hiermee rekening te houden.

De opslagdichtheid is 80 bobijnen per 2 m² wat geeft 40 bobijnen/m².



Figuur 32: Palet met kleine tussenkarton

Voor- en nadelen

Ideaal is om 80 bobijnen op 1 pallet te kunnen stapelen. Het nadeel is dat deze constructie zeer onstabiel is. Elke laag moet apart vastgebonden worden en daarna nog eens gewikkeld worden met de paletwikkelaar om er voor te zorgen dat geen enkele bobijn verloren gaat tijdens transport. Door deze standaard opstelling van de palet kunnen hierdoor paletten op elkaar gestapeld worden zonder extra omwikkeling met krimpfolie.

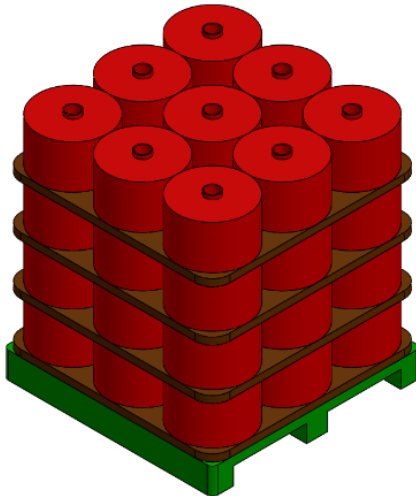
Opmerking

In ITC Tielt wordt deze stapelmethode gebruikt door de Spider en Peckermachine. De diameter van de bobijnen bepaald dan de stapelstrategie. Omdat deze methode door een machine gebeurt en zonder heftruck naar de paletwikkelaar gaat hoeven de lagen extra gebonden te worden. Na het wikkelen blijft dit licht onstabiel.

8.1.3 Palet met dik tussenkarton

Deze manier van stapelen wordt gebruikt door andere bedrijven in de sector om bobijnen te stockeren. Momenteel wordt dit systeem niet gebruikt binnen Balta maar de mogelijkheid wordt wel overwogen. Er worden dikke kartonnen gebruikt met voorgemaakte gaten. Deze methode zorgt er voor dat bobijnen zeer systematisch en automatisch kunnen geplaatst en niet afhankelijk zijn van de diameter van de afgewerkt bobijn. Bij het bestaande systeem rusten de bobijnen op de kokers maar bij deze methode rusten de bobijnen op het dikke karton waardoor er een betere stabiliteit verkregen wordt.

Op 1 pallet worden er 9 bobijnen per laag met 4 of 5 lagen groot gedaan. Dit op een pallet van 1,2 x 1,2 m . dus 36 bobijnen per 1,44 m² wat een opslagdichtheid geeft van 25 bobijnen/m².



Figuur 33: Palet met dik tussenkarton

Voor- en nadelen

Zeer stabiele opstelling aangezien de bobijnen op één grotere oppervlakte rusten. Het grootste nadeel is dat deze manier een zeer lage opslagdichtheid heeft. Echter 2 paletten zijn gemakkelijk op elkaar te plaatsen. Door de vaste afstand en een goede locatie op de pallet moet er geen rekening gehouden worden met de grootte van de bobijn. Er is ook een iets grotere kost voor de kartonnen tussenleggers, die wel herbruikbaar zijn.

8.1.4 Nieuwe kooicontainers

De mogelijkheid om nieuwe containers te maken wordt ook bekeken, dit met het oog op verkleiner van de containers en meer af te stemmen op standaardafmetingen.

Deze optie wordt bekeken voor alle afdelingen binnen de Balta-group.

Het aanpassen van deze containers zou voor alle afdelingen voordeliger moeten zijn.

Deze containers worden niet alleen gebruikt binnen Balta Sint-Baafs-Vijve maar ook gebruikt in andere vestigingen. De containers moeten op een goede en efficiënte manier op de oplegger van een vrachtwagen worden geladen.

Binnen Balta worden standaardopleggers gebruikt en hebben een beschikbaar volume van 2,4 x 13 x 2,5 m. Er moet dus goed gekeken worden dat de containers mooi in de laadruimte passen.

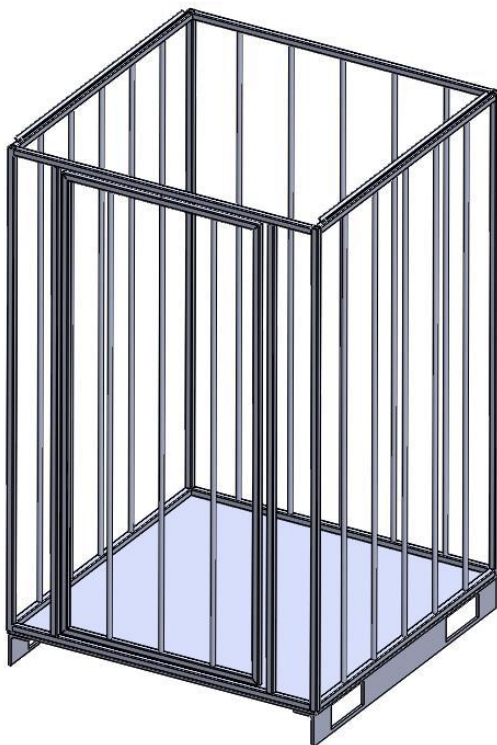
8.1.4.1 Nieuw ontwerp

Bij het nieuwe ontwerp wordt vooral gekeken om de huidige kooicontainers in grootte te halveren. Als resultaat zal men beter handelbare containers hebben door het mindere gewicht en gaan deze containers beter in de oplegger passen.

De nieuwe voorlopige buitenafmetingen zijn 1,15 x 1,35 m. wat als resultaat geeft dat er 2 containers naast elkaar kunnen staan en dat er meer rijen containers kan geladen worden.

Er wordt ook een tolerantie van 5 centimeter voorzien zodat dat er zeker geen problemen ontstaat bij het laden van de vrachtwagen.

Om de best mogelijke grootte van container te vinden werd gekeken naar verschillende stapelmethodes van de bobijnen in de kooicontainers. Voor deze methodes wordt gewerkt met een gemiddelde diameter van 28 cm voor de bobijnen.

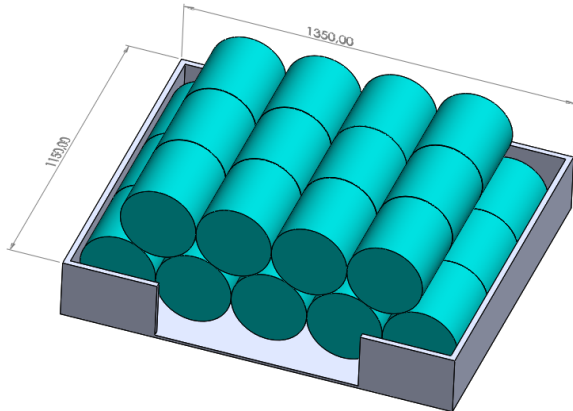


Figuur 34: Nieuw ontwerp Kooicontainer

Stapelstrategie 1

Afmetingen kooicontainer 1,15 x 1,35 x 2m

De bobijnen gaan juist niet passen om in de langs richting te plaatsen. Er komt wel veel extra plaats vrij voor de bobijnen die er in worden geplaatst. De bobijnen worden geschrant gelegd om zo veel mogelijk plaats te winnen.

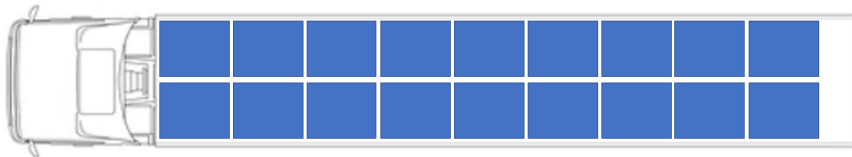


Figuur 35: Stapelstrategie 1

2 Lagen aan bobijnen geeft $15+12 = 27$ bobijnen. Op een hoogte van 2m kunnen er 8 lagen komen. Dit geeft $27 \times 4 =$ **108 Bobijnen/container**

In vrachtwagen : $13m / 1,35m = 9$ containers plaatsen in langs richting, dit in 2 rijen dus 18 containers per vrachtwagen.

Geeft per vrachtwagen **1944 bobijnen.**



Figuur 36: Vrachtwagen bezetting strategie 1

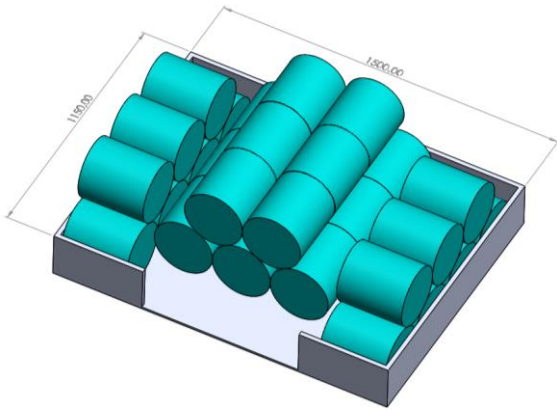
Stapel strategie 2

Een nieuwe stapelmethode wordt gebruikt met een grotere container ontworpen op goede afmeting voor de bobijnen.

Afmetingen kooicontainer 1,15 x 1,5 m

In deze strategie wordt bekeken naar de best mogelijke opvulling van de container. Deze stapelmethode ligt heel dicht bij de huidige manier om containers te vullen.

Deze methode heeft als voordeel dat de bobijnen weinig kans hebben om uit de container te rollen wanneer de vrachtwagendeur wordt opengedaan.



Figuur 37: Stapelstrategie 2

2 lagen aan bobijnen geeft $17+14 = 31$ bobijnen. Op een hoogte van 2m kunnen er 8 lagen komen. Dit geeft $31 \times 4 =$ **124 Bobijnen/container**

In vrachtwagen : $13m / 1,5m = 8$ containers plaatsen in langs richting dit in 2 rijen dus 16 containers per vrachtwagen.

Geeft per vrachtwagen **1984 bobijnen**.



Figuur 38: Vrachtwagen bezetting strategie 2

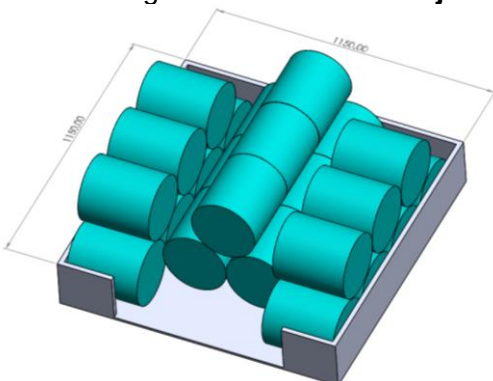
Stapelstrategie 3

Er wordt nog een kleine simulatie gedaan om kleinere containers te gebruiken. Dit om te kijken of er nog meer bobijnen kunnen geplaatst worden op 1 vrachtwagen.

Afmetingen Container 1,15 x 1,15 m

Bij dit ontwerp is er amper tolerantie voorzien binnenin de container omdat anders de container net te groot zal zijn en er als gevolg 2 kooiconainers minder kunnen geladen worden op de vrachtwagen. Dit zou een groot verlies aan capaciteit van de vrachtwagen betekenen.

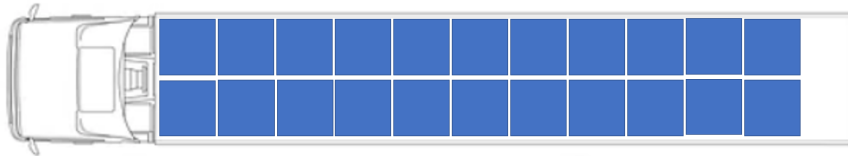
2 Lagen aan bobijnen geeft $14+11 = 25$ bobijnen. Op een hoogte van 2m kunnen er 8 lagen komen. Dit geeft $25 \times 4 =$ **100 Bobijnen/container**



Figuur 39: Stapelstrategie 3

In vrachtwagen : $13\text{m} / 1,15\text{m} = 11$ containers plaatsen in langs richting dit in 2 rijen dus 22 containers per vrachtwagen.

Geeft per vrachtwagen **2200 bobijnen**.



Figuur 40: Vrachtwagen bezetting strategie 3

8.1.4.2 Conclusie nieuwe kooicontainers

De nieuwe kooicontainers lijken een goede oplossing in het algemeen het heeft heel veel voordelen. De voordelen zijn allemaal dezelfde als de huidige container in ecologisch opzicht en naar efficiëntie toe. Het versmallen van de container zorgt wel voor extra onstabieleit.

Bij het nieuwe voorstel is de hoogte bijna dubbel zo hoog als de basis van de container wat resulteert in een zeer hoog zwaartepunt. Het vervoeren en stapelen van deze containers is een moeilijk gegeven door onstabieleit van de container. Het verkleinen van de containers zorgt ook voor dubbele verhandeling wat een extra personeelskost geeft omdat nu meer handelingen moeten gebeuren met een heftruck.

Het versmallen van de containers zorgt er natuurlijk ook voor dat voor de ganse Balta group binnen België nieuwe containers moeten voorzien worden. Dit is een zeer kostelijke investering.

Om dit even in cijfers om te zetten. De huidige containers in België geproduceerd kosten ongeveer 500€/stuk. Om het nieuwe voorstel ruwweg te berekenen wordt deze prijs gehalveerd aangezien de container 2x kleiner is. Dit zou dan neerkomen op 250€ per container. Over de volledige Balta-group in België zijn er momenteel ongeveer 14.000 grote containers in omloop. Om deze allemaal te vervangen hebben we 28.000 nieuwe containers nodig aan 250€ geeft dit een investeringskost van 7 miljoen Euro. Een gigantisch bedrag die geen rechtstreekse invloed op de winst.

Deze conclusie werd voorgesteld tijdens een vergadering met de betrokken partijen en er wordt gekozen om de **paletten overal te gebruiken** in de toekomst in de extrusie afdeling. Dit om een uniform systeem te hebben binnen de afdeling. Gebruik plastic paletten blijft ook gehandhaafd omwille van de langere levensduur én de investeringskost voor paletten ligt niet lager. Voor het verdere onderzoek wordt nu gewerkt met paletten.

9 CASE 1 : AUTOMATISATIE DOOR COMPUTER GESTUURDE WAGENTJES

In deze case wordt er bekeken of meerder Automated guided vehicles (AGV) en/of Autonomous Mobile Robots (AMR) kunnen toegepast worden. Dit met het initieel idee om kleine wagentjes te gebruiken die net onder de wikkelaars kunnen rijden en dan de bobijnen die klaar zijn mee neemt naar een centrale locatie waar alles gesorteerd en gepalettiseerd wordt.

Vershil geautomatiseerd en autonoom

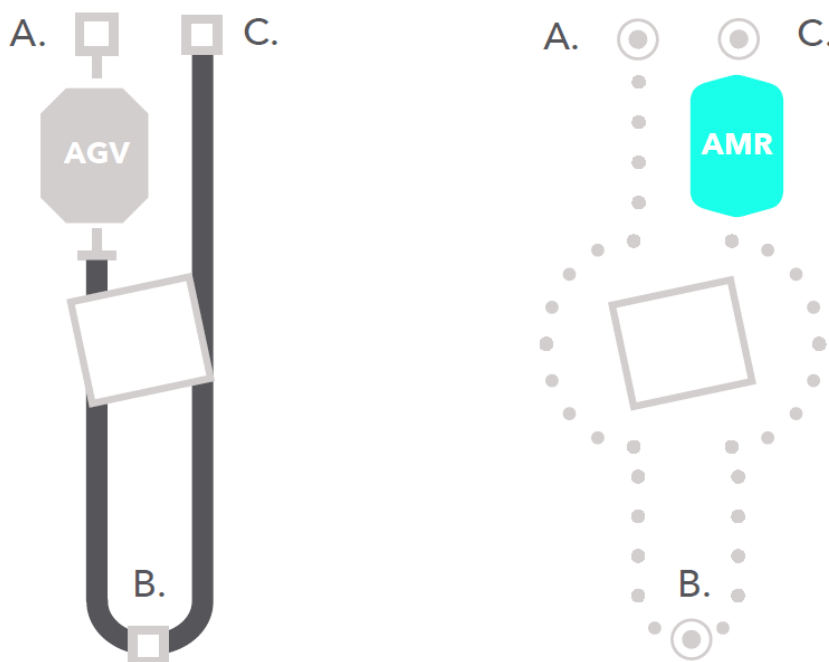
De woorden geautomatiseerd (Automated) en autonoom (Autonomous) worden gemakkelijk verward met elkaar. Hun betekenis is per definitie anders.

Geautomatiseerd: computergestuurde machines die een reeks van taken kunnen uitvoeren met minimale of geen menselijke interventies.

Autonoom: machines die de intelligentie hebben om beslissingen te nemen wanneer er zich onverwachte situaties voordoen. Deze machines kunnen de nieuwe situaties aanleren en zo slimmer worden in het aanpakken van zelfde of nieuwe situaties.

9.1 AGV VS AMR

AGVs en AMRs worden vaak verward. Beide systemen werken met specifieke en fundamenteel verschillende technologieën, van perceptie en navigatie tot gebruikte sensors. Daarom hebben beiden verschillende capaciteiten en toepassingsgebieden.[3]



Figuur 41: AGV Vs AMR

Automated Guided Vehicle (AGV):

Een AGV is een onbemand elektrisch voertuig die wordt ingesteld door een voor- geprogrammeerde code om materialen doorheen de afdelingen te brengen. AGVs zijn afhankelijk van geleidingseenheden zoals magnetische band, bakens, barcodes of vooraf ingestelde laserwegen die de AGV toestaan om te bewegen op een vast pad in een kleine ruimte. Lasers en sensoren detecteren obstakels op hun pad en laten de AGV onmiddellijk stoppen.

Autonomous Mobile Robots (AMRs):

Een AMR is een robot die operaties uitvoert zonder een vooraf ingestelde code om de besturing, acceleratie en stoppen te regelen. Binnen de industriële omgeving zal een AMR gebruik maken van laser gebaseerde perceptie en navigatie algoritmes om dynamisch door de afdeling te kunnen bewegen, onafhankelijk van de infrastructuur.

Door “machine learning” toe te passen wordt de robot efficiënter en accurater bij nieuwe omstandigheden.

De AMR : een evolutie van de AGV

Automatisch product en materiaal transport heeft de laatste tijd een grote evolutie ondergaan door de snelle vooruitgang in sensors en gegevensverwerking.

Autonome toepassingen zorgen ervoor dat traditionele AGVs minder toegepast worden. De voordelen van nieuwe autonome technologie kunnen opgesomd worden in 5 hoofd- voordelen.

9.1.1 5 Hoofdvoordelen AMRs

Flexibiliteit en veelzijdigheid

AGV's zijn vast. Ze volgen een vooraf ingestelde weg met behulp van lasers, bakens, barcodes of magnetische banden.

- meerdere AGVs zijn nodig voor verschillende opdrachten
- Blijvend onderhoud is nodig aan de infrastructuur
- objecten en kleine onregelmatigheden op het pad van een AGV zorgen er voor dat de AGV stopt tot het obstakel verwijderd wordt door operatoren.

AMRs hebben geen nood aan aangepaste infrastructuur voor de navigatie, wat de implementatie en uitbreidingen eenvoudig maakt.

- één AMR kan verschillende opdrachten uitvoeren
- AMRs detecteren obstakels en navigeren errond om verder te gaan naar hun eindbestemming. Wat een betere workflow geeft en geen operators meer nodig zijn.
- parameters kunnen aangepast worden om op verschillende zones en locaties te bewegen met alle benodigde veiligheid voorschriften.

Gemakkelijk uitbreidbaar

AGV's kunnen toegevoegd worden aan de fabriek als de layout hiervan de nodige vereisten heeft voor de AGV infrastructuur

- Er moet geïnvesteerd worden in de fabrieks inplanning, nieuwe innovaties , onderhoud en lijntraining
- Fabrieksindeling moet specifiek ontworpen zijn voor de AGV's

Extra AMR's kunnen in de fabriek gebracht worden in minder dan één dag. De extra AMRs worden bediend vanuit een centrale map en dit voor de volledige vloot.

- Geen extra planning of opleiding nodig
- Geen 3de party nodig om alles in werking te stellen

Her-inzetbaar

Het verplaatsen van een AGV-netwerk is het equivalent van een eerste maal een netwerk te plaatsen.

- Er zijn veel investeringen nodig.
- Infrastructuur staat vast. Veranderingen worden moeilijk en zijn duur om uit te voeren.
- Er zijn veel verschillende systemen nodig onafhankelijk van de hoge/lage seizoens periodes.

AMR's kunnen heringezet worden van fabriek tot fabriek of van binnen verschillende zones van eenzelfde fabriek. Een centraal gecontroleerde vlootmanager setup tijd is minimaal en kan gedaan worden door de 'inhouse'-ingenieurs.

- AMR's kunnen gedeeld worden in verschillende faciliteiten.
- Doorvoer van verschillende faciliteiten kan worden geoptimaliseerd door het verplaatsen van AMR's tussen verschillende zones.
- AMR's kunnen een gedeelde bron worden zodat er minder units moeten aangekocht worden.

Intelligentie

AGV's zijn geen intelligente machines en voldoen niet aan de industriële visie van "smart factory"

- Door het gebrek aan data collectie is het moeilijk voor de operatoren om inzicht te krijgen in de Kritische prestatie-indicatoren [4] (KPI¹) en prestaties van de voertuigen.
- AGV's hebben niet de mogelijkheid om achteruit te rijden of alternatieve routes te nemen.
- AGV's worden niet gemakkelijk geïntegreerd in bestaande opstellingen.

De geïntegreerde intelligentie aanwezig op de AMR's stelt ze in staat om zich aan te passen aan de omgeving en worden ze gemakkelijk geïntegreerd in bestaande opstellingen.

'Machinelearning' verzamelt data punten en update zo de vloot met nieuw geleerde parameters.

- AMR's leren welke routes het snelst zijn en nemen zo de optimale weg zelfs bij onvoorspelbare omgevingen.
- Personeel kan veilig en gemakkelijk samenwerken met AMR's

¹ KPI = Kritische prestatie-indicatoren (Eng. Key performance indicator), zijn variabelen om prestaties van een onderneming te analyseren.

Bruikbaarheid

AGV's zijn ontworpen om simpele taken uit te voeren maar vereisen toch een complexe setup wat het een duur proces maakt.

- Goed getraind personeel is nodig om een vlotte werking te garanderen.
- Veranderingen aan het AGV-systeem zorgen voor aanpassingen aan de infrastructuur en extra opleiding voor het personeel.

Implementeren van AMR's gebeurt door de fabriek éénmalig in kaart te brengen. De zones en interessante punten configureren binnen in de vlootmanager.

- Systeem wordt opgezet door de klanten en wordt gedaan door een simpele interfaces.
- Updates aan zones of robots kunnen gedaan worden door fabriekspersoneel.
- Veranderingen aan de productielijnen of verdeellocaties kunnen eenvoudig in het systeem ingebracht worden.

9.2 Proces verloop

Er wordt gebruik gemaakt van een slede om de bobijnen op een veilige manier te verplaatsen van wikkelaar tot veilige zone. Het volledig ontwerp van deze slede wordt volledig uiteengezet in hoofdstuk 13.

Wanneer de slede in de veilige zone is zal een bewerkingsmachine deze op een AGV/AMR leggen. Deze machine moet nog ontworpen worden en hangt sterk af van de gebruikte AGV's en bedrijfsopstelling.

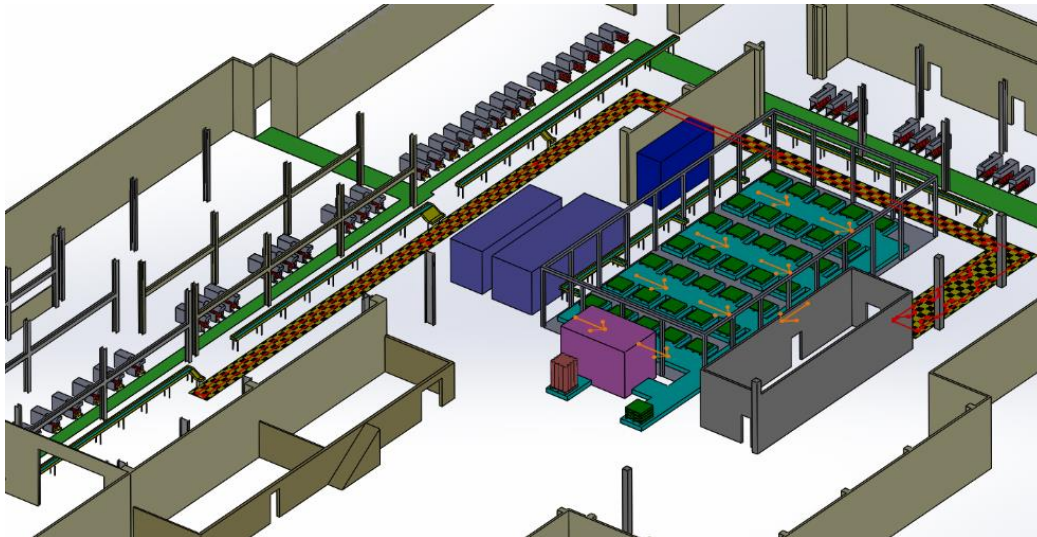


Figuur 42: Schematische voorstelling proces verloop case 1

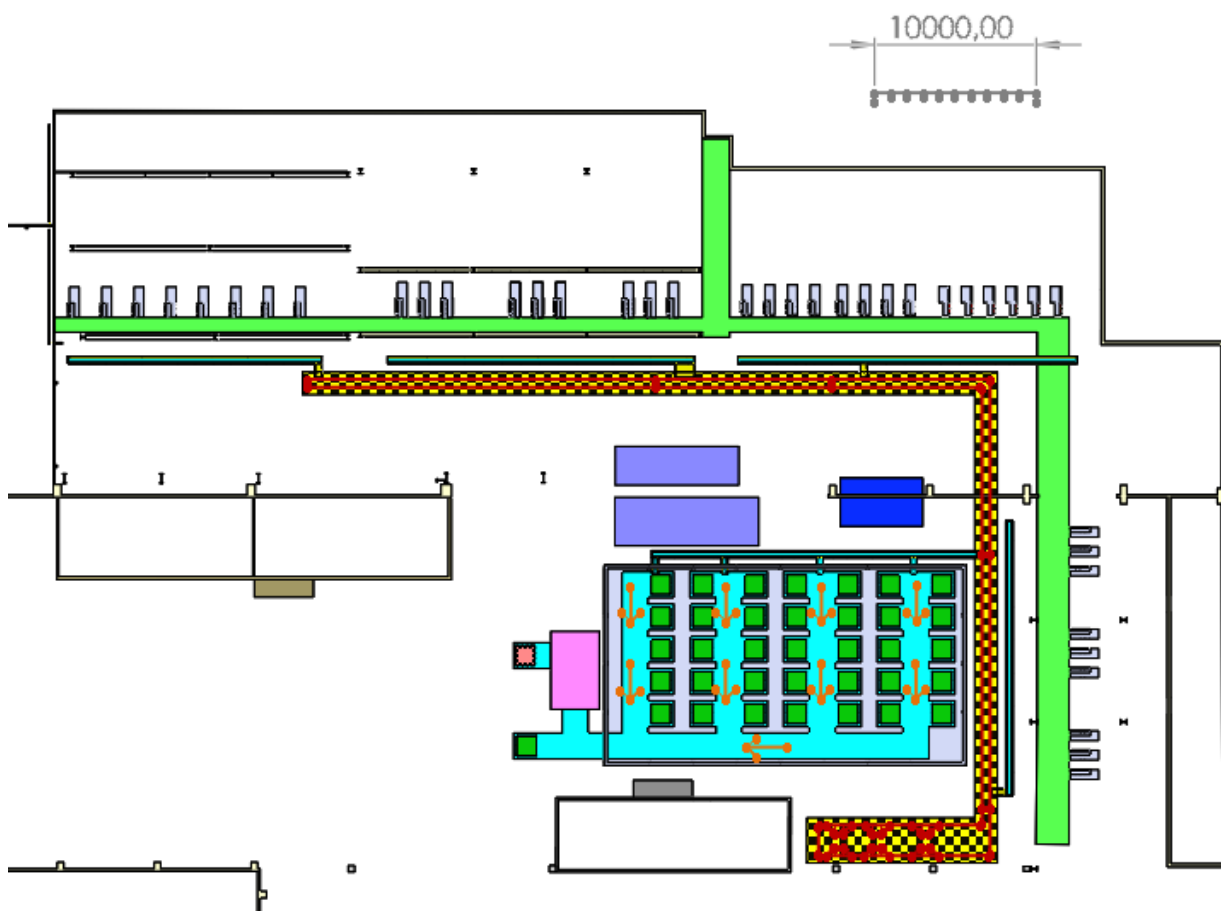
De AGV/AMR zal dan de bobijnen naar een centraal magazijn verplaatsen. Daar worden ze automatisch van het wagentje gehaald en gestapeld op de juiste locatie.

9.3 3D uitwerking

Om de grootte van de automatisatie te zien worden alle nieuwe elementen getekend binnenin de huidige productiehal. Door dit te doen kan goed gezien worden waar er plaats over blijft en kan er gezocht worden naar de ideale locatie van de nieuwe elementen. Hiermee wordt rekening gehouden met de vaste elementen die niet kunnen verplaatst worden.



Figuur 43: 3D uitwerking case 1



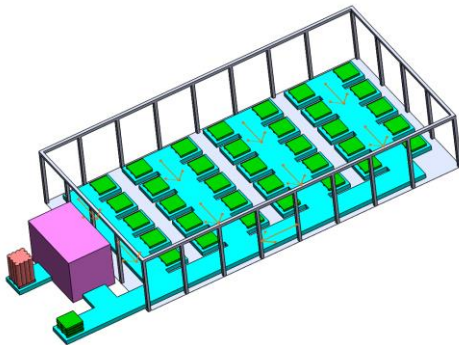
Figuur 44: Plattegrond 3D uitwerking case 1

9.3.1 Onderdelen en legende

Centraal magazijn

Dit magazijn verdeelt de bobijnen naar hun correcte locatie. Het voorbeeld van deze installatie komt uit ITC Tielt waar het bedrijf Spider en Pecker al een gelijkaardig magazijn geplaatst heeft (zie hfd 5.1). Het magazijn in Tielt is wel een stuk kleiner dat zeker nog moet aangepast worden. In figuur 44 wordt vooral de verwachte grootte getoond. In deze installatie is een wikkelaar voorzien en plaats om lege paletten te plaatsen. De grootte van dit magazijn is om er zeker van te zijn dat het maximum aan kwaliteiten kan gestapeld worden (36).

Er werd hier nog geen rekening gehouden met de locaties voor tussen kartonnen.



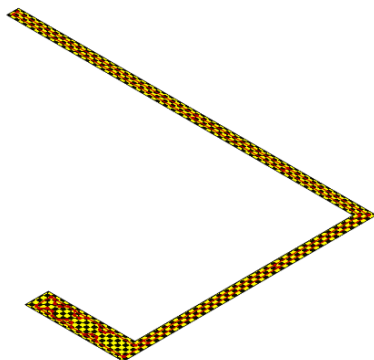
Figuur 45: Tekening centraal magazijn

Voetgangerszone

De groene zone dichtst bij de machines wordt voorbehouden voor de operatoren. Dit om ervoor te zorgen dat zij zich veilig kunnen verplaatsen doorheen de afdeling.

AGV-AMR zone

Dit is de zone waar de AGV's/AMR's kunnen rijden. In deze zone wordt er liefst zo weinig mogelijk personeel verwacht om de route niet te hinderen. Door deze zone "af te bakenen" kunnen de voertuigen aan hun maximum snelheid bewegen wat de werkflow verbeterd. Er is ook een zone voorzien waar de AGV's/AMR's kunnen opladen. De grootte van deze voertuigen hangt af van bij welke producent ze worden aangekocht. Voor de verdere 'case'-studies worden de robots van Weasel gebruikt. Deze voertuigen zijn de beste vergelijking qua grootte die uiteindelijk nodig zal zijn. [5]



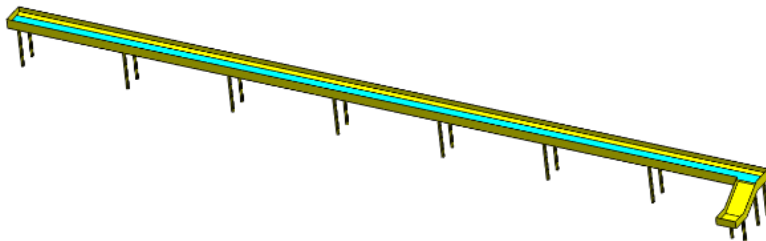
Figuur 46: Tekening AGV/AMR zone

Transportbanden

Er wordt in deze case gebruik gemaakt van korte transportbanden. Deze transportbanden staan tussen de AMR/AGV zone en de voetgangers zone en worden geplaatst per machinegroep.

Deze transportbanden hebben als hoofddoel om het aantal AMR/AGVs te verminderen en kan deel uitmaken van de bobijnen overdracht machine van hfst 9.2.

Dit is een veronderstelling en moet nog gecontroleerd worden en zal uitgevoerd worden aan de hand van verdere 'case'-studies en simulaties.



Figuur 47: Tekening transportband

9.4 vaststellingen case 1

Een van de grootste voordelen van deze 'case' is dat op deze manier veel ruimte beschikbaar blijft om andere goederen nog te kunnen verplaatsen. De heftruck die de volle paletten komt halen moet slechts naar 1 locatie rijden om alles af te halen of lege paletten aan te brengen. Onderhoud en reparaties binnen de afdeling vormen ook geen probleem doordat er veel ruimte over blijft.

Nadeel is dan wel dat de kostprijs van de verschillende robots die nodig zullen zijn hoog is. De hoeveelheid benodigde robots wordt berekend in een latere 'cases'.

Daarbij komt ook dat de operatoren maar via enkele plaatsen de rest van de afdeling kunnen bereiken door de geplaatste transportbanden. Dit is nog niet definitief vastgelegd.

Op een vergadering is deze case voorgesteld aan de afdelingshoofden en ingenieurs.

Daar worden opmerkingen gegeven om aanpassingen te doen.

- Geen transportbanden gebruiken, alles doen met mobiele units voor zover het kan.
- controleren of de mobiele units tot onder de wikkelaar kunnen rijden.
- Andere locatie voor het centraal magazijn
- Grotere voetgangers zone. Dit om er voor te zorgen dat de wikkelaars nog kunnen weggehaald worden voor onderhoud.

9.5 Case 1.1 : origineel voorstel AGV

In deze case wordt de simulatie gemaakt van het originele voorstel (Hfd. 9). De nieuwe vereiste parameters werden vastgelegd tijdens enkele vergaderingen en worden in volgende 'cases' onderzocht.

9.5.1 Simulatie

De originele simulatie van hfd 7.1 word nu aangepast naar deze case dit men enkele nieuwe elementen.

9.5.1.1 Nieuwe elementen

Task executer/AGV

Vanaf nu worden AGV's in de simulatie gebracht. Momenteel worden deze bediend via één centraal systeem binnen de simulatie. Nu gebeurt dit op de meest eenvoudige manier vooraleer er een meer complexe strategie wordt toegepast.



Figuur 48: Flexsim AGV

De opdrachtverdeler zal een AGV aansturen wanneer een bobijn moet opgehaald worden. Het voertuig zal dan via een reeks controlepunten de vastgelegde weg volgen tot de juiste bestemming om daarna terug te keren naar het beginpunt.

Er zijn maar 2 instellingen die van belang zijn voor deze AGV en deze zijn de maximum snelheid nu ingesteld op 1,5 m/s en de acceleratie van 2 m/s². Deze gegevens worden opnieuw afgeleid uit de Weasel-catalogus inclusief het batterijverbruik [5] .

Er wordt nog een laad- en lostijd ingesteld van 4 seconden voor een vertraging in het systeem te steken.

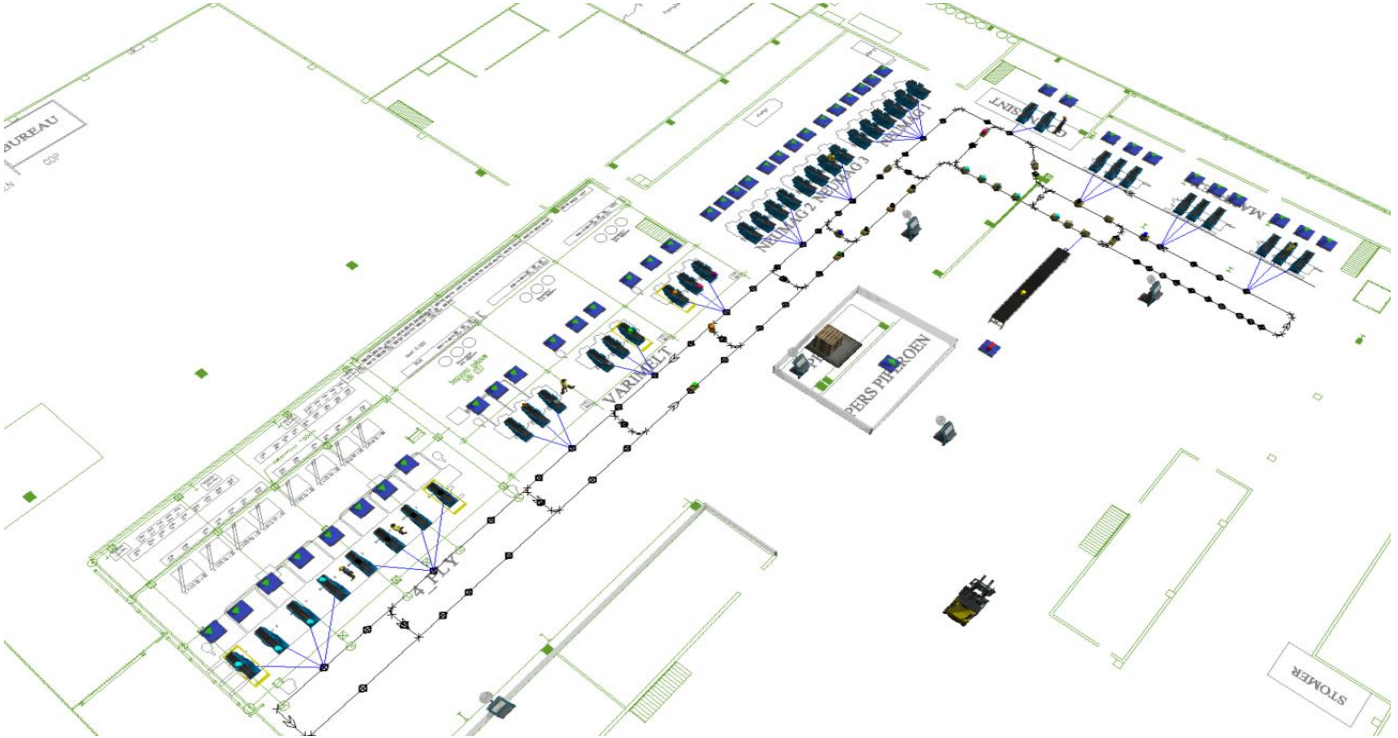
	Empty	Loaded
Acceleration	2	2
Deceleration	2	2
Forward Speed		
Straight	1.50	1.50
Curved	1	1
Spur	1.50	1.50
Reverse Speed		
Straight	1.50	1.50
Curved	1	1
Spur	1.50	1.50
Battery Use (A)	5	10

Battery Cap. (AH) 160 Idle Use (A) 1.00 Recharge (A) 20

Figuur 49: Instellingen Flexsim AGV

Opmerking

Bij deze simulatie worden de bobijnen niet meer gesplitst om zo de eenvoud van de simulatie te behouden. De afgelegde weg en 'doffing'-tijden blijven allemaal dezelfde zoals in de huidige situatie. Het enige dat veranderd is het aantal bobijnen aan de uitgang. Dit vormt geen probleem want deze data blijft identiek over alle voorgestelde cases.

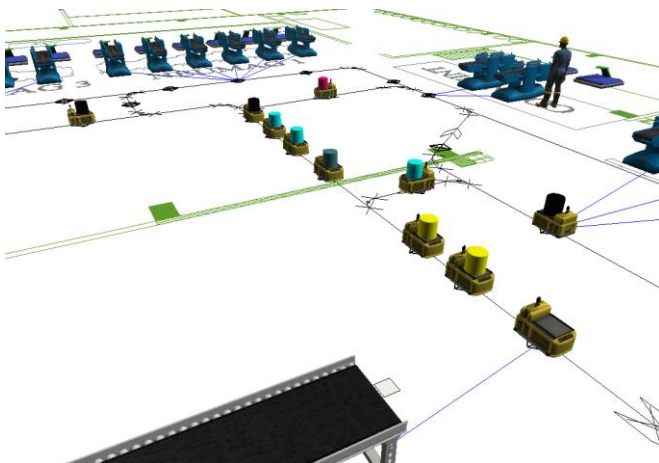


Figuur 50: Simulatie Case 1.1

Conclusie simulatie

Na een korte tijd binnen de simulatie wordt een 'deadlock'-code gegeven. Dit wil zeggen dat er een grote opstopping wordt gecreëerd zodat geen enkele AGV nog naar de juiste bestemming geraakt. Dit omwille van te groot verkeer op de enkelvoudige lijn.

Uit deze simulatie kan de conclusie getrokken worden dat een enkelvoudige lijn niet genoeg is om de bobijnen af te leveren en er met verschillende lijnen zal moeten gewerkt worden. Deze conclusie wordt ook meegenomen naar volgende simulaties.

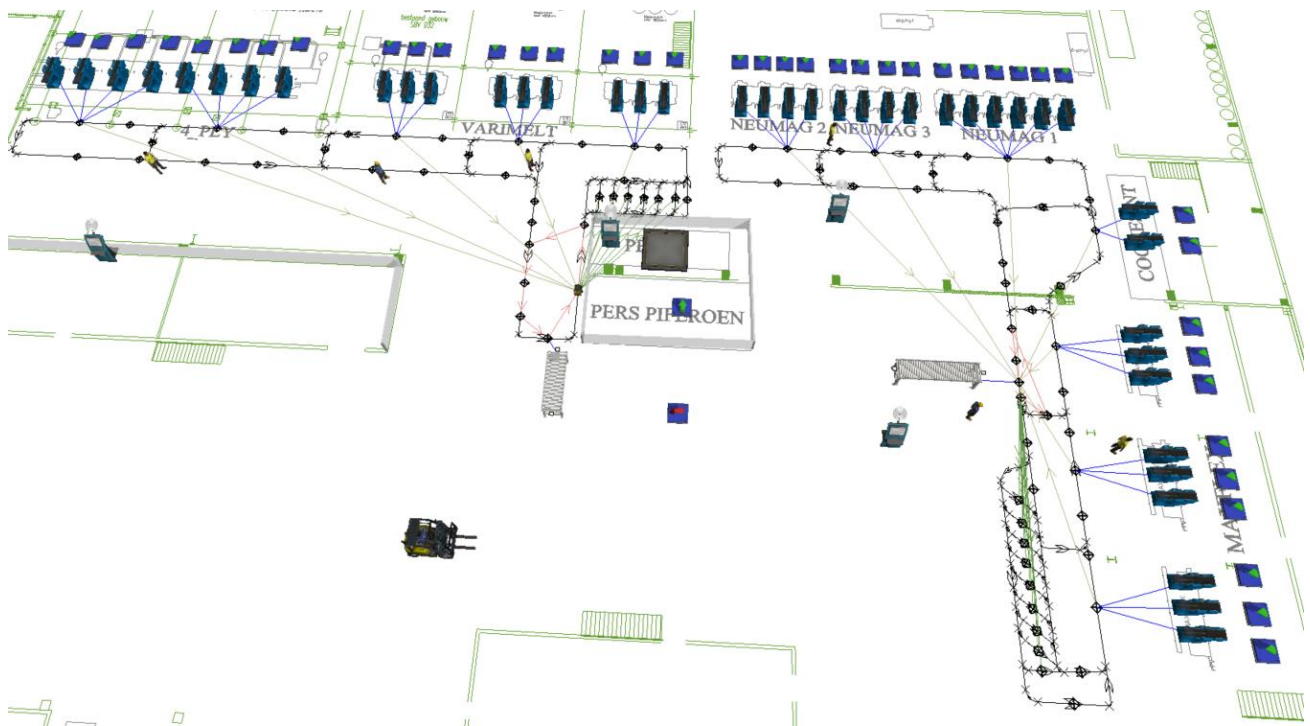


Figuur 51: Flexsim deadlock AGVs

9.6 Case 1.2 : verbeterd voorstel AGV

Uit de resultaten van CASE 1.1 wordt de afdeling in twee gesplitst. Nu worden er ook parkeerplaatsen voorzien waar de AGVs kunnen opgeladen worden en wachten op een volgende taak.

Voor de eenvoud van de simulatie wordt deze ook in twee gesplitst. Dit komt vooral omdat twee verschillende zones met één fleet-manager moeilijk te beheren is met de momenteel beheerste kennis.



Figuur 52: Simulatie case 1.2

9.6.1 Proces flow

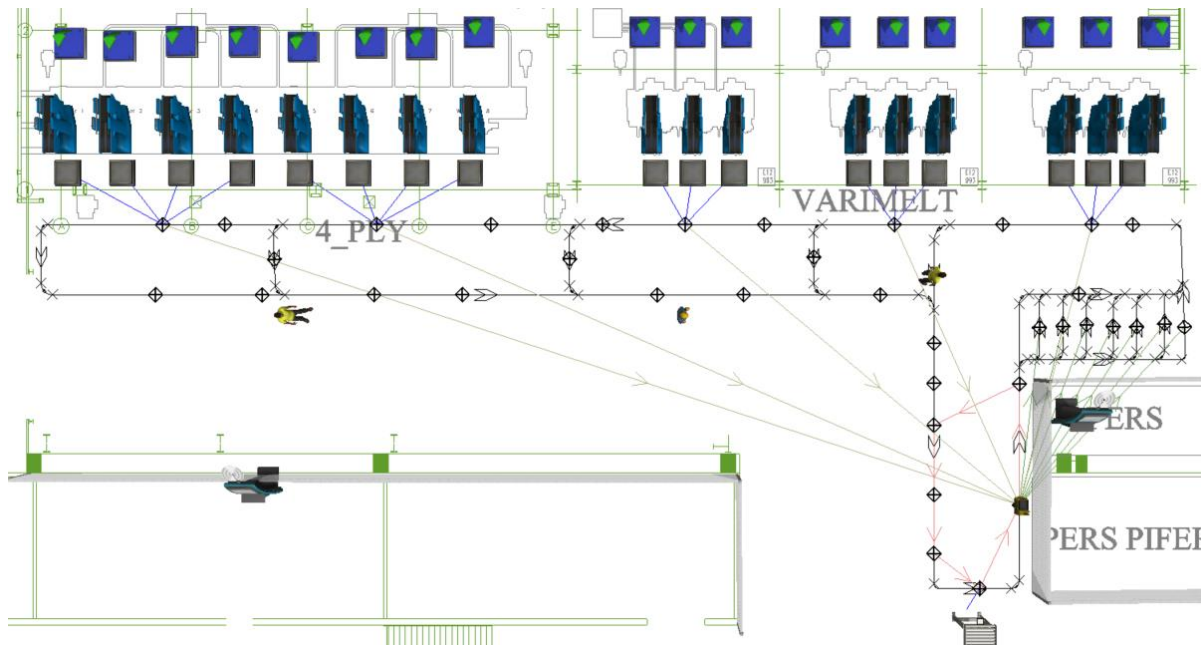
De nieuwe simulatie met de parkeerplaatsen én de afgeeflocatie maken het moeilijk om alles correct in te stellen. Daarom wordt er gebruik gemaakt van procesflow.

Binnen in Flexsim is een procesflow vooraf geprogrammeerd. Deze programmatie wordt gebruikt en zal zo goed als alle beheer van de AGVs doen mits alles goed is afgestemd op elkaar.

De proces flow programma kan gevonden worden in bijlage 1.

9.6.2 Data linkerdeel

Het linkerdeel van de afdeling en simulatie nemen de 8 machines aan de rechterkant en de 9 machines aan de linkerkant op zich. De AGVs zullen 17 wikkelaars bedienen. Er zijn ook oplaadplaatsen voorzien naast de compressor.



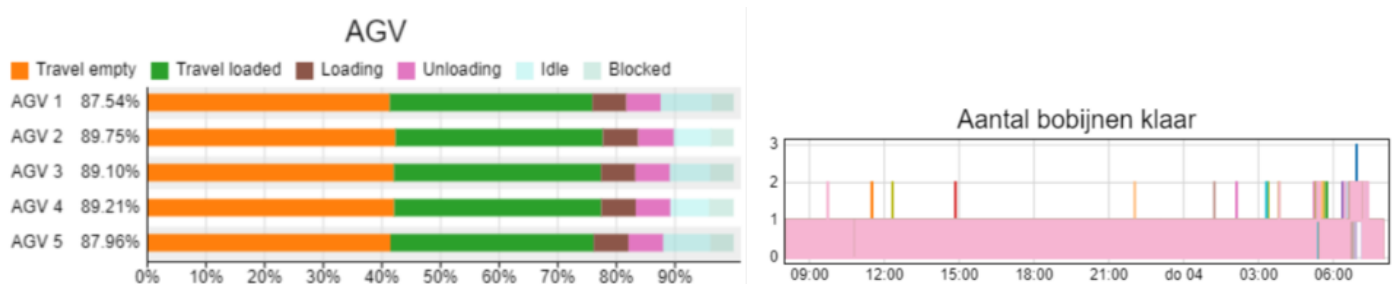
Figuur 53: Simulatie case 1.2 linker deel

Er wordt hier vooral gezocht naar hoeveel AGVs er nodig zullen zijn om er voor te zorgen dat de geen problemen ontstaan. Dit wil vooral zeggen dat de bobijnen die klaar zijn tijdig weggehaald worden door een AGV vooraleer er nieuwe 'doffing' gebeurt.

Dit wordt gesimuleerd voor een periode van 48u.

5 AGV's

De AGVs zijn voor 88% van de tijd bezig met rijden. De resterende tijd zijn ze aan het opladen of aan het wachten om verder te rijden wegens een obstakel. Deze simulatie is maar voor 24u geregistreerd geweest omdat er zich al snel problemen voordoen.



Figuur 54 : Data case 1.2 met 5 AGVs Linker deel

In figuur 54 is er te zien dat er enkele pieken zijn waar er 2 'doffingen' op elkaar gebeuren. Dit wil zeggen dat er bobijnen klaar zijn terwijl dat de voorgaande bobijnen nog niet zijn weggehaald. Naar het einde toe zijn er veel van deze pieken tot zelf 3 'doffingen'. Dit komt omdat de AGVs geen bobijnen meer gaan ophalen omdat deze wagentjes moeten opladen. Deze dubbele doffingen zijn in alle gevallen rampzalig voor de productie. Wanneer dit gebeurt zal de wikkelaar stoppen met draad oprollen en zo een break creëren en dat wil zeggen dat je verlies hebt.

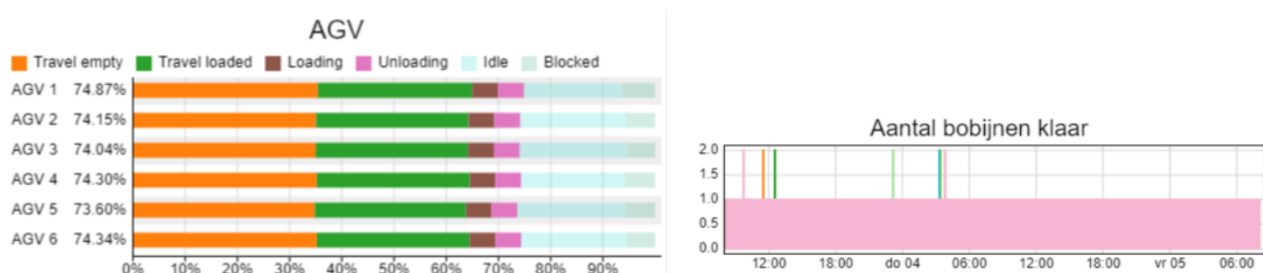
De losstaande pieken (voor 03:00) worden gegenereerd door de manier waarop de simulatie is ingesteld. De timer van de input is ingesteld op een gegeven aantal seconden. Maar wanneer er een breuk gebeurt zal de wikkelaar stoppen met wikkelen tot de fout is opgelost. Maar de input stopt zijn inwendige timer niet. Dat wil dus zeggen als de reparatie van de breuk langer duurt dan de ingegeven seconden per productie zal je snel achter elkaar een productie krijgen wat een dubbele doffing is. Dit kan in realiteit niet gebeuren. Wat nu kan vastgesteld worden door deze enkelvoudige pieken is wanneer een machine een breuk heeft. Zolang dit enkelvoudige breuken blijven zal dit geen invloed hebben op de toepassing.

Conclusie

5 AGVs is dus te weinig omdat ze tijdens de dag niet genoeg kunnen opladen.

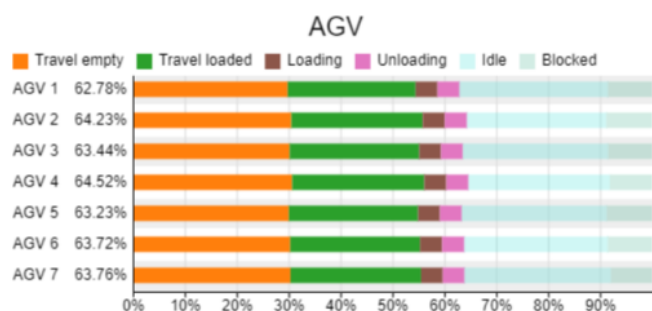
6 AGVs

De AGs zijn hier voor 74% van de tijd aan het werken. Een logisch resultaat want nu kan het werk van De AGVs beter verdeeld worden onder elkaar. In de controle voor dubbele doffingen zijn terug de pieken te vinden van gesimuleerde breuken.



Figuur 55: Data case 1.2 met 6 AGVs Linker deel

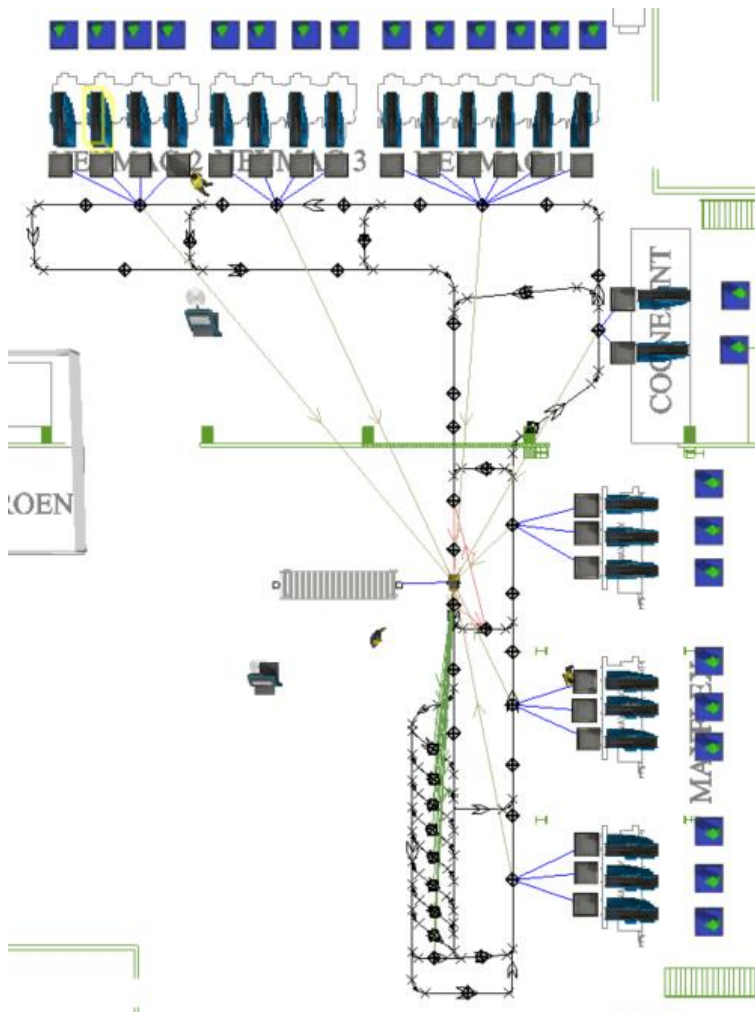
Met 6 AGVs kan dus een goed werking verzekerd worden in normale werk omstandigheden. Doorheen het jaar gebeuren er breuken aan installaties die onverwacht zijn. Bij AGVs is dit niet verschillend waardoor een extra AGV als back-up voorzien zeker geen slecht idee is. Als je deze zelf ook in het circuit steekt dan zal de werklust terug verdeeld worden tussen de AGVs, wat een werktijd van 64% geeft per wagentje.



Figuur 56: Data case 1.2 met 7 AGVs Linker deel

9.6.3 Data rechter deel

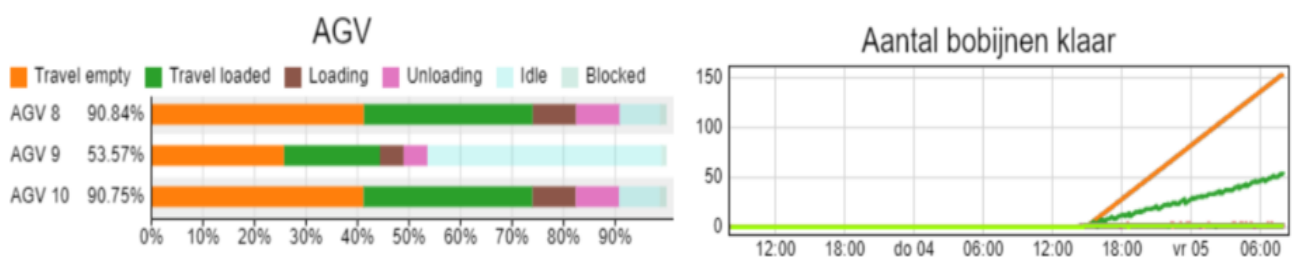
Het rechter deel van de simulatie neemt de Neumag , Plantex en Maxflex machines mee. Goed voor 25 wikkelaars. Hetzelfde principe als voorgaand deel wordt gebruikt om het aantal AGVs te bepalen.



Figuur 57: Simulatie case 1.2 rechter deel

3 AGVs

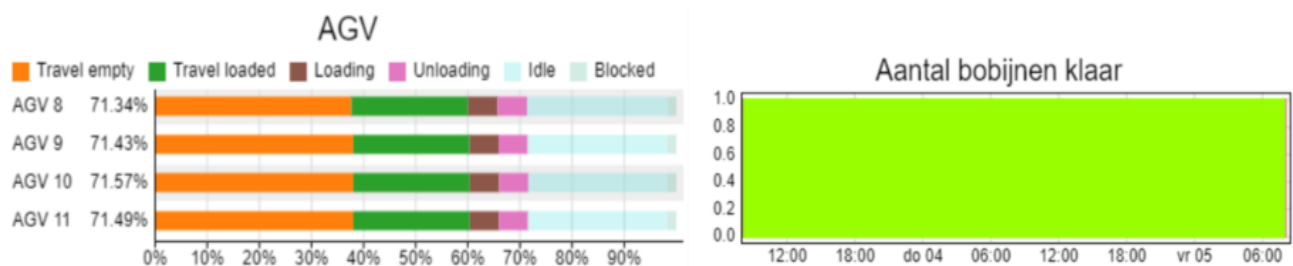
Alhoewel het aantal wikkelaars groter is dan het linker deel zullen er toch minder AGVs nodig zijn. Dit komt vooral omdat de 'doffing'-tijden veel langer zijn in het rechter deel. Bij het testen van het aantal AGVs wordt er met 3 wagentjes een onstabiel systeem ontwikkeld wat te zien is in figuur 57 . De werktijden van deze AGVs zijn ook niet gelijk wat duidt op irregulier gedrag. 3 AGVs is dus te weinig voor het rechter deel.



Figuur 58: Data case 1.2 met 3 AGVs rechter deel

4 AGVs

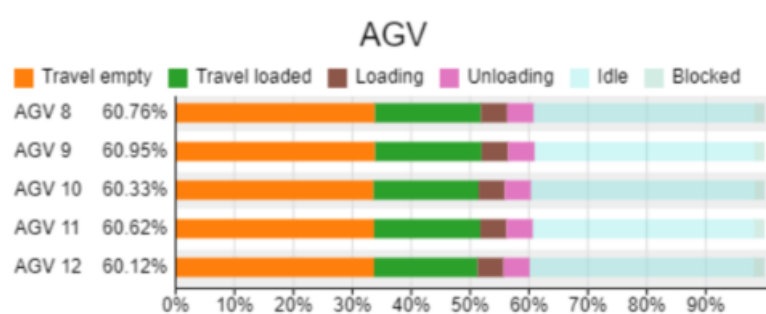
Door 4 AGVs in het systeem te integreren wordt de werklast verdeeld waardoor alle wagentjes aan een 71% werklast zitten. Bij de 'doffing'-tabel kan vastgesteld worden dat er nooit een 2^{de} 'doffing' gebeurt terwijl de voorgaande 'doffing' nog op de wikkelaars ligt.



Figuur 59: Data case 1.2 met 4 AGVs rechter deel

Wat opvalt in de 2^{de} grafiek is dat de dubbele 'doffing'-pieken zijn weggevallen. Dit komt omdat de individuele 'doffing'-tijden zo ver uit elkaar liggen dat er meer dan tijd genoeg is om een reparatie te doen.

Net zoals bij het linker deel wordt er een 5^{de} AGV voorzien om onverwachte situaties te kunnen opvangen. Als je deze in het systeem integreert zal de werklast van elke individuele AGV verlaagd worden naar 60%.



Figuur 60: Data case 1.2 met 5 AGVs rechter deel

9.6.4 Volledige case data Case

Aantal AGVs Linker + rechter deel => 5+7= 12

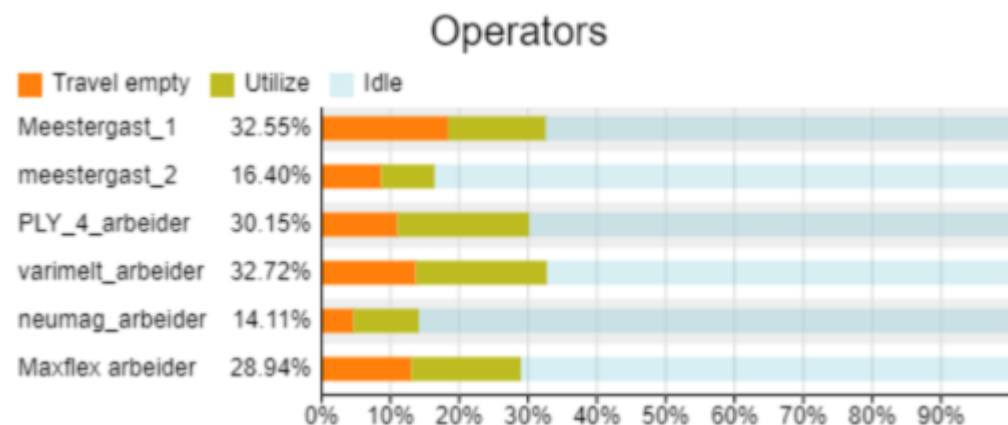
Volledige parcours Links = 100 m

Volledige parcours rechts = 100m (dit is een parcours dat bijna nooit zal afgelegd worden door de vele mogelijke kortere trajecten naar de wikkelaars)

Deze berekeningen zijn gebaseerd op de maximum snelheid van 1,5m/s voor de AVGs.

Bezetting personeel

Het doel van de volledige automatisatie is om het personeelsaantal te verminderen in de afdeling. Het nieuwe plan is om aan elke machinegroep één operator te plaatsen samen met 2 meestergasten binnen de afdeling. Doorheen de volledige studie wordt deze voorstelling gemaakt. Een nieuwe werklust kan opgesteld worden via de simulatie.



Figuur 61: Data case 1.2 werklust operators

Er kan gezien worden dat de werklust van de operatoren en meestergasten zeer laag ligt. Deze grafiek geeft enkel de werklust weer die de operatoren hebben om de Extrusie-machines draaiende te houden. Er zijn veel kleine taken zoals nieuwe lege rollen gaan halen, machines instellen in het begin van de dag enz. . Dit zal de werklust met een 10% moeten verhogen. De werklust blijft laag maar hier kan later nog meer naar gekeken worden eenmaal er een automatisatie is uitgevoerd.

Het is belangrijk om te weten dat het aantal uitgespaarde operatoren budget van de automatisatie verhoogt.

9.7 Case 1.3 : AMR

Om het aantal interventies binnen de afdeling te reduceren kan er ook gewerkt worden met AMRs. Deze AMRs zullen de sledes vervangen die de bobijnen van de wikkelaars tot buiten de arbeiderszone brengen. Uit case 1.1 is gebleken dat de afdeling best in 2 delen onderverdeeld wordt. Dit wordt opnieuw toegepast in deze case.

Er kan gekozen worden om de AMR tot onder de wikkelaar te laten rijden om de bobijnen op te halen of om de AMR tot net voor de wikkelaar te laten stoppen om daarna de bobijnen met behulp van de zuiger in de wikkelaar op de AMR te plaatsen.

9.7.1 Aanpassingen in de simulatie

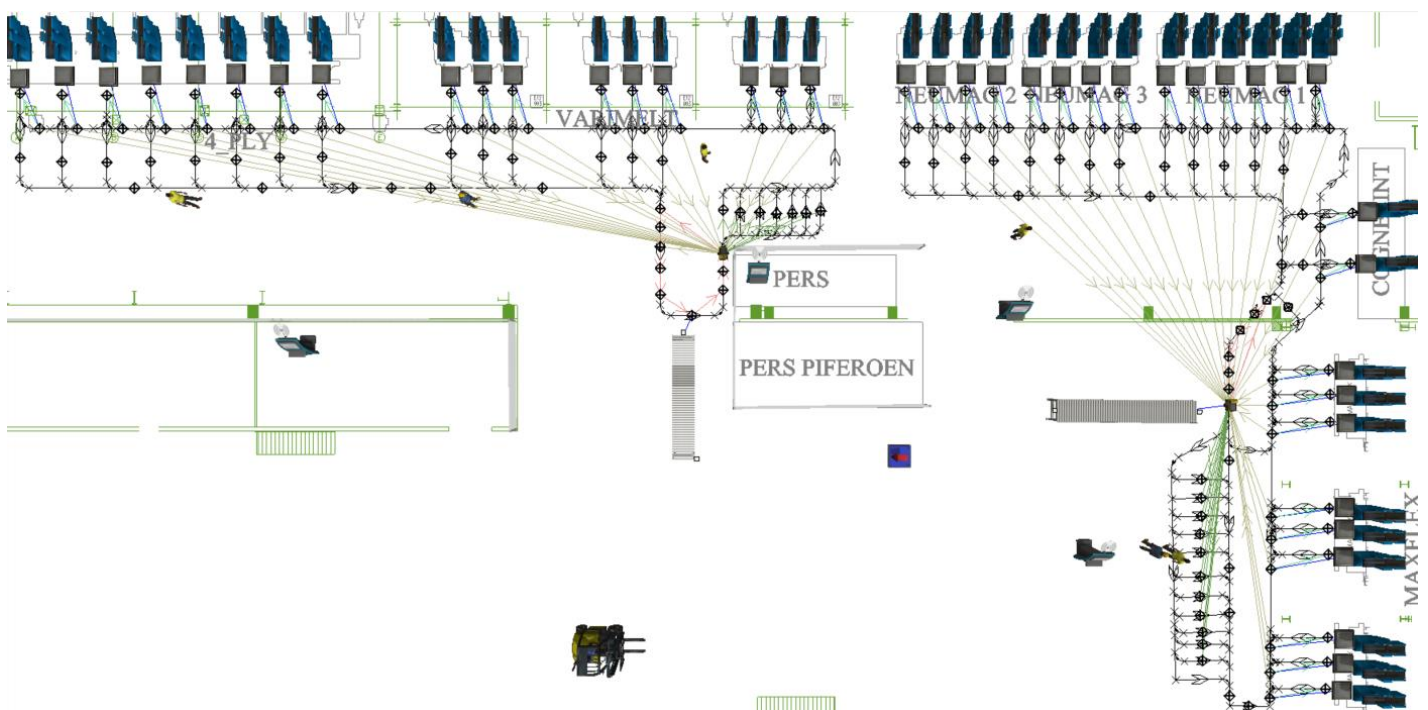
Voor de veiligheid wordt de snelheid van de AMRs in die bepaalde zone vertraagd om rekening te houden met de arbeiders die zich ook in deze zone begeven. Binnen de simulatie wordt hiermee rekening gehouden door de laadtijd van de AMRs te vergroten. Dit wordt zo opgelost omdat specifieke snelheidszones moeilijk in te stellen zijn.

Nieuwe laadtijd = oude laadtijd + (3m x snelheid van vertraagde AMR) x 2

De veilige snelheid wordt gevonden in de standaard ISO 3691-4:2020 [6]. De snelheid bedraagt 0.3m/s wat een gemiddelde is en natuurlijk kan variëren naargelang de toepassing.

$$\text{nieuwe laad tijd} = 4s + \left(\frac{3m}{\frac{0.3m}{s}} \right) * 2 = 4s + 10s * 2 = 24s$$

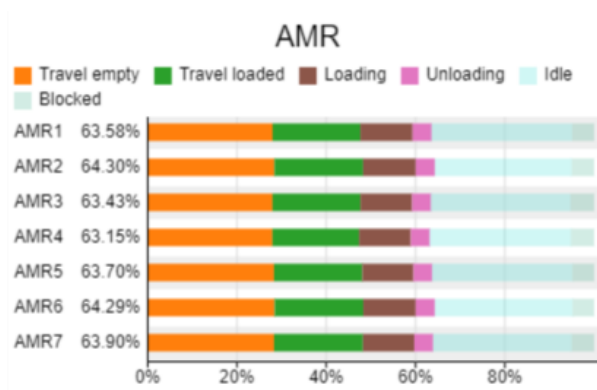
De lostijd blijft hetzelfde doordat het eindpunt wel nog in de afgebakende zone ligt.



Figuur 62: Simulatie case 1.3

Volledige case data

Het aantal AMRs is terug verdeeld tussen een linker en rechter deel. Uit de figuur 62 & 63 kan afgeleid worden dat het linker deel 7 AMRs nodig zal hebben en het rechter deel 5 AMRs om aan een 64% werkefficiëntie te komen binnen de afdeling.



Figuur 63: Data Case 1.3 met 7 AMRs



Figuur 64: Data Case 1.3 met 5 AMRs

De extra AMR die nodig is in elk deel in vergelijking met Case 1.2 is te wijten aan de extra afstand die moet afgelegd worden en het langzamer rijden in de voetgangerszone. Als extra werkzekerheid kan nog één extra AMR gerekend worden voor beide zones of één voor elk. Het totaal aan AMRs nodig is **14**.

Het personeel zal dezelfde werklust hebben zoals in Case 1.2 uitgelegd.

9.8 Case 1 toepassing effectieve productietijden

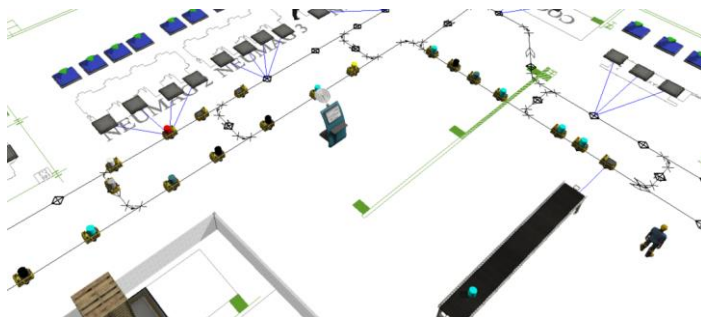
Een simulatie geeft altijd gegevens weer die niet 100% correct zijn. Dit is ook gebleken uit enkele resultaten die verkregen zijn. Om nog dichterbij een realistische weergave te komen wordt data vanuit de productie in het programma geplaatst. Deze data komt van alle wikkelaars en geven aan wanneer er een 'doffing' gebeurt, ook wanneer er een fout gebeurt of bij de opstart van de machines. Op deze manier kan de simulatie data gecontroleerd worden of deze voldoende zijn.

Wat er momenteel ook gebeurt in de simulatie is dat alles samen opstart. In realiteit is dit iets wat zo goed als nooit gaat voorkomen. De real data start op een bepaald uur en loopt gedurende 24u.

De nieuwe data blijkt veel minder 'doffingen' te hebben binnen 24u dan wat de originele (Excel (figuur 27) aantoont. Dit kan zijn omdat op de dag waarop de data verzameld werd minder productie geweest is of er werden langdurige wikkelsessies ingepland. Bij de Excel wordt er wel vanuit gegaan van de slechtste 'doffing'-tijden (kortst).

9.8.1 Case 1.1

Door de tragere tijden is er geen deadlock meer in het systeem en . Maar er ontstaat wel een grote file.

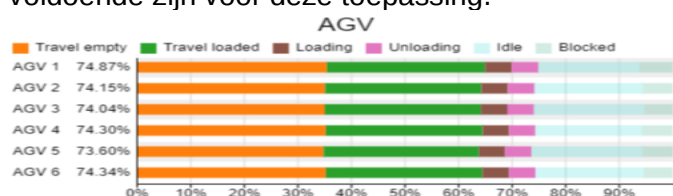


Figuur 65: File creatie case 1.1 AGVs

9.8.2 Case 1.2 & case 1.3

Net zoals in de eerste simulatie zijn de aantal AGVs en AMRs hetzelfde gebleven. Wat wel opmerkelijk is, is dat dezelfde pieken ontstaan in de dubbele 'doffing'-tijden terwijl de simulatiefout weg is. Na nader onderzoek blijkt dat er op het moment van de eerste pieken geen enkel wagentje onderweg is en op hun parkeerplaats blijven. Dit wil zeggen dat alle wagentjes aan het opladen zijn. Het is eigenaardig om dit voor te hebben na slechts 2u werken. De oorzaak zou het slecht afgestelde batterijverbruik zijn.

Het aantal wagentjes **12 voor Case 1.2** en **14 voor case 1.3** mag hetzelfde blijven als er wagentjes voorzien worden met een betere batterijcapaciteiten. De huidige werkprocenten van de AGV's kunnen wel gebruikt worden om zo te controleren of de nieuwe wagentjes voldoende zijn voor deze toepassing.



Figuur 66: Dubbele doffingen in case 1.2 & Case 1.3

9.9 Conclusie case 1

Na dit onderzoek lijkt deze case een goede potentiële automatisatie. Maar de kost zal relatief hoog zijn. Het ontwikkelen en maken van de wagentjes is duur. Hoe meer wagentjes er gekocht worden des te meer de ontwikkelingskost kan verdeeld worden over alle wagentjes. Met het huidige max van 15 wagentjes in de productiehal zal de kost per wagentje hoog blijven.

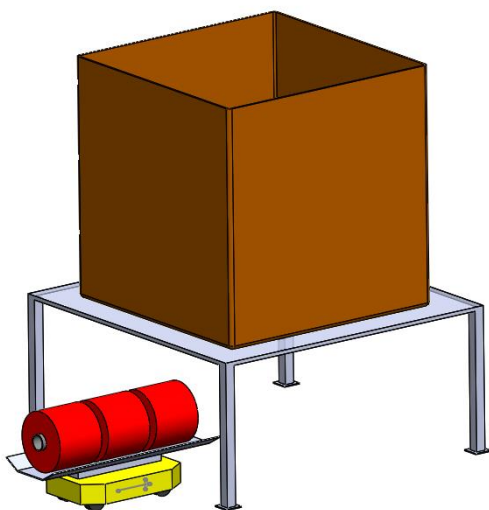
Bij Case 1.2 zijn er ook extra sledes nodig wat een extra meer kost geeft. Alsook een systeem om de bobijnen van de slede op de AGV te brengen. Wat een totaal duur pakket zal worden. Wetenede dat met 2 tot 3 AMRs te gebruiken deze kost kan vermeden worden. Een AMR is een zeer intelligent wagentje en voor de huidige toepassing is dit niet nodig. Want de start en stop locaties zijn altijd hetzelfde en de route is ook zo goed als vastgelegd. Een AMR plaatsen enkel voor de handigheid om achteruit te kunnen gaan lijkt te kostelijk tegenover een goedkopere AGV. Als een AGV kan gevonden worden die ook achteruit kan bewegen is dit een ideale oplossing.

Door AGVs of AMRs te gebruiken kan makkelijk data meegenomen worden naar de Pelletiseer machine. De wagentjes zullen data krijgen eenmaal ze bobijnen aannemen. Eenmaal deze aan de pelletiseer machine kan deze afgegeven worden dit om te verzekeren dat alle bobijnen correct op pallets worden gezet.

Het extra voordeel is dat er weinig vaste plaats wordt ingenomen in de productiehal. Dit geeft de mogelijkheid naar een snelle of geleidelijke integratie van het nieuwe systeem zonder veel storing in de productie zelf. Als er bij machines onderhoud moet gebeuren is er plaats genoeg om tot aan de machines te geraken. Bij grote bij de centrale pelletiseer machine kunnen de bobijnen nog manueel gestapeld worden. Dit net omdat er geen extra vaste infrastructuur bij komt. Dit geeft al iets meer bedrijfszekerheid mee met de volledige installatie.

Waar tijdens deze case nog niet aan gewerkt is geweest is hoe de lege kokers tot aan de juiste wikkelaar komen. Hier zijn verschillende opties voor.

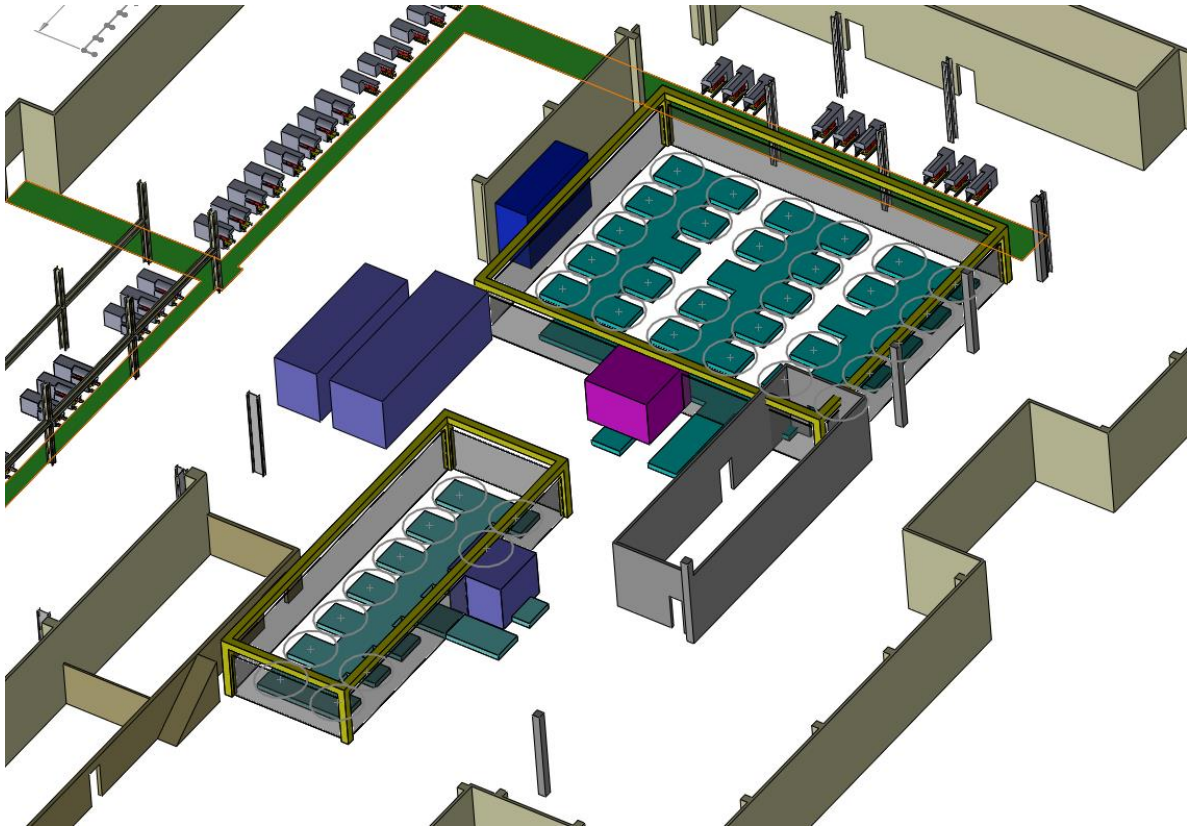
- De heftruck brengt deze geleidelijk aan tot aan de juiste wikkelaar. Door dat er veel plaats is behouden in de productie moet dit zeker mogelijk zijn. Om ervoor te zorgen dat de dozen niet overal losstaan kunnen er lokale rekken geplaatst worden boven de vastgelegde weg van de wagentjes. Zo heb je plaats besparing en blijft alles op dezelfde locaties. De operator kan van de grotere dozen kleiner dozen vullen en naar de wikkelaars brengen.



Figuur 67: Rekken voor lege kokers boven AGV/AMR route

- De AVGs kunnen orders krijgen om kleinere volle dozen te gaan halen en zo naar de machine te brengen. Wanneer gearriveerd kan de operator dan de kleinere dozen bij de juiste wikkelaar plaatsen.

Het verdelen van de afdeling in 2 delen lijkt geen slecht idee. Het originele ontwerp geeft 1 centrale stapelmaschine voor alle paletten te stapelen. Wat een grote machine zal worden. Als deze machine stil valt voor welk dan ook de reden mag zijn kan dit catastrofaal zijn voor de hele afdeling. Door het verdelen van de afdeling en 2 kleinere pelletiseer machines te gebruiken zal bij een fout van één pelletiseer machine niet de gehele afdeling in problemen zijn. Een nieuw grondplan is uitgewerkt om de voetgrootte van de 2 kleinere pelletiseer machines te controleren of het wel mogelijk is binnen het gebouw.



Figuur 68: 3D uitwerking Case 1 met 2 pelletiseer units

Dit systeem zal verder meegenomen worden naar andere cases.

10 CASE 2 : TRANSPORTBANDEN

In deze case wordt er bekeken om de bobijnen te stapelen aan de machine zelf om het transport van losse bobijnen zo laag mogelijk te houden. Deze case geeft de beste representatie van wat nu gebeurt maar dan geautomatiseerd. Er wordt vooral gekeken of er genoeg plaats is aan de machine zelf. De benodigde ruimte voor de automatisatie is hier de focus. Er wordt in de eerste gevallen gewerkt met transportbanden die de gevulde paletten van de bobijnwikkelaars naar de palletwikkelaars brengen.

10.1 AMR VS transportbanden

AGV/AMR-robots worden vaak in combinatie met transportbanden en monorailsystemen gebruikt. In sommige gevallen kunnen deze complementair gebruikt worden. De keuze tussen de twee oplossingen hangt vaak af van snelheid of flexibiliteit van de transportsystemen.[7]

AGV/AMR-robots onvergelykbare flexibiliteit.

Deze flexibiliteit is vooral zichtbaar door de snelle en gemakkelijke aanpassing in de bestaande werkomgeving. Het implementeren van de robots is mogelijk zonder de omgeving te moeten aanpassen. De flexibiliteit van de robots geeft de mogelijkheid om aanpassingen en herconfiguraties uit te voeren voor het toepassen van nieuwe taken. Het veranderen van de op- en afhaalpunten zal snel gebeuren en maakt zo de kost van omschakeling van de robots minimaal. In het geval van robot defecten zal de logistiek niet stoppen omdat de taak kan worden doorgegeven naar een nieuwe robot. Het onderhoud van de robotvloot kan gedaan worden zonder dat de productie te laten stil vallen.

Werkveiligheid verzekeren speelt ook een heel belangrijke rol voor de AMR/AGV-implementatie. De robots kunnen samenwerken met mensen en andere transportsystemen zonder een zone af te bakenen waar personeel niet mag komen.

Transportbanden en monorails : onverslaanbare efficiëntie

Transportbanen en monorails kunnen geen flexibele oplossing genoemd worden. Het samenstellen van een transportbandsysteem is een groot, duur en langdurige investering. Het vraagt een gedetailleerd ontwerp, transitie systemen en een testlocatie voor het volledige systeem. De hoge kost kan gecompenseerd worden door de snelheid van de productie. Deze systemen worden gekarakteriseerd als hoog efficiënte systemen.

Het grote nadeel van transportbanden en gelijkaardige systemen is dat bij een storing van juist één element de volledige lijn stopt. De mekaniekers moeten onder een hoge werkdruk werken om alles zo snel mogelijk te herstellen. De kleinste aanpassingen aan het systeem zijn grote financiële kosten puur door de uitvaltijden van het proces en de stoptijden van het transport.

Eén van de belangrijkste aspecten van een transportbandsysteem is het verzekeren van de veiligheid. Een volledig geautomatiseerd systeem vereist een fysieke toegang alsook een digitale controle voor eventuele storingen.

AMR/AVG of transportbanden

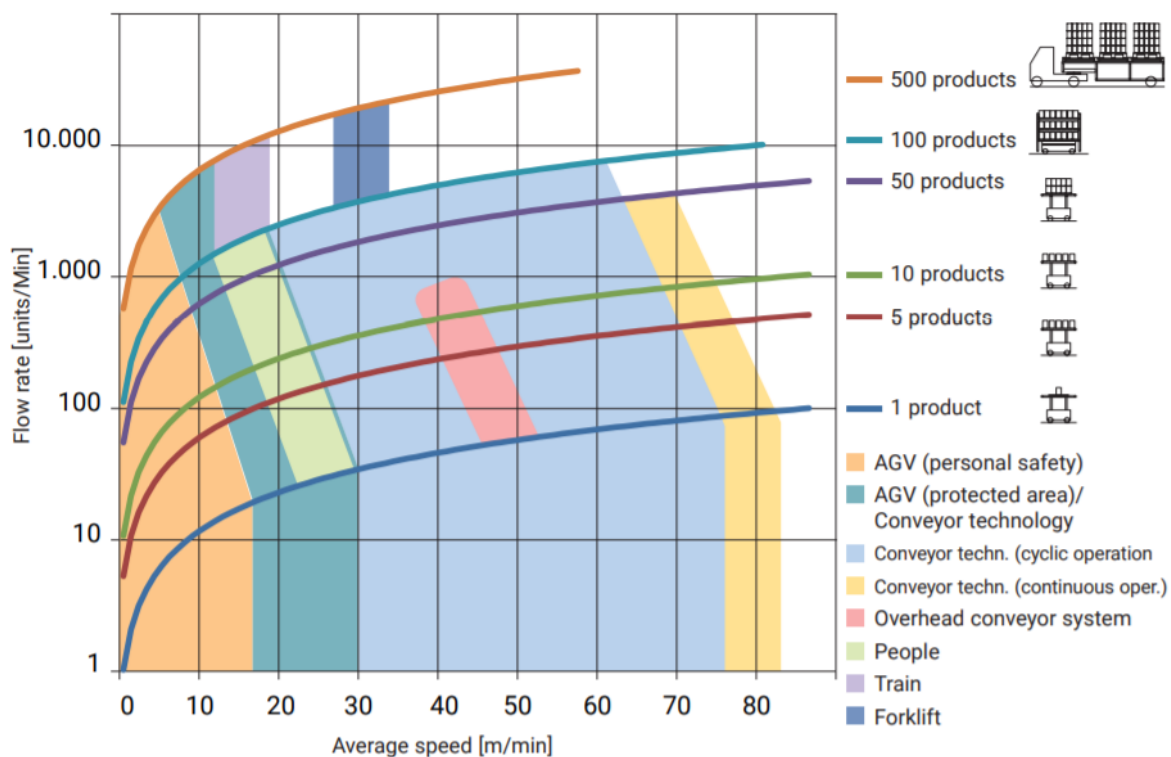
Voor systemen waar snelheid en efficiëntie de belangrijkste parameters zijn wordt er best gekozen voor transportbandsystemen. Een extra argument kan gemaakt worden dat eenmaal het volledige systeem is geïnstalleerd er geen verdere aanpassingen nodig zullen zijn binnen een bepaalde periode vooraleer nieuwe investeringen nodig zijn.

AMR/AGV zijn de perfecte oplossing op locaties waar door technische of financiële redenen geen transportband geplaatst kan worden. Alsook op locaties waar regelmatig aanpassingen gebeuren aan lay-out van de fabriek. AMR robots zijn trager dan standaard transportbanden maar verzekeren wel een systematische aanlevering.

Hieronder is er een grafiek die ingenieurs helpt om een transportsysteem te kiezen. Er zijn drie parameters nodig om deze grafiek te gebruiken.

1. De volumestroom van een jaarlijkse productie. (APV = annual production volume)
2. Hoeveelheid producten die het systeem per minuut moet transporteren
3. De gemiddelde snelheid over de totale transportroute. Er moet rekening gehouden worden met alle non-productieve tijden zoals los & laadtijden, maximale snelheid,...

Het plotten van deze waarden als x-y coördinaten onthult het gedeelte van de grafiek die overeenkomt met de meest geschikte transportsysteem.[8]



Figuur 69: Grafiek transportsystemen

Deze grafiek toont ook aan dat het applicatiegebied van AGVs relatief klein is. Deze toepassing wordt vooral gebruikt bij systemen met lange afstand en lage doorvoer omdat de snelheid van een AGV buiten een beschermde zone een gemiddelde snelheid heeft van 0,3 m/s.

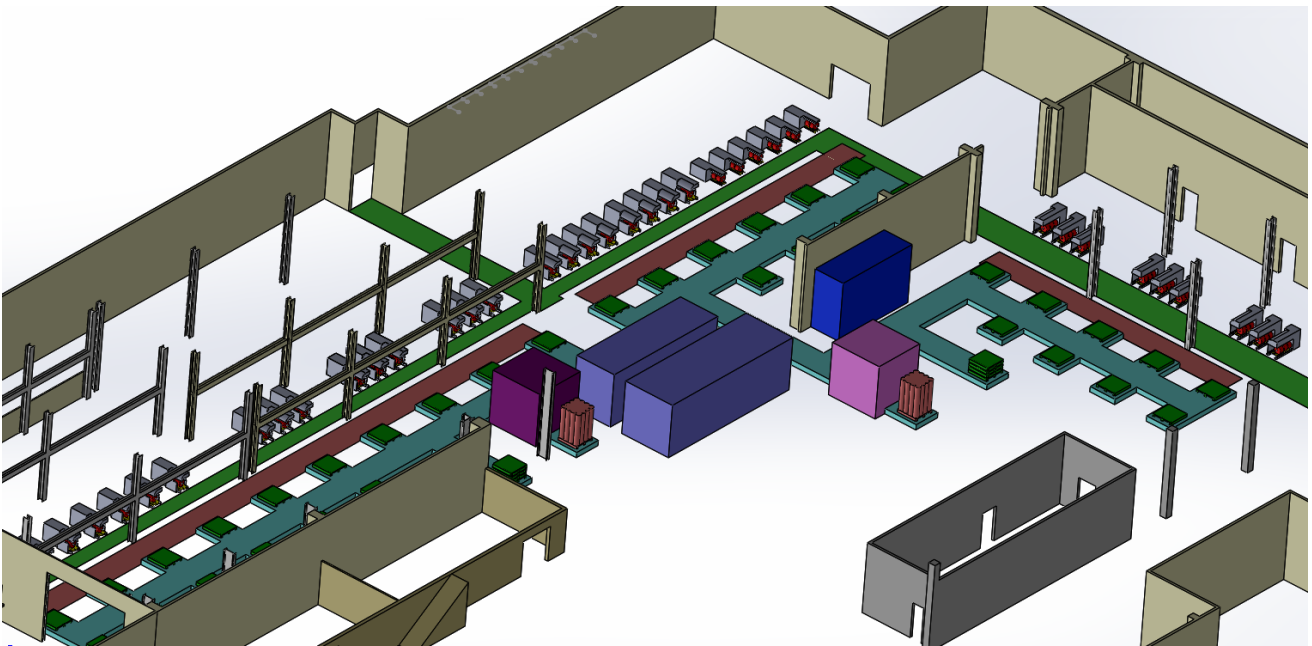
10.2 Procesverloop

De bobijnen worden met een slede naar de bewerkingszone gebracht. Daar worden de bobijnen klaargemaakt voor verdere handelingen. Een 'pick and place'-systeem zal dan de bobijnen stapelen op een palet die op een transportband ligt. Het stapelen wordt gedaan door een stapelstrategie afhankelijk van de diameter van de bobijnen. Wanneer de pallet vol is wordt deze via de transportband naar de pallet wikkelaar gebracht. Een lege pallet wordt dan via dezelfde transportband naar de juiste locatie gebracht.

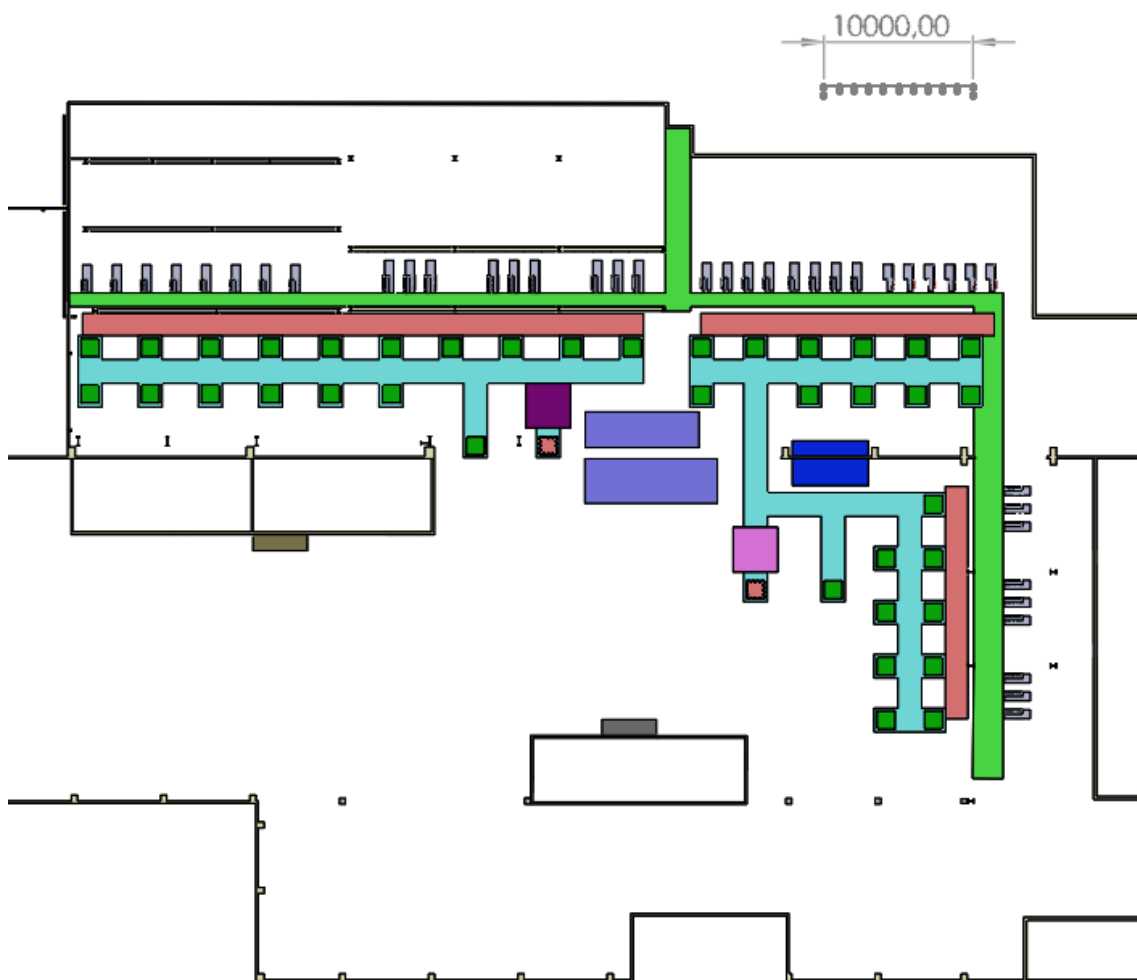


Figuur 70: Blokschema procesverloop

10.3 3D uitwerking



Figuur 71: 3D uitwerking case 2

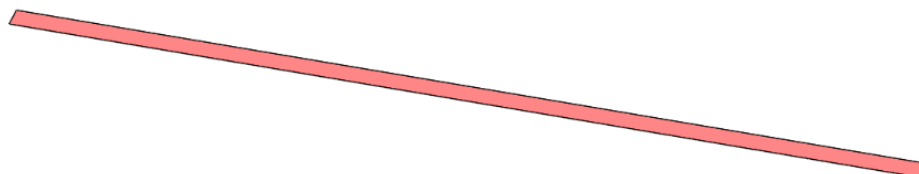


Figuur 72: Plattegrond 3D uitwerking case 2

10.3.1 Onderdelen en legende

Bewerkingszone

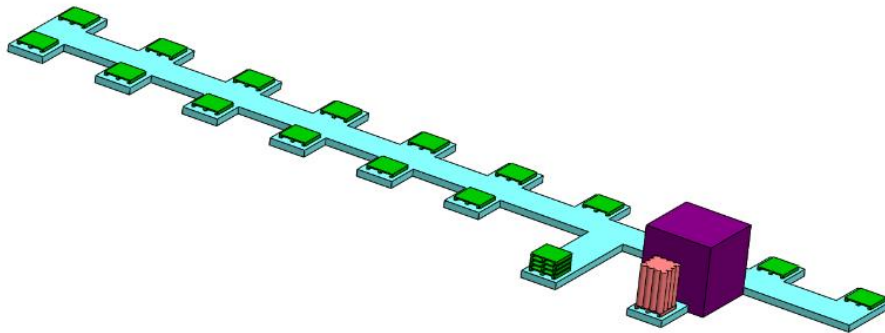
Dit is een zone voorbehouden om bobijnbehandeling uit te voeren. Er wordt terug gewerkt met het sledesysteem (hfd. 13) om de bobijnen tot deze zone te brengen. Momenteel is deze zone 1,5m breed maar kan aangepast worden. Dit hangt sterk af van de machine die gebruikt zal worden.



Figuur 73: Tekening bewerkingszone

Transportband

Deze transportband wordt gebruikt om volle paletten te verplaatsen naar de wikkelaar en verdeeld in 2 delen om op de centrale transportband niet te veel verkeer te veroorzaken. De locaties waar de paletten zijn geplaatst staan recht tegenover elkaar om er zeker van te zijn dat het maximum aan kwaliteiten kan geproduceerd worden (36 kwaliteiten). Wanneer deze locaties naast elkaar zouden staan is er hiervoor niet genoeg plaats. Per transportband is er een wikkelaar (paars) voorzien en een plaats voor lege paletten (groen). Dit is belangrijk om te zien hoe groot de automatisatie ongeveer zal zijn.



Figuur 74: Tekening transportsysteem voor paletten

10.3.2 Voor- en nadelen

Voordelen

- Geen scannen van bobijnen, bobijnen worden zo goed als direct op de juiste locatie geplaatst.

Nadelen

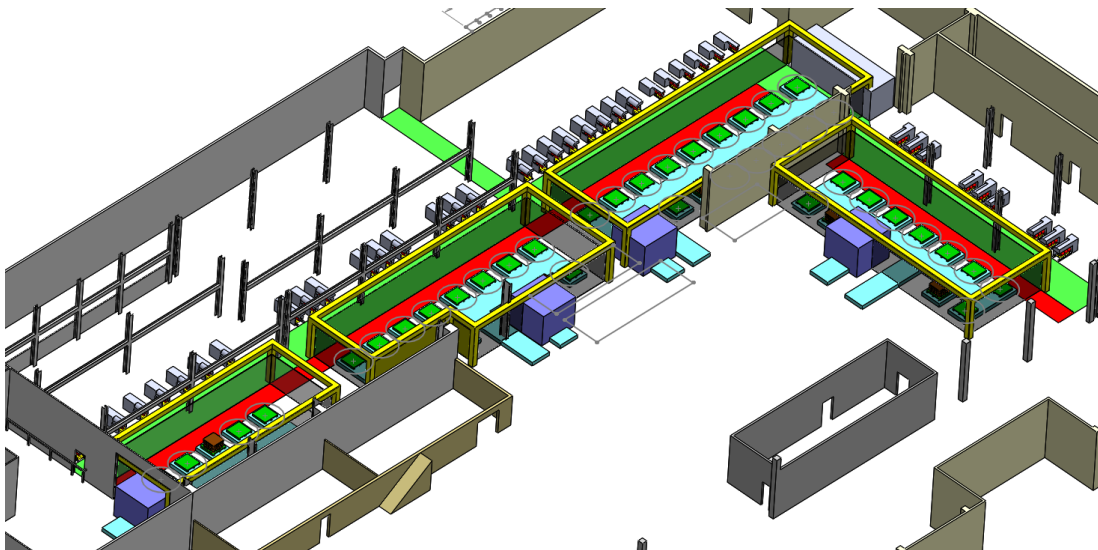
- Installatie neemt veel plaats in beslag.
- Weinig bewegingsruimte voor operatoren
- Eén storing aan het systeem legt grote delen van de productie stil.
- Moeilijk onderhoud aan wikkelaars en rest van extrusie machine
- Weinig plaats voor kokers aan te brengen
- Meerdere palletwikkelaars nodig.

10.4 CASE 2.1 : uitwerking origineel voorstel

In deze case wordt vooral gekeken naar de grootte van de automatisatie en hoe het kan geplaatst worden binnen de afdeling. Hierbij wordt ook rekening gehouden met de kartonnen platen die, tussen de bobijnlagen liggen, ook een locatie krijgen. Er is ook gedacht aan de locatie voor de te vullen paletten, aangezien sommige zones meer kwaliteiten kunnen leveren dan andere.

De verschillende zones zijn nu afgebakend om te visualiseren hoe de situatie zal zijn in de afdeling. Om ervoor te zorgen dat de bobijnen niet vallen tijdens het verplaatsen van de pallet worden deze per laag nog vastgebonden. Hiervoor is er ook plaats voorzien tussen de verschillende transportbanden. Om het onderhoud aan de wikkelaars zelf te kunnen garanderen is de voetgangers- zone groter gemaakt om er voor te zorgen dat ten allen tijde de wikkelaars uit de volledige extrusie machine kunnen gehaald worden.

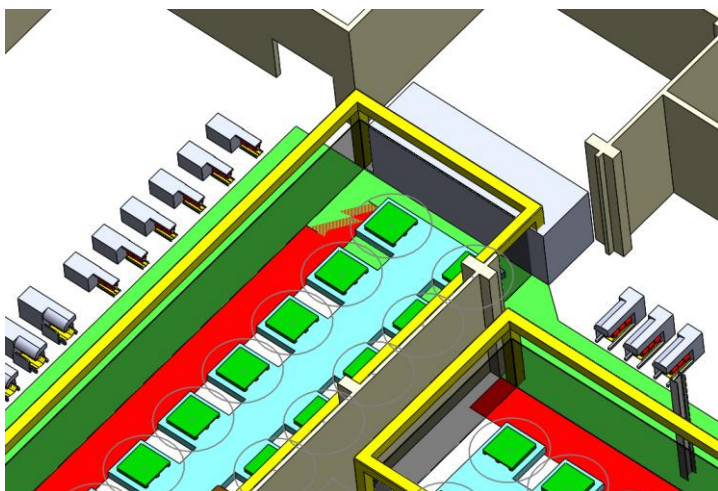
10.4.1 3D uitwerking



Figuur 75: 3D uitwerking Case 2.1

Opmerkingen

Bij het uitwerken van deze opstelling zijn enkele problemen opgedoken. Deze problemen verschijnen ter hoogte van het hoekpunt van de afdeling.



Figuur 76: Hoekpunt bij 3D uitwerking Case 2.1

Door de vergrootte voetgangerszone komt er een overlapping van de voorziene bewerkingszones van de machines in de hoek. Dit wil zeggen dat als alle bobijnen recht uit de wikkelaars gehaald worden tot in de bewerkingszone, deze met elkaar zullen botsen.

Bij de een deel van machines kunnen er veel mogelijke kwaliteiten gewikkeld worden. Dit zorgt er voor dat voor al deze kwaliteiten een locatie moet voorzien worden. Net zoals plaats maken voor de aan- en afvoer van paletten er voor zorgt dat deze gesloten zone te groot wordt voor deze hoek.

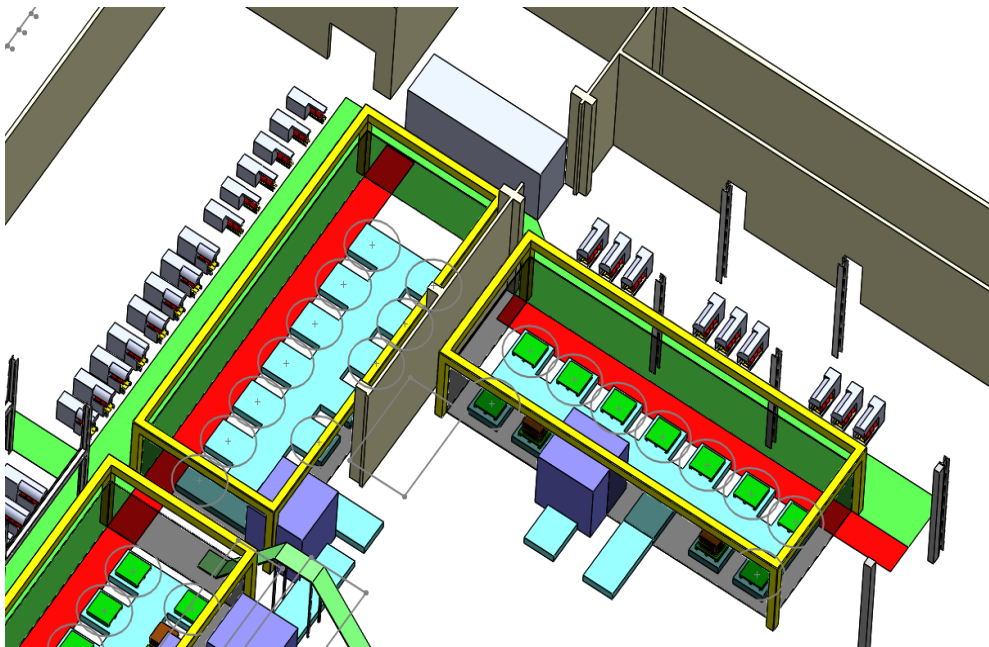
De uiteindelijke afgesloten zone zal tegen de overstaande wikkelaars komen te staan wat uiteraard niet mogelijk is.

Net zoals eerder besproken zullen er veel palletwikkelaars nodig zijn maar de volledige afdeling kan werken met slechts één palletwikkelaar.

Er moeten geen muren in de afdeling afgebroken worden maar de hogedrukpersen en meesterkast- lokaal moeten wel verplaatst worden. Dit vormt geen probleem maar er moet hier wel rekening mee gehouden worden.

10.5 CASE 2.2 : origineel voorstel aangepast

Om de problemen van deze case te reduceren zijn enkele parameters veranderd.



Figuur 77: aangepaste 3D uitwerking case 2.1

Als het maximum aantal kwaliteiten in van deze machines wordt gereduceerd met 4 creëert men voldoende plaats voor een maximum capaciteit van 32 kwaliteiten in de volledige afdeling en zal er genoeg plaats zijn om de volledige voetgangerszone vrij te houden. Om het aantal palletwikkelaars te reduceren worden de 2 dichtste zones met elkaar verbonden. Dit zorgt ervoor dat 1 wikkelaar kan uitgespaard worden. Er moet hier nu wel een brug voorzien worden over de transportband zodat de arbeiders zich sneller kunnen verplaatsen in de afdeling.

10.5.1 Simulatie



Figuur 78: Simulatie Case 2.2

10.5.1.1 Nieuwe elementen

Transportband

Om de paletten naar de paletwikkelaar te brengen wordt gebruik gemaakt van deze transportbanden. Hier is de snelheid de enige belangrijke parameter. De snelheid wordt gekozen uit informatie van de huidige transportbanden gebruikt in ITC Balta Tielt.

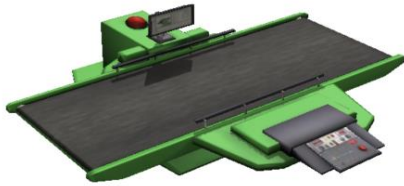
Snelheid volle pallet = 0.1 m/s en lege pallet = 0.35m/s



Figuur 79: Flexsim Transportband

Palletwikkelaar

Dit object zal gebruikt worden om de paletten te wikkelen. Deze tijd is ook voorhanden en duurt ongeveer 150 seconden.



Figuur 80: Flexsim voorstelling palletwikkelaar

Bewerkingszone

Deze zone dient als een soort buffer. De slede zal de bobijnen naar deze zone brengen waar een kleinere machine de bobijnen zal klaarmaken door deze recht te zetten en naar de pick-up locatie te brengen.



Figuur 81: Flexsim voorstelling bewerkingszone

Pick and place robot

Dit object visualiseert de 'pick and place'-robot die zal nodig zijn. Deze machine wordt op zijn maximum snelheid ingesteld omdat de gegevens die uit deze machine komen als parameter gebruikt worden voor de machinebouwer. Het zal de minimum nodige snelheid van de machine aantonen.



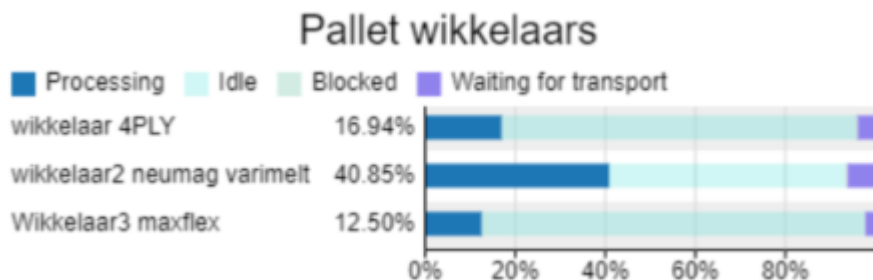
Figuur 82: Flexsim voorstelling Pick & place robot

10.5.2 Resultaten simulatie

De simulatie wordt uitgevoerd gedurende 24u. Dit zal een goede voorstelling geven van de gegevens die de machinebouwer nodig zal hebben.

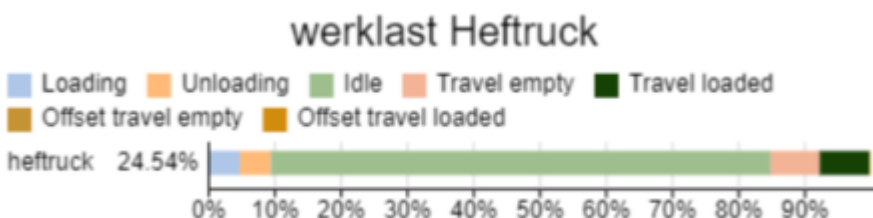
Het aantal bobijnen die door de simulatie zijn verwerkt is ± 25000 . Volgens de data van de extrusie zou men op een gemiddelde van 18000 bobijnen per dag moeten komen. Dit verschil is er omdat in de simulatie wordt gewerkt met de absoluut minimum tijden voor een 'doffing' van alle wikkelaars, wat in realiteit niet zo is. Hetzelfde probleem komt voor met het aantal paletten die moeten worden aangevoerd.

De drie palletwikkelaars hebben een zeer lage werktijd. Dit is zoals verwacht aangezien één paletwikkelaar snel genoeg is om de volledige afdeling te bedienen. Wat wel opvalt tijdens de simulatie is dat soms een rij met volle paletten wacht om gewikkeld te worden. Er zal dus best een kleine bufferzone voorzien worden zodanig dat deze paletten niet in de weg staan om een vlotte productiefLOW te verkrijgen.



Figuur 83: Data palletwikkelaars case 2.2

Binnen de afdeling is momenteel één heftruck actief. Deze heftruck moet de volledige afdeling voorzien van lege paletten, dozen kokers, gewikkelde paletten naar magazijn brengen en de kunststof aanvoeren voor de extrusie-machines. Dit is een groot takenpakket waar nu een klein beetje aan veranderd. De heftruck heeft veel meer vaste locaties om naar toe te gaan wat de efficiëntie zal verbeteren. De nieuwe werklust van enkel de productie is gegeven als volgt.



Figuur 84: Data werklust heftruck

De heftruck heeft veel rusttijd. In die zogenaamde rusttijd voert de heftruck alle randtaken uit zoals kokers en lege paletten aanbrengen alsook kunststof voor de extrusie-machines.

De wikkelaars zijn terug in verschillende zones verdeeld, dit per 'pick and place'-machine. Dit resulteert dat elke 'pick and place'-machine één machinegroep bedient. Hieruit kan geconcludeerd worden wat de eigenschappen moeten zijn voor elke groep wikkelaars.

aantal bobijnen per zone

Object	Throughput
PP_4PLY	6288
PP_varimelt1	4323
PP_varimelt2	5406
PP_neumag1	3026
PP_neumag2	3374
PP_maxflex	4863

Figuur 85: Throughput bobijnen

- 4_PLY wikkelaars (8) hebben gemiddeld 6288 bobijnen/dag = 262 bobijnen/uur
- Varimelt wikkelaars (9) hebben gemiddeld $4323+5406$ bobijnen/dag = 405 bobijnen/uur
- Neumag wikkelaars (14) hebben gemiddeld $3026+3374$ bobijnen/dag = 267 bobijnen/uur
- Maxflex wikkelaars (9) hebben gemiddeld 4863 bobijnen/dag = 203 bobijnen/uur

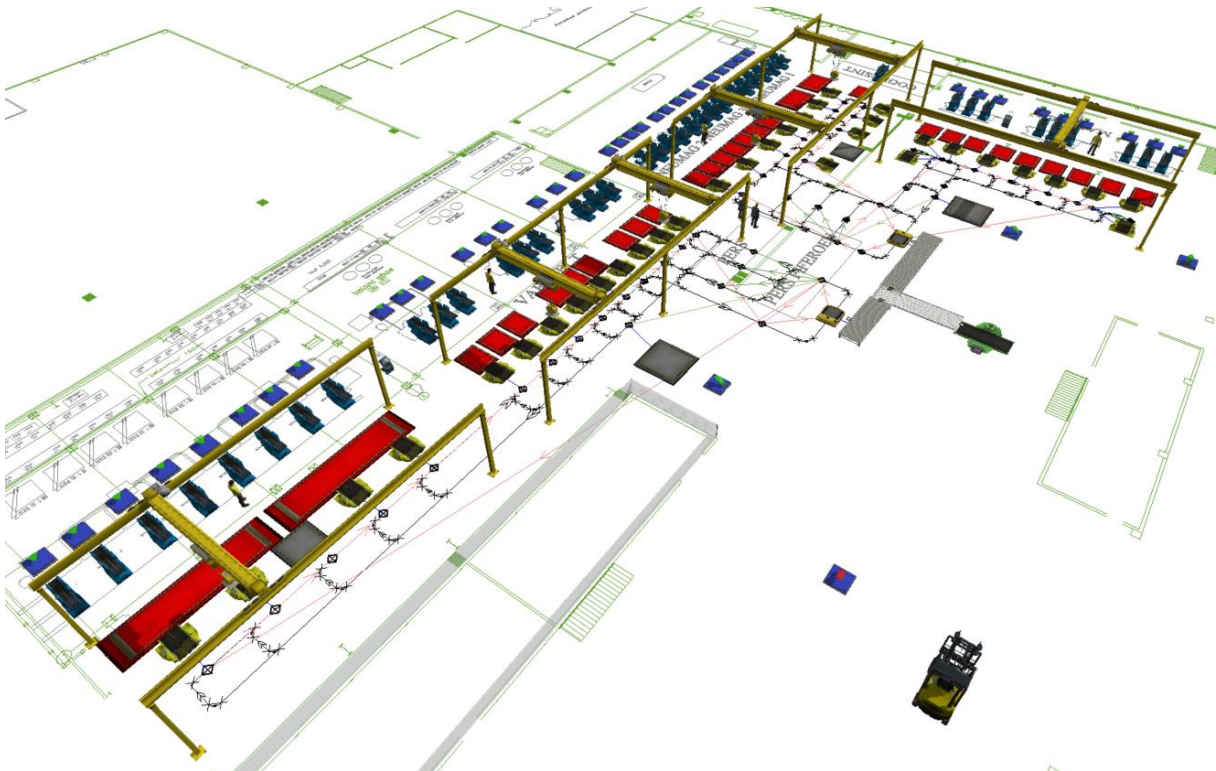
Belangrijk is nog dat binnen de volledige simulatie geen rekening wordt gehouden met lege paletten die naar de juiste locatie moeten gebracht worden over dezelfde transportband. Dit is mag niet over het hoofd gezien worden omdat er altijd een lege pallet moet klaarliggen voordat er een nieuwe 'doffing' gebeurt. Als de snelheid van 0,35m/s gebruikt wordt voor de transportband en er daarbij gekeken wordt dat de verste afstand die een lege pallet moet afleggen 16m is. Dit geeft de palet maximum 45 seconden de tijd om op de juiste locatie te geraken. Theoretisch is dit voldoende tijd maar daarmee weet men nog niet of dit de werkflow niet zal verstoren. Er kan namelijk maar 1 pallet op de transportbaan aanwezig zijn. Hiervoor is verder onderzoek nodig.

10.6 CASE 2.3 : transport via AGVs

Als variatie op deze case wordt ook bekeken om grote heftruck AG's te gebruiken in plaats van transportbanden. Dit om de afdeling minder te vullen met vaste constructies. De AGV zal nu alle taken uitvoeren van de transportband. Deze case is ook een poging om het aantal palletwikkelaars te reduceren naar één.

Het gebruiken van AGVs kan het voordeel geven dat bij grote storingen er nog manueel kan gestapeld kan worden omdat de plaats niet wordt ingenomen door vaste transportband-constructies.

10.6.1 Simulatie



Figuur 86: Simulatie case 2.3

10.6.1.1 Nieuwe elementen

De nieuwe AGVs worden ingesteld om op dezelfde snelheden als de transportbanen te werken om te garanderen dat er geen bobijnen afvallen tijdens transport.



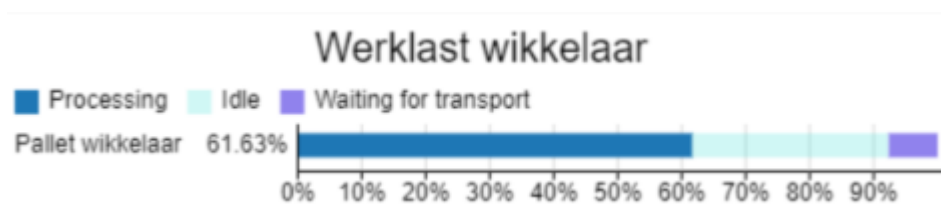
Figuur 87: Flexsim AGV

10.7 Resultaten simulatie

Binnen de simulatie wordt nu wel rekening gehouden met het aanbrengen van lege paletten naar de gewenste locaties. Dit zorgt ervoor dat bij de bewerkingszones soms een wachtrij aan bobijnen ontstaat door het wachten op een lege palet. Dit kan als gevolg zeer nadelig zijn voor het systeem maar hangt af van hoe de machinebouwer de machine ontwerpt en of er bufferzones voorzien worden.

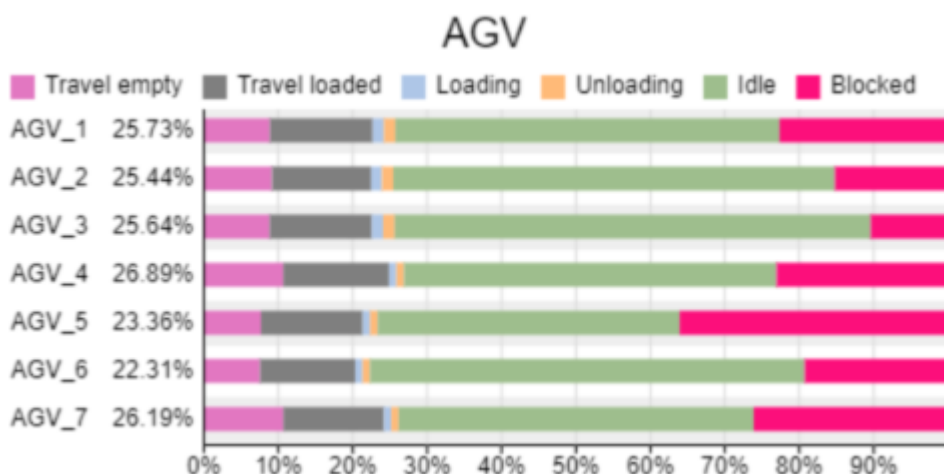
De palletwikkelaar heeft nu meer werk. Dit is goed om sneller de investeringskost terug te winnen.

Wat wel opvalt is dat er veel volle paletten staan te wachten op de transportband om gewikkeld te worden. Gezien alle volle paletten nu op één lijn komt zal er soms een file ontstaan. Extra plaats moet worden voorzien om er voor te zorgen dat dit geen storingen geeft in het systeem.



Figuur 88: Werklast 1 wikkelaar

De AGVs die rondrijden hebben veel werk maar kunnen alle taken uitvoeren. De 7 AGVs hebben veel tijd over om op te laden. Wat wel opvalt is dat de AGVs elkaar veel in de weg rijden, waardoor ze niet efficiënt genoeg kunnen werken. Dit komt vooral door de grootte van de AGVs en dus vele ruimte nodig hebben om te rijden. Als de blokkades kunnen weggewerkt worden kan misschien nog één AGV uitgeschakeld worden wat de kost naar beneden haalt.



Figuur 89: Werklast AGVs case 2.3

10.8 Case 2 toepassing effectieve productietijden

Uit case 1 kan worden vastgesteld dat de reële data minder 'doffingen' heeft dan de opgegeven en gebruikte simulatiedata. Door deze reële data te gebruiken in case 2 kan gecontroleerd worden of deze data enigszins te vertrouwen is. Dit wordt wel verwacht maar een controle kan nooit kwaad.

Het aantal bobijnen die nu door de simulatie verwerkt worden is 19456. Dit ligt dicht bij de gegeven data van gemiddeld 18000 bobijnen per dag. De gegevens die nu uit de simulatie komen zullen nauwkeuriger zijn zoals een normale werkdag. De pure Excel data geeft meer een 'worst case'-scenario weer.

10.8.1 Case 2.2

Door de verlaagde doorgang van bobijnen zal het aantal bobijnen per zone ook verlagen.

aantal bobijnen per zone

Object	Throughput
PP_4PLY	5295
PP_varimelt1	2547
PP_varimelt2	1929
PP_neumag1	4609
PP_neumag2	3194
PP_maxflex	2928

- 4PLY = 220 bobijnen/uur
- Varimelt 1 & 2 = 186 bobijnen/uur
- Neumag 1 & 2 = 325 bobijnen/uur
- Maxflex = 122 bobijnen/uur

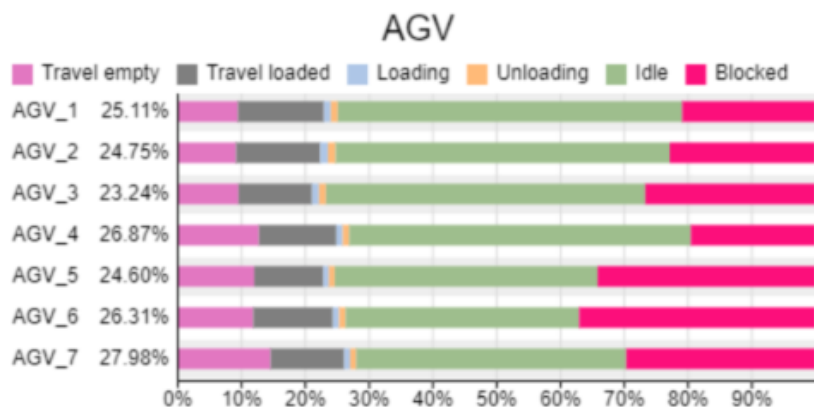
Figuur 90: Throughput bobijnen

Deze nieuwe gegevens geven aan dat de 'pick & place'-machines in elke zone in principe trager mogen werken, maar in dit geval is het beter om deze machines op de 'worst case'-data te ontwerpen om te garanderen dat deze machines altijd mee kunnen met het ingeplande werk.

10.8.2 Case 2.3

In deze case verandert er weinig. De opstopping die wordt veroorzaakt aan de palletwikkelaar is minder groot. Dit is ook te verwachten door het minder aantal bobijnen die verwerkt worden en de beter spreiding van 'doffing'-tijden.

De AGVs blijven echter wel even druk bezig. Dit omdat de lege paletten nog altijd moeten aangeleverd worden. De blokkeertijden veranderen niet want de route blijft even bezet met deze grote machines.



Figuur 91: Werklast AGVs case 2.3 reële data

10.9 Conclusie case 2

Na het bestuderen van de verkregen data en 3D-ontwerpen kan een stevige conclusie gemaakt worden. Deze case heeft grote voordelen maar even grote nadelen tot zelfs grotere nadelen waar aan gedacht moet worden.

Het systeem om de afdeling in te delen in verschillende zones per machinegroep is voordelig voor de operatoren. Dit omdat er nu smalle wandelzones gecreëerd worden tussen de verschillende 'pick & place'-machines. Deze zones zorgen ook voor een zeer grote extra kost omdat er verschillende 'P&P'-systemen nodig zijn. Er kan ook vastgesteld worden dat veel van deze 'P&P'-machines heel traag gaan werken voornamelijk de Maxflex en 4PLY-zones. Dit zorgt er voor dat de terugbetaaltijd zeer lang wordt. Als de productiegegevens van Balta Sint-Baafs-Vijve en de 'Spider & Pecker'-machine zoals deze van Balta ITC Tielt worden samengebracht dan zou in de vestiging in Sint-Baafs-Vijve maar 2 'Pick & place'-machines moeten geplaatst worden terwijl er in deze simulatie 4 worden gebruikt.

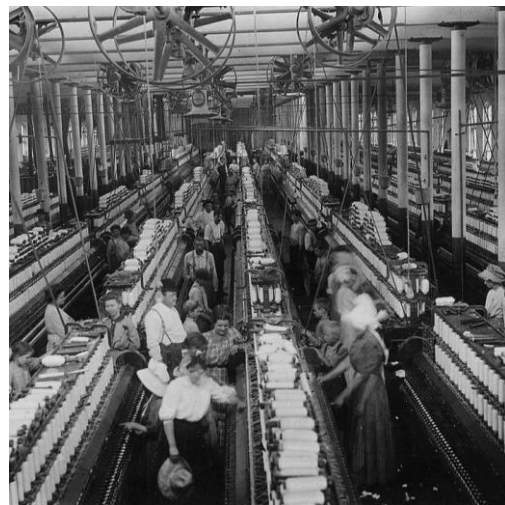
$$\frac{18000 \frac{\text{bobijnen}}{\text{dag}}}{400 \frac{\text{bobijnen}}{\text{uur}} * 24 \text{ uur}} = 1,8 \sim 2 \text{ pick \& place machines}$$

Het resultaat van 2 'Pick & Place'-machines komt goed overeen met het resultaat uit Case 1 om de afdeling in 2 te splitsen. Dit bevestigt nog eens de conclusie van case 1.

Door de grote inbeslagname van ruimte voor de volledige installatie is het aanbrengen van lege kartonnen een nog ingewikkeldere opgave geworden. Aangezien een 'Pick & Place'-machine afgeschermd moet worden is er weinig plaats over om de dozen kokers te plaatsen. De operatoren zullen dus verder moeten wandelen om kokers te halen wat een onnodige werklust met zich meebrengt voor de operatoren. Om dit op te lossen zouden er nog nieuwe machines moeten bijkomen wat opnieuw de kost verhoogt.

Dit systeem geeft wel als grote voordeel dat de bobijnen niet apart gescand moeten worden. De bobijnen gaan zo goed als rechte naar de juiste locatie wat als extra voordeel geeft dat de weg die een bobijn alleen aflegt zeer miniem is. Deze flow kan eventuele storingen door uitrollen van bobijnen of staartjes reduceren.

De werkomgeving van de operatoren zal door deze installatie een heel stuk onaangener worden. Door het plaatsen van hekjes zo dicht bij de werkzones zal de operatoren zich gevangen voelen. Met slechts 2 tot 3 meter brede gangen om een volledige werkdag in door te brengen is niet meer van deze tijd.



Figuur 92: Textielindustrie ANNO 1900

De kans op uitval van gemotiveerde werkrachten is groot. Zoals eerder aangehaald wordt algemeen onderhoud moeilijk door het volplaatsen van de werkplaats met constructies. Heftrucks en andere benodigdheden kunnen niet meer tot aan de extrusie-machines gebracht worden.

Bij storingen zullen wel kleinere zones stilliggen tegenover conclusie bij Case 1. Maar door de vaste constructies kan geen alternatieve stapelplaats vrijgemaakt worden tot de storing is opgelost. Dit kan opnieuw sterke problemen geven in een afdeling die 7/7 werkt.

Het gebruik van AGVs binnen deze opstelling is afhankelijk van de kosten die ze zullen meebrengen. Een transportband is veel goedkoper dan enkele AGVs. Alhoewel de AGVs veel flexibeler zijn dan transportbanden zouden ze een te grote kost zijn voor wat ze maar dienen uit te voeren. Als er wordt gekeken naar figuur 69 met gegevens van 48 units aan 12,5 units/min en 31-40 m/min snelheid van productie en afstand afgelegd dan kan geconcludeerd worden dat vervoer beter wordt gedaan via transport-banden.

Bij Case 2.3 kan bevestigd worden dat één palletwikkelaar voldoende is voor de volledige afdeling. Dit moet zo goed mogelijk nastreeft worden om de kostprijs van de volledige afdeling te reduceren.

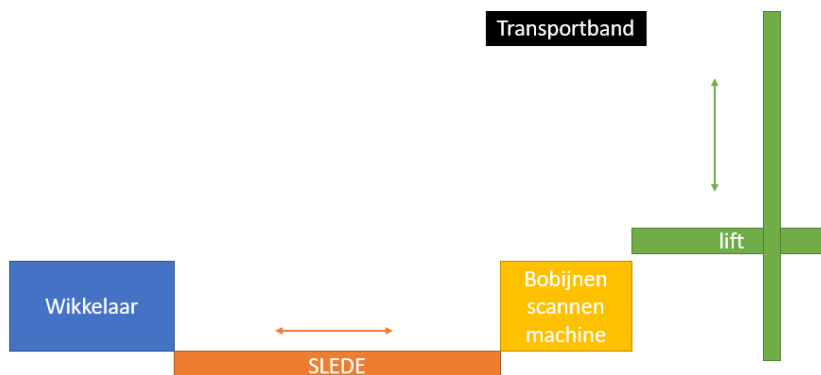
11 CASE 3 : HOOGTE TRANSPORTBAND

Tijdens het onderzoek van dit project zijn verschillende systemen opgedoken die al elders binnen de textielindustrie gebruikt worden. Dit casevoorstel is een combinatie van deze systemen rekening houdende met de wensen van Balta.

De focus van deze case is om zo vele mogelijk plaats binnen de afdeling te behouden als ook de bewegingsvrijheid van de werknemers te behouden. Dit zal worden gedaan door het transport van de bobijnen in de hoogte te doen.

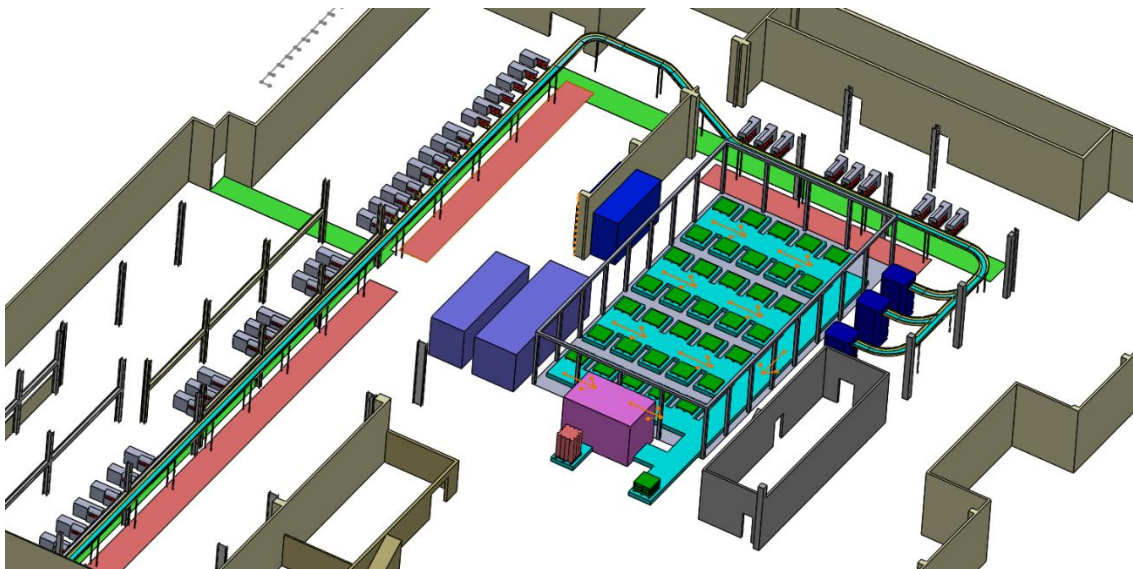
11.1 Proces verloop

De bobijnen die worden gewikkeld worden terug opgevangen door een slede. Deze slede zal de bobijnen terug in een beveiligde zone brengen. Daarna worden de bobijnen afgegeven aan een handelingsmachine om de individuele bobijnen te scannen. Deze worden dan in de schaal gelegd van de lift machine. Eenmaal vol zal de liftmachine omhoog gaan en deze in bovenstaande transportband leggen. De transportband brengt dan de bobijnen naar de centrale stapelmachine.

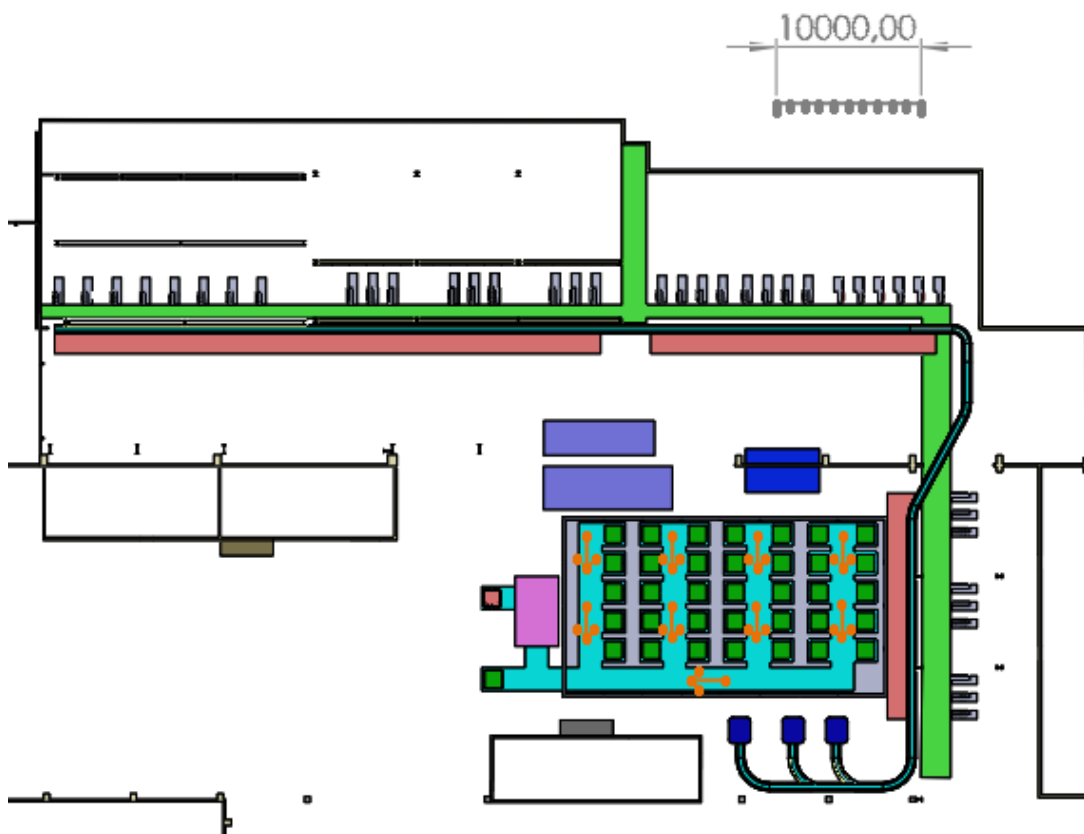


Figuur 93: Blokschema proces verloop case 3

11.2 3D uitwerking



Figuur 94: 3D uitwerking Case 3



Figuur 95: Plattegrond 3D uitwerking Case 3

11.2.1 Onderdelen en legende

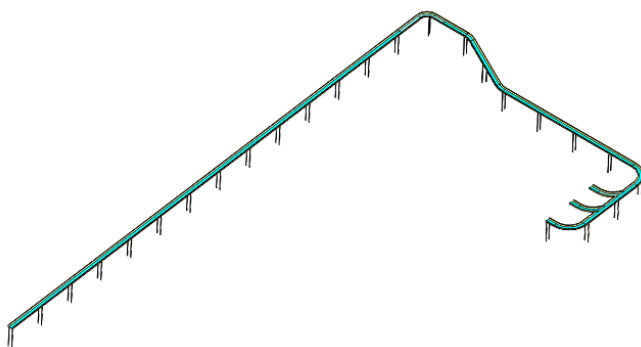
Binnen het initieel ontwerp zijn enkele nieuwe elementen aanwezig net zoals enkele elementen gebruikt al in eerdere cases.

Hoogte transportband

Het idee van deze opstelling komt uit de vestiging ITC Balta Tiel. Daar worden alle bobijnen in de hoogte getransporteerd naar de centrale stapelmachine.

Met onderstaande figuur wordt een eenvoudige transportband voorgesteld.

Deze transportband werkt in de hoogte (+/-2,5m) dit om zo weinig mogelijk interactie te hebben met de arbeiders. De band gaat ook over heel de afdeling en neemt alle bobijnen van alle machines mee. Deze transportband staat zo dicht mogelijk bij de voetgangers zone. Dit om extra plaats te kunnen besparen.



Figuur 96: Tekening hoogtetransportband

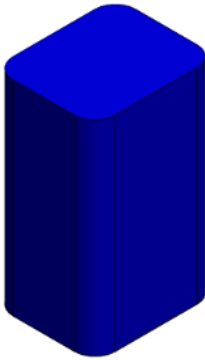
Knoopmachine

Een van de parameters van de nieuwe installatie is dat de bobijnen geen knobbel meer moeten hebben. In deze case wordt dit wel nog gedaan om na te gaan of dit toch mogelijk is met het aantal bobijnen geproduceerd in de vestiging te Sint-Baafs-Vijve. Deze knoopmachine heeft Balta al ontwikkeld en is reeds in gebruik in de vestiging te Tielt. De knooptijden van deze knoper zijn +/-30 sec per bobijn. Als er wordt gerekend met een gemiddelde van 18000 bobijnen per dag.

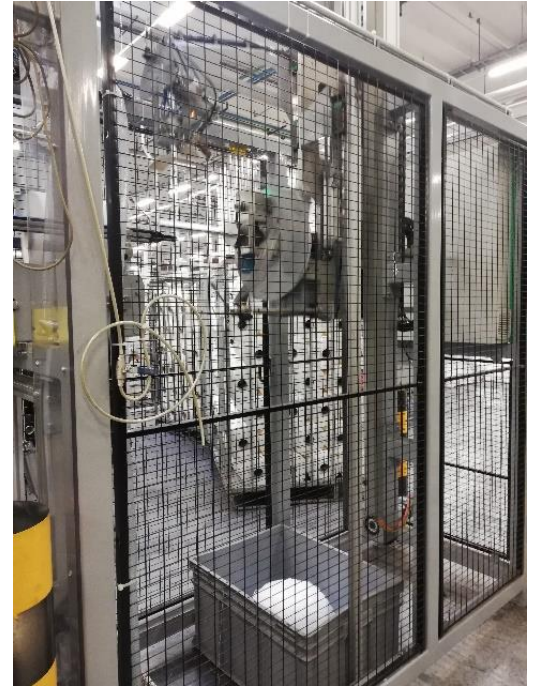
$$18000 \text{ bobijnen} * 30 \frac{s}{\text{bobijnen}} = 540000 \text{ seconden}$$

$$\frac{540000 s}{86400 s (1 \text{ dag})} = 6.25 \sim 7 \text{ machines}$$

Dit zou willen zeggen dat men in Balta Sint-Baafs-Vijve 7 knoopmachines nodig zal hebben om rond te komen zonder rekening te houden met storingen.



Figuur 98: Voorstelling Knoopmachine ITC Tielt in 3D uitwerking

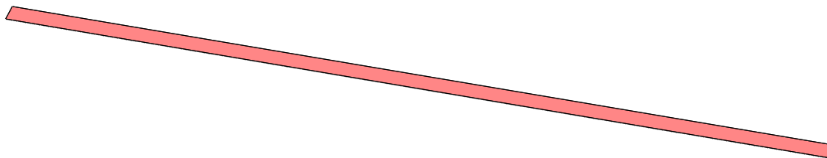


Figuur 97: Knoopmachine ITC Tielt

Bewerkingszone

Deze zone is net zoals in de andere cases bedoeld om de bobijnen te scannen en nu ook om omhoog te brengen. Hiervoor zijn er al enkele systemen op de markt.

Het meest interessante systeem is van het bedrijf Zancaner S.r.l. . Een Italiaans bedrijf gespecialiseerd in textiel-machines [9].



Figuur 99: Voorstelling bewerkingszone in 3D uitwerking

Onderstaande foto (100) is een transportband te zien en onderaan het systeem dat bobijnen verzamelt en dan naar boven zal brengen. Tijdens het naar boven gaan zal de volledige lade met bobijnen 90° draaien zodanig dat deze evenwijdig staat met de transportband. Eenmaal op de goede hoogte wordt de lade gekipt en zo vallen de bobijnen op de transportband.



Figuur 100: Machine van bedrijf Zancaner S.r.l

11.3 Voor- en nadelen

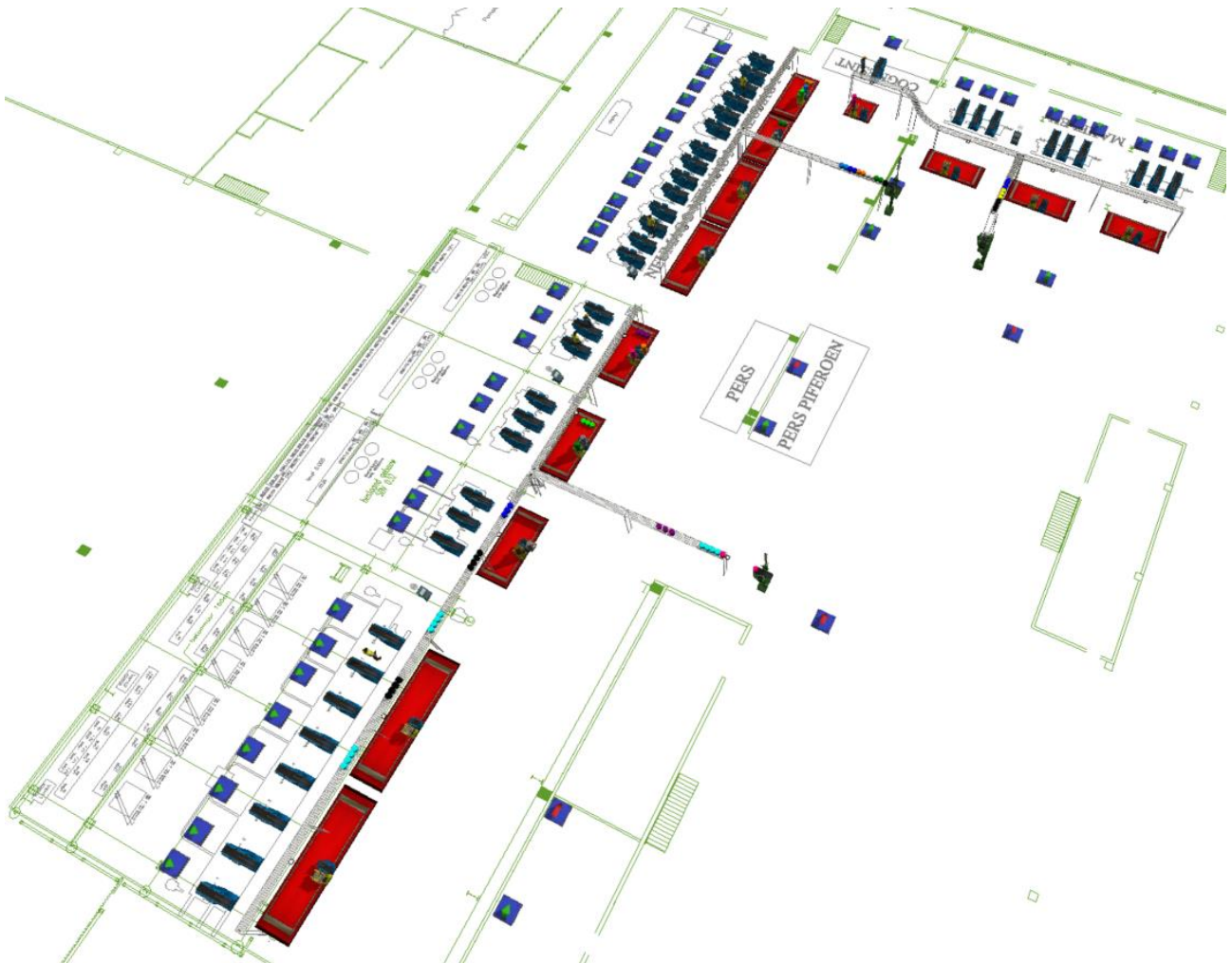
Dit systeem creëert veel plaats binnen de afdeling met terug het gemak van een centrale sorteerplaats. De nu voorziene knooppmachines zorgen voor extra zekerheid dat er minder kans is op schade aan de bobijnen. Het onderhoud van dit systeem is iets moeilijker aangezien deze zich in de hoogte bevindt. De aankoop van rollen met code zal ook iets duurder zijn. Wanneer een deel van de transportband problemen heeft, zal dit opnieuw de ganse productie ophouden. Maar dat probleem kan door de ontstane ruimte opgevangen worden door het omschakelen naar het manueel stapelen van paletten en dit tot de storing is opgelost.

11.4 Case 3.1 verbeterd origineel voorstel

Tijdens het voorstellen van deze case zijn al enkele pijnpunten waargenomen. De gevonden fouten worden in deze case opgelost en verder uitgewerkt.

- enkelvoudige transportband : Als alle bobijnen worden getransporteerd langs één transportband dan is opstopping zo goed als gegarandeerd. Hoe langer de bobijnen op de transportband liggen des te meer kans er is dat een loshangend draadje ergens gaat haperen en zo storingen zal veroorzaken.
- Geen knooppmachines : Het aantal knooppmachines is te groot en mogen zoals in de gegeven parameters weggelaten worden.
- Uit case 1 blijkt dat de afdeling opgesplitst 2 delen een goed idee kan zijn. Dit wordt dan ook toegepast in deze case.

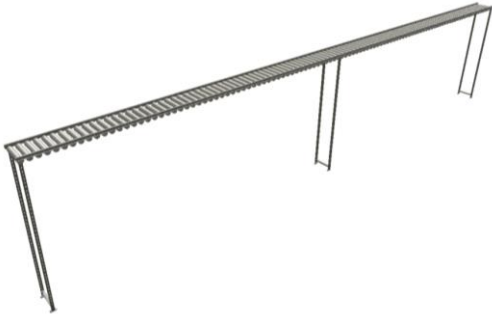
11.5 Simulatie



Figuur 101: Simulatie case 3.1

11.5.1 Nieuwe elementen in simulatie

Transportband



Figuur 102: Flexsim Transportband

De bobijnen worden via een hoogte transportband verplaatst. Deze transportband is ingesteld op een snelheid van 15m/min . Deze waarde is gebaseerd op de snelheid van de transportbanden in ITC Tiel.

'Pick & Place'-machine

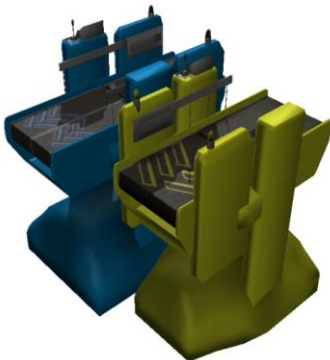
Om data te verkrijgen voor de geplande 'Pick & Place'-machines wordt deze eenheid geplaatst. Het aantal bobijnen dat door deze 3 elementen passeren zal dit kunnen weergeven. Aangezien alles vasthangt aan een transportband moet deze machine ook een minimum snelheid hebben om er voor te zorgen dat er geen te grote opstoppen ontstaan.

Bij een snelheid van 5 seconden per bobijnen wordt de file niet al te groot binnen het systeem. Dit is een zeer hoge snelheid en er zal moeten gekeken worden om een buffersysteem te plaatsen.



Figuur 103: Flexsim voorstelling Pick & Place machine

Scan- & liftstelsel



Figuur 104: Flexsim voorstelling lift systeem

De combinatie van deze objecten zal de bobijnen verzamelen en dan op de transportband leggen en stellen de machine voor van zancaner S.r.l . De bewegingen zelf zullen niet te zien zijn in de simulatie. Aangezien deze tijden voor elke machine hetzelfde zijn is dit niet zo een groot probleem.

11.5.2 Resultaten van de simulatie

Als de afdeling verdeeld wordt in 2 delen en elk deel met een 'Pick & Place'-systeem om de bobijnen te stapelen op paletten moet men data hebben over het aantal bobijnen die men moet verwerken per zone. De simulatie zal gedurende 24u lopen om deze data te verkrijgen.

aantal bobijnen door PP

Object	Throughput
Pick _ place 1	16607
Pick _ place 2	7655
Pick _ place 3	6012

Figuur 105: Throughput pick & place machines

'Pick & Place' 1 bedient de linkerzone (17 wikkelaars) en verwerkt dus een totaal van 16607 bobijnen per dag. 'Pick & Place' 2 en 3 bedienen samen het rechterdeel (26 wikkelaars) en nemen in totaal 13666 bobijnen per dag.

$$\text{Pick \& place linker deel} = \frac{16607}{24} = 691 \text{ bobijnen per uur}$$

$$\text{Pick \& place rechter deel} = \frac{13666}{24} = 569 \text{ bobijnen per uur}$$

De snelheid van deze 'Pick & Place'-machines zal dus relatief hoog zijn. Er moet ook rekening gehouden moeten worden met het feit dat deze machines ook kartonnen platen moeten leggen tussen de lagen bobijnen.

11.6 Case 3 toepassing effectieve productietijden

Net zoals alle voorgaande cases is de reële data lager dan de simulatiedata, ook te zien in de nieuwe verkregen data.

aantal bobijnen door PP

Object	Throughput
Pick _ place 1	9761
Pick _ place 2	7057
Pick _ place 3	3328

Figuur 106: Throughput pick & place machines productie data

$$\text{Pick \& place linker deel} = \frac{9761}{24} = 407 \text{ bobijnen per uur}$$

$$\text{Pick \& place rechter deel} = \frac{10385}{24} = 433 \text{ bobijnen per uur}$$

De nieuwe waarden lijken een stuk meer handelbaar te zijn. Want met ± 400 bobijnen per uur ligt deze dicht bij de snelheid van de 'Spider & Pecker'-machine in ITC Tielt.

11.7 Conclusie case 3

De afdeling opnieuw verdelen in 2 zones komt hier terug van toepassing. De transportbanden kunnen zo gemakkelijk de 'Pick & Place'-machines bereiken zonder dat de bobijnen een volledige toer van de afdelingen hebben moeten doen. Als men terug werkt met 2 'Pick & Place'-machines zoals in case 1 kan dit zeer goed worden voor de productiehoeveelheid.

Voordelen

- zoals in case 1 is de mogelijkheid om manueel verder te stapelen wanneer een storing in het transportsysteem opduikt.
- Doordat de transportband in de hoogte is kunnen de werknemers er zonder problemen onderdoor lopen.
- De liftsystemen zijn vaste constructies maar nemen relatief weinig ruimte in beslag. Als deze stilliggen kunnen de werknemers ook erlangs passeren.
- Onderhoud aan de wikkelaars is gemakkelijk aangezien er veel plaats is om de wikkelaars uit het volledige extrusie-systeem te halen.
- De heftrucks hebben terug veel plaats om te bewegen binnen de afdeling om alle extrusie-machines te kunnen bedienen van grondstoffen, alsook lege kokers aanbrengen tot aan de operatoren.
- Makkelijk uitbreidbaar, transportbanden zijn geen al te grote kost en de route van de transportbanden kan rap aangepast worden.

Nadelen

- Scannen van bobijnen
- Hoe langer de bobijnen afzonderlijk getransporteerd worden des te meer kans op problemen. De loshangende garen aan de bobijnen kunnen blijven haperen en zo ergens aan vasthaken en opnieuw storingen veroorzaken.
- Er worden terug enkele vaste constructies geplaatst. Deze constructies kunnen misschien enkele bewegingen van operatoren of heftrucks reduceren.

Het scannen is momenteel een nadeel maar bij verder uitwerken van de scansystemen zou dit probleem moeten opgelost geraken. Bobijnen die stilliggen zijn beter te scannen dan bewegende bobijnen. Tegenwoordig zijn er al betere scanners en herkenningssystemen voor barcodes. Als deze worden verbeterd in de vestiging Balta ITC Tielst dan kunnen de fouten daar ook gereduceerd worden.

In het algemeen is dit een goede oplossing eenmaal het scanprobleem is opgelost. De voordelen wegen de nadelen ver uit.

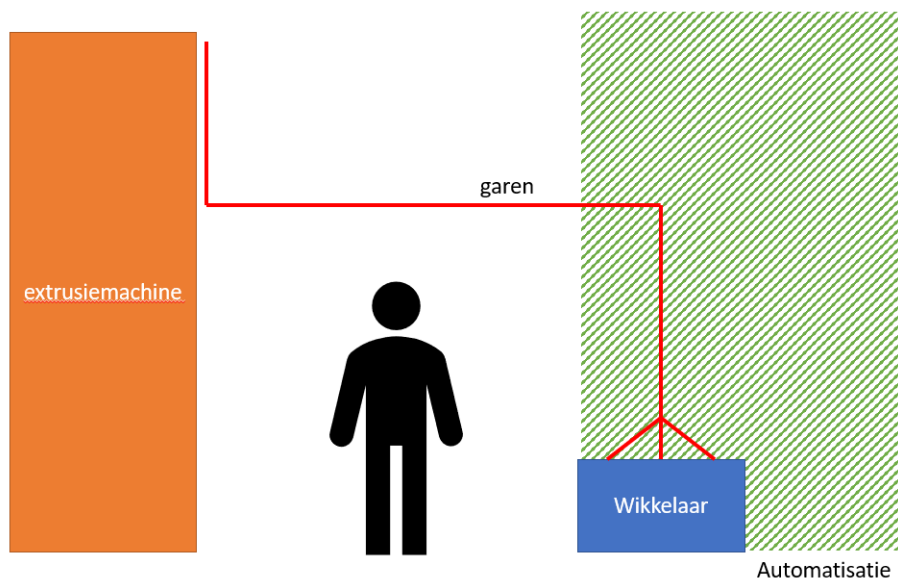
12 CASE 4 : VERPLAATSEN WIKKELAARS

Een voorstel van de afdelingsmanager is om de wikkelaars naar voor te plaatsen. Dit is een systeem dat wordt gebruikt bij sommige nieuwe installaties.

Na het textureren en versterken van de garen worden ze nu direct naar de wikkelmachine gebracht. Wat dan zou gebeuren is dat de garen eerst boven de werknemers worden geleid tot enkele meters verder waar de wikkelaar staat. Zo kan bij een eventuele breuk de operator nog steeds draden heropleggen en zo storingen verhelpen. Nu de wikkelaar verder staat kan de automatisatie de bobijnen rechtstreeks van de wikkelaar halen.

Er zullen geen sledes meer nodig zijn wat de veiligheid van de operatoren sterk verbetert. Als de wikkelaars afzonderlijk staan kan de automatisatie zo ontworpen worden dat het zelf lege kokers kan aanbrengen. Dit betekent dat de werklast van de operatoren nog meer verlaagd wordt.

12.1 Schema



Figuur 107: Schema case 4

12.2 Conclusie

Deze case zal niet verder uitgewerkt worden omwille van de complexiteit van het gegeven. Er zijn heel veel onbekende parameters die nog moeten getest worden zoals

- Kost van het verplaatsen wikkelaar?
- Is het mogelijk in de huidige afdelingsopstelling?
- Zijn er meer breuken door verplaatsing?
- Zijn de wikkelaars stabiel genoeg als ze alleen staan?
- Kunnen de arbeiders nog makkelijk aan de wikkelaar in geval van problemen?
- Maakt dit de automatisatie effectief makkelijker?

Door het testen van dit systeem zullen veel van deze parameters opgelost geraken en een verdere studie in deze case mogelijk zijn.

13 SLEDE ONTWERP

In dit hoofdstuk wordt het volledige proces besproken van het ontwerpen van de eventuele nieuwe sledes aan de wikkelaars.

13.1 Huidige sledes

Het huidige systeem duwt de afgewerkte bobijnen op een uitschuifbare slede. Deze slede gaat omhoog zodat de bobijnen hoger liggen voor de arbeider.



Figuur 108 : Huidige sledes aan wikkelaars

Omdat de sledes maar een halve meter hoog zijn blijven ze een veiligheid risico voor de operatoren.

De huidige sledes moeten vervangen worden om de bobijnen tot aan de geplande automatisering te brengen. Dit wordt gedaan omdat bewegende elementen inplannen waar operatoren in de buurt zijn zeer moeilijk is, tenzij met Cobots¹ gewerkt wordt.

13.2 Ontwerp vereisten

Doorheen het onderzoek zijn enkele vereisten opgekomen waar het nieuwe ontwerp moet aan voldoen.

- **Veiligheid** = Deze slede moet zo veilig mogelijk gemaakt worden. Dit is heel belangrijk want de arbeiders werken en bewegen waar deze sledes zullen bewegen. Dit houdt in dat genoeg visuele hulpmiddelen met eventuele fysieke beveiliging aanwezig moeten zijn.
- **Kostprijs** = Omdat deze slede op alle machines moet aangepast worden zal de kostprijs belangrijk zijn. Er zijn 42 wikkelaars in de afdeling. Als elke wikkelaar een nieuwe slede krijgt dan zal een kleine stijging in kostprijs een groot verschil zijn op de totaal kost.

¹ Cobots = (collaborative robot) is een robot die bedoeld is om samen te werken met mensen in een gemeenschappelijke werkomgeving.

- **Onderhoud** = Deze sledes moeten gemakkelijk te onderhouden zijn om een permanente werkzekerheid te kunnen garanderen. Als een slede in storing gaat dan kan deze wikkelaar niet meer verder produceren. De wikkelaars moeten ook systematisch onderhouden worden. Deze wikkelaar heeft een lengte van +/- 2m en moet loodrecht uit de Extrusiemachine getrokken worden. Deze wikkelaar staat op kleine wielen en er mogen dus geen grote oneffenheden in de grond zijn om een vlotte beweging te hebben.

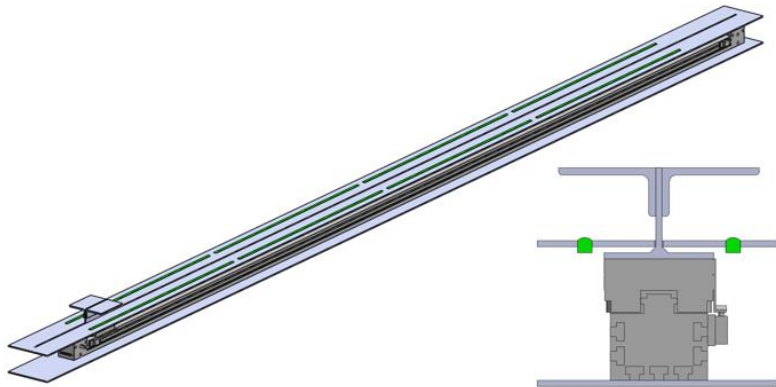
13.3 Ontwerp ideeën

De slede moet een systematische heen- en weerbeweging maken en altijd op zelfde locatie starten en stoppen. Om dit te garanderen is er een geleiding nodig. Deze geleiding mag niet in de weg liggen van de operatoren zodat er ze weinig kans bestaat om er over te vallen. De geleiding mag ook niet veel uitschieten om er opnieuw voor te zorgen dat de operatoren niet struikelen en om geen moeilijkheden te veroorzaken bij het uithalen van de wikkelaar.

Omdat de veiligheid heel belangrijk is moet de slede zo veilig mogelijk ontworpen worden. Hier zal gebruik gemaakt worden van lichten die de operatoren gemakkelijk zien. Er moet ook opgepast worden de volledige afdeling geen lichtshow wordt en de operatoren niet verward kunnen worden. Er moeten ook een fysieke veiligheid geplaatst zijn, want slede en bobijnen blijven laag over de grond bewegen.

Alles moet demonteerbaar blijven zodanig dat een onderhoud snel kan uitgevoerd worden en zo eenvoudig mogelijk gehouden worden zodat er weinig tijd verloren gaat.

13.4 Slede Ontwerp 1



Figuur 109: Slede ontwerp 1

Dit ontwerp heeft als hoofdelement een standaard beweegbare actuator. Deze actuator zal al het werk doen en wordt volledig in de grond geplaatst samen met de grondplaat. Op de bovenplaat is een gleuf voorzien om een wagentje (hfd. 13.8) aan vast te maken. De motor voor de actuator wordt aan de kant van de automatisatie geplaatst omdat zich daar al stroomvoorzieningen bevinden, inclusief een bedienings-PLC.

13.4.1 Veiligheid

Om de veiligheid van de operatoren te optimaliseren worden voor de slede zelf enkele maatregelen genomen.

Over de volledige de lengte worden er led strips voorzien die een bepaalde kleurcode krijgen voor een specifieke bewerking.

- Groen = Veilig
- Oranje (flikkeren) = Slede gaat binnenkort bewegen (PAS OP)
- Rood = Slede is aan het bewegen (VERBODEN ZONE)
- Blauw = Wikkelaar heeft kokers nodig

Er worden sensoren geplaatst die over de volledige lengte de omgeving controleren of er zich geen operatoren in het traject bevinden.

13.4.2 Onderhoud

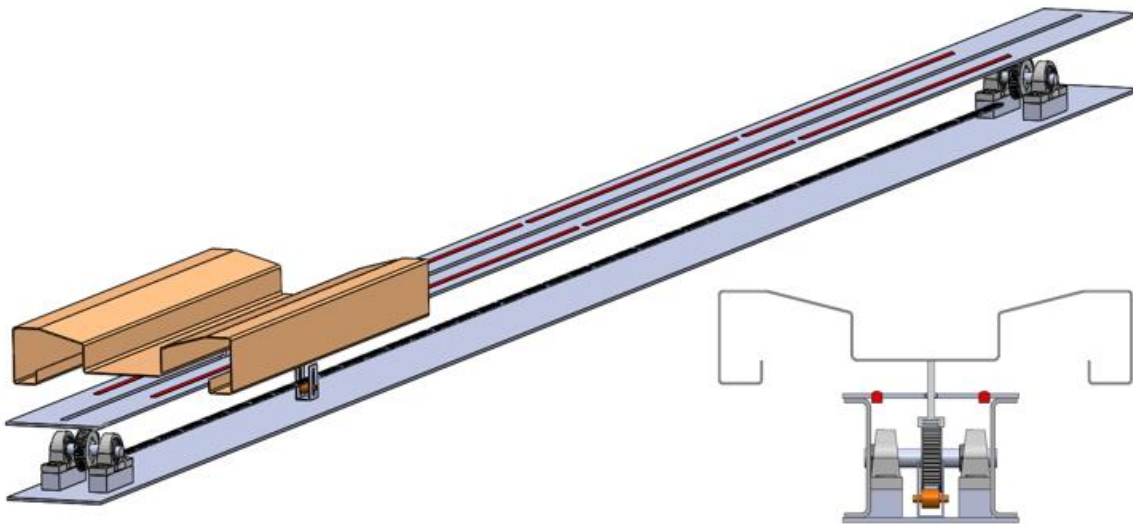
Alles wordt zo ontworpen dat niet het volledige systeem uit de grond moet gehaald worden. Er is een systematische demontageplan voorzien die stuk voor stuk elementen verwijderd. Eerst wordt het wagentje verwijderd van de slede zodat de volledige boven-plaat vrijkomt en het binnenwerk vrij komt om te controleren of alles nog OK is.

Er worden borsteltjes voorzien in de gleuf zodanig dat garen niet naar de fijne actuator kan gaan. Er worden ook borstels geplaatst rond het wagentje dat op de slede zit.

13.4.3 Kracht overdracht

Het volledige gewicht en extra krachten op het systeem worden volledig opgenomen door de geleidingssystemen van de actuator en zo wordt de grootte van de actuator bepaald.

13.5 Slede Ontwerp 2



Figuur 110: Slede ontwerp 2 met spanrol

Dit ontwerp gebruikt een eigen ontworpen tand-riem systeem. Hier ligt de focus om de kostprijs zo laag mogelijk te houden. Dit ontwerp verschilt niet veel van slede 1. Veiligheid en onderhoudsregels blijven dezelfde. Het grootste verschil is kostprijs van het volledige systeem.

Omdat hier geen vast geleidingssysteem aanwezig is moeten er enkele extra geleidingswielen geplaatst worden.

13.5.1 Kracht overdracht

De grootste krachtoverdracht zal gebeuren naar wielen die aan het wagentje gemonteerd worden. Deze wielen zullen speciale anti-draadwielen zijn om voor een langere levensduur te zorgen.



Figuur 111: Antidraad wielen

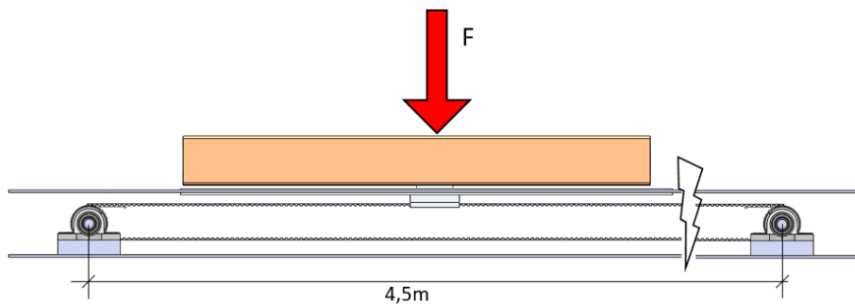
Er zullen ook geleidingswielen nodig zijn om het hele systeem stabiel te maken, want een riemverbinding is flexibel wanneer deze niet volledig onder spanning staat. Deze geleidingswielen staan in en rond de gleuf

13.6 Berekeningen

De volgende berekeningen worden gedaan voor slede ontwerp 2. Er wordt gezocht welke soort tandriem en motor de installatie zal nodig hebben om te kunnen werken.

13.6.1 Beschrijving

Een wagentje wordt heen en weer gebracht aan de hand van tandwiel en tandriem-verbinding. Het volledige gewicht van de producten en het wagentje (oranje) worden opgenomen door wielen die onder het wagentje over een metalen plaat bewegen. Het riem-tandwielstelsel is dus zo goed als vrij van radiale krachten.



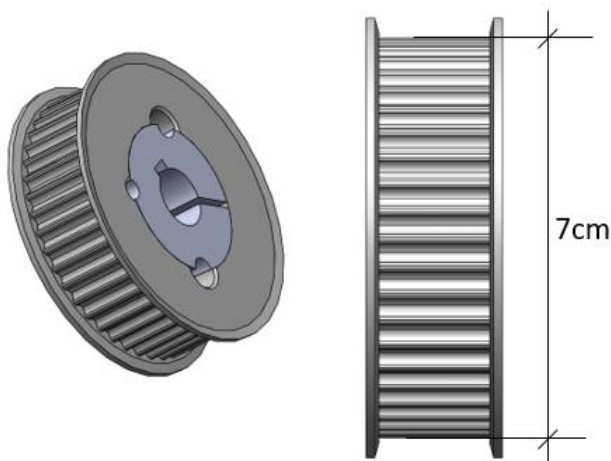
Figuur 112: Schema krachtenverdeling slede

Gegevens

Gewichten: product = 18 kg (3x6kg bobijnen)
Wagentje = 1,5 kg
Bescherming op wagentje = 1,5kg
Varia (bouten, geleidingswielen, drukbalg) = 0,5 kg
Riem = +/- 40g/m = 40x9m = 360 g

De afstand die het wagentje moet afleggen is 4,5 m. Om een vlotte werkomgeving te verzekeren moet het wagentje binnen de 30 seconden heen en weer gegaan zijn.

Gegevens tandwiel (100g , diameter 70mm , dikte 15mm). Er wordt gebruik gemaakt van een Taperlock om de krachten over te zetten.



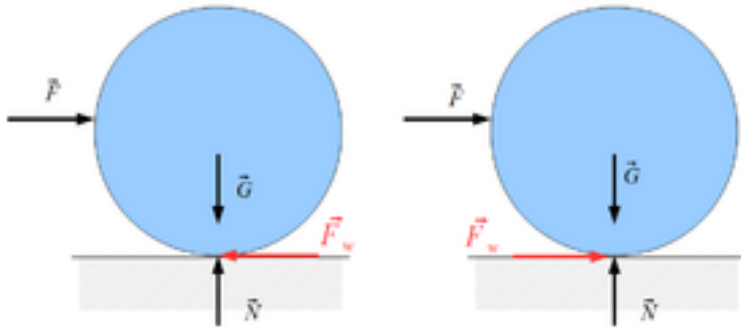
Figuur 113: Tandwiel met taperlock

Riemverbinding

Er wordt hier gekeken hoeveel kracht de tandriem zal moeten overzetten op de as. De bekomen kracht zal bepalen of de momenteel gekozen riem sterk genoeg is. Totaale gewicht dat de wielen moeten opnemen.

$$G = 18 + 1.5 + 1.5 + 0.5 = 21,5 \text{ Kg}$$

$$\vec{G} = \overrightarrow{\text{Gravitatie}} * G = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 21,5 \text{ Kg} = 210,9 \text{ N}$$



Figuur 114: Krachtenverdeling op een wiel

Wrijvingscoëfficiënt tussen PA wiel en staal is $\mu = 0,6$ (statisch) en $0,5$ (dynamisch) gehaald uit het blauw boekje voor metaaltechnologie[10].

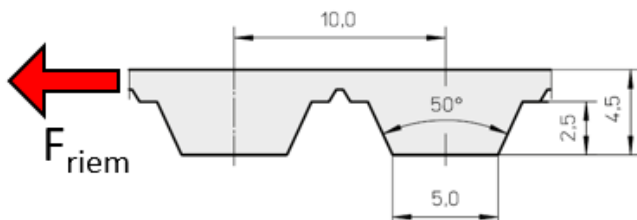
$$\vec{F}_w = \mu * \vec{G} = 0,6 * 210,9 \text{ N} = 126,5 \text{ N}$$

De te overwinnen kracht om het systeem in beweging te krijgen is $126,5 \text{ N}$

Deze kracht wordt rechtstreeks overgebracht op de riem door de boutverbindingen. Dit is dus de kracht die de riem zal ontvangen.

Gekozen riem : PowerGrip® GT 5MR-15-30m-ST zal sterk genoeg zijn omdat dit een zeer lage kracht is en de tandriem versterkt is met stalen trekdraden.

$$F_{\text{riem}} = 126,5 \text{ N}$$



Figuur 115: Tandriem gegevens

Motor berekeningen

De momenteel gekozen motor EMMT-AS-60-L-LS-RS van Festo is de standaard motor voor de lineaire actuator (ook van Festo). Hier wordt gecontroleerd of deze motor sterk genoeg is.



Figuur 116: Festo Motor

De rotor inertie is $0,403 \text{ Kg.cm}^2 = 0,0000403 \text{ Kg.m}^2$

Totale inertie

De inertie van het gewicht (bobijnen) moet berekend worden. Dit zal gedaan worden volgens de stelling van Steiner.

$$I_{z'} = I_z + d^2 * m$$

We veronderstellen het gewicht (bobijnen) als een cilinder met een holte in het centrum. Met afmetingen buitendiameter = 280 mm en binnendiameter = 72 mm. [10]

$$I_{z'} = \frac{\pi}{64} * (0.28^4 - 0.072^4) + d^2 * m$$

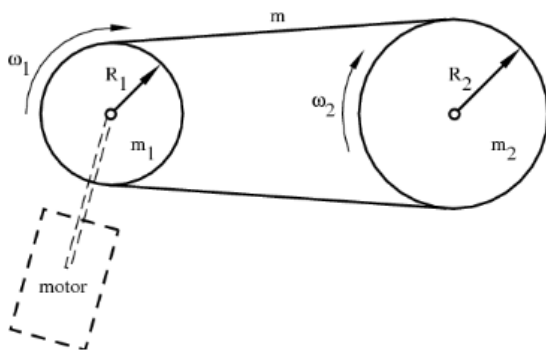
Uit de tekeningen kan afgeleid worden dat de afstand tot de draai-as van het centrum van de bobijnen gelijk is aan $280/2 + 100 \text{ mm} = 240 \text{ mm}$

$$I_{z'} = \frac{\pi}{64} * (0.28^4 - 0.072^4) + 0.24^2 * 18 \text{ kg} = 1.04 \text{ kg.m}^2 = I_{\text{gewicht}}$$

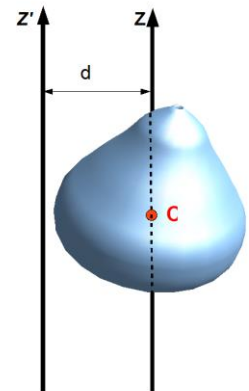
De inertie van het volledige tandwielsysteem. [11]

$$J_{eq} = mR_1^2 + \frac{m_1 R_1^2}{2} + \frac{m_2 R_2^2}{2} + I_m + I_{\text{gewicht}}$$

$$J_{eq} = 0.36 * 0.035^2 + \frac{0.1 * 0.035^2}{2} + \frac{0.1 * 0.035^2}{2} + 0.0000403 + 1.04 = 1.0406 \text{ kg.m}^2$$



Figuur 118: Figuur inertie berekeningen riem verbinding



Figuur 117: Voorstelling stelling van steiner

Versnelling

Afstand die moet afgelegd worden is 4,5m en dit in een tijd van 30 seconden.

$$\text{Snelheid} : \vec{v} = \frac{4,5 \text{ m}}{30 \text{ s}} = 0,15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Acceleratie : In 2 seconden moet de slede aan zijn maximum snelheid 0.15 m/s zijn.

$$\vec{a} = \frac{v}{t} = \frac{0,15}{2} = 0,075 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Er moet rekening gehouden worden met de diameter van het tandwiel, dit geeft

$$\frac{d\Omega}{dt} = \frac{\vec{a}}{d} = \frac{0,075 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,07 \text{ m}} = 1,07 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

Askoppel

$$T_a = J_{eq} * \frac{d\Omega}{dt} = 1,0406 * 1,07 = 1,113 \text{ Nm}$$

Benodigde askoppel van de motor is 1.1 Nm. De gekozen motor kan een draaikoppel van 1.6 Nm aan dus deze motor is goed gekozen.

Koppel taperlock

Hoeveel koppel zal de taperlock moeten overbrengen en is de momenteel gekozen taperlock genoeg of moet er een spiegleuf voorzien worden?

$$T = T_{\text{statisch}} + T_{\text{dynamisch}}$$

$$T = F_w * d + 1,113 \text{ Nm} = 176,5 \text{ N} * 0,07 \text{ m} + 1,113 \text{ Nm} = 13,46 \text{ Nm}$$

De gekozen Fenner taper lock 1215-20 heeft een aanspankoppel van 20 N en zal dus sterk genoeg zijn om het koppel over te brengen.



Figuur 119: Taperlock

13.7 Kostprijsberekening

Deze berekening wordt gedaan als de sledes volledig worden samengesteld en getest binnen Balta.

Er zijn enkele componenten waar geen kostprijs kan vastgesteld worden zonder het volledige ontwerp én bijhorende offertes van bedrijven.

Hiervoor is een schatting gemaakt.

Slede 1

<u>Naam</u>	<u>productnaam en bedrijf</u>	<u>Aankoopprijs</u>	
Actuator 4,5m	Festo / ELGA-TB-G-70-4500-0H	703,86	
dekplaten	LIMSTRADE / metaalshop	226,4	
bijhorende	Bouten en moeren	50	geschat
Motor	Festo / EMMT-AS-60-L-LS-RS	520	
rest metaal	LIMSTRADE / metaalshop	100	geschat
rest metaal	LIMSTRADE / metaalshop	100	geschat
ledlampen	LedProfiel / LP-NOVA16-RS-1M-RAW	102,24	
LASERSnijden	bovenplaat lasersnijden +/- 1€ /min	110	geschat
Totaal		1912,5	
Totaal + BTW		2314,125	

Bij 42 wikkelas toegepast = totaalprijs **97193 € ***

Slede 2

<u>Naam</u>	<u>productnaam en bedrijf</u>	<u>Aankoopprijs</u>	
riemschijf	OPTIBELT / HTD tandriemschijf	37,8	
Taperlock	FENNER / taperlock -Metrisch- 1215-20	22,8	
Tandriem	GATES / Powergrip GT-5MR-15 (30m)	6,67	
Motor	Festo / EMMT-AS-60-L-LS-RS	520	
lagerhuizen	INA / PASE20-XL-N	176,56	
Klempaten	OPTIBELT / klemplaat CP-5M	30,48	
dekplaten	LIMSTRADE / metaalshop	226,4	
rest metaal	LIMSTRADE / metaalshop	100	geschat
geleidingswielen	IMAO / guide rollers	20	geschat
bijhorende	bouten en moeren	50	geschat
ledlampen	LedProfiel / LP-NOVA16-RS-1M-RAW	102,24	
LASERSnijden	bovenplaat lasersnijden +/- 1€ /min	110	geschat
Totaal		1402,95	
Totaal + BTW		1697,57	

Bij 42 wikkelas toegepast = totaalprijs **71298 € ***

* In deze berekeningen zitten niet; kostprijs van het wagentje, transport en montage uren.
 Alsook de kost die zal nodig zijn om alle gleuven te maken in de werkvloer van de afdeling.
 Deze kosten zullen in alle gevallen hetzelfde blijven.

13.7.1 Prijsvergelijking

Verschil van 1 slede is $2314,16 - 1697,57 = 616\text{€}$

Voor de volledige afdeling komt dit neer op 25 900 €

13.7.2 Verschil in slede systemen.

Het prijsverschil is niet het enige dat de 2 systemen uit elkaar haalt.

De onderhoudsvriendelijkheid en werkzekerheid zijn ook belangrijke parameters.

- **Slede 1 :** Door de standaard actuator is het monteren en demonteren van het volledige systeem zeer gemakkelijk. Aangezien alles ingesloten is zal onderhoud minimaal zijn. Garen hebben heel weinig kans om in het actuatorsysteem te geraken.
- **Slede 2 :** Dit ontwerp heeft meer werk in het installeren van de riemverbinding aangezien alles nog zelf moet gealigneerd worden. Hier is ook meer onderhoud nodig om alle lagers te controleren op genoeg smering en of er zich te veel garen tussen het systeem bevindt.

13.8 Wagentje

Bovenop de slede is een wagentje bevestigd. Dit wagentje zal de bobijnen opvangen en dragen tijdens de verplaatsing. De vorm van dit wagentje hangt sterk af van het systeem dat de bobijnen zal opnemen bij de automatisatie.

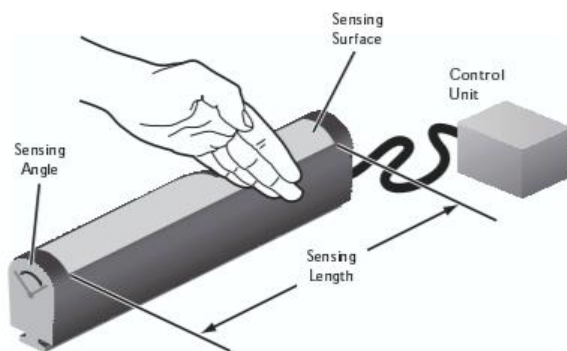
Hiervoor zijn enkele ontwerpen gemaakt als basis voor verdere ontwerpen.

13.8.1 Veiligheid

Persoonsveiligheid

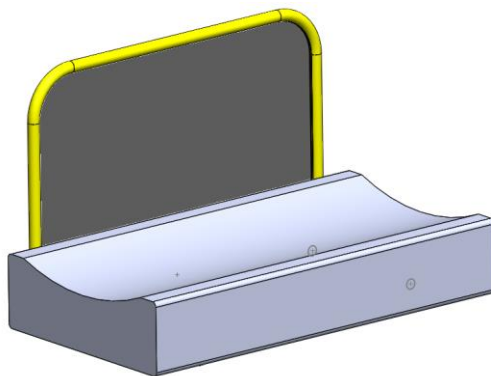
Om er voor te zorgen dat er geen ongelukken gebeuren worden er enkele veiligheden geplaatst op het wagentje.

- Drukbalg = Dit is een balg die rond het wagentje wordt geplaatst. Eenmaal deze wordt ingedrukt zal een signaal het wagentje doen stoppen of terugkeren.[12]



Figuur 120: Werking drukbalk

- Hek op wagen = Om er voor te zorgen dat de operatoren niet over de wagentjes beginnen te lopen terwijl deze bewegen wordt er een hek geplaatst op de wagentjes. Dit hek zal langs de rechterkant geplaatst zijn want daar is er plaats en het hek zal ook maar +/- 0,5m hoog zijn.



Figuur 121: Wagentje met beveiliging hek

- Sensoren = in hoge nood kunnen ook beweging sensors geplaatst worden om het systeem te laten stoppen wanneer een operator in de werkzone wandelt. Dit kan nadelig zijn aangezien de operator wel lege kokers moet aanbrengen en zo altijd wel ergens in de weg zal lopen van de wagentjes.

Machine beveiliging

- Bescherming borstels = deze borstels worden onderaan de wagentjes gemonteerd om ervoor te zorgen dat er minder vuiligheid binnen het systeem kan komen.

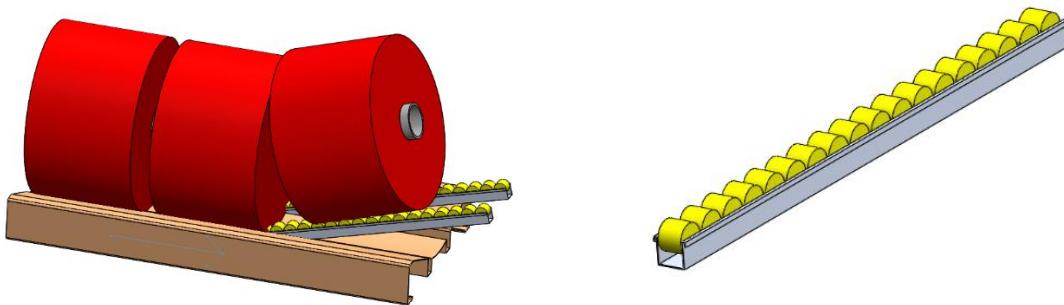


Figuur 122: Bescherming borstels

13.8.2 Ontwerp 1

Dit ontwerp heeft vooral de focus dat de bobijn altijd in het midden van het wagentje belandt. De bobijn zal dan over rollenlijn passeren om zo alles af te geven aan de toekomstige automatisatie.

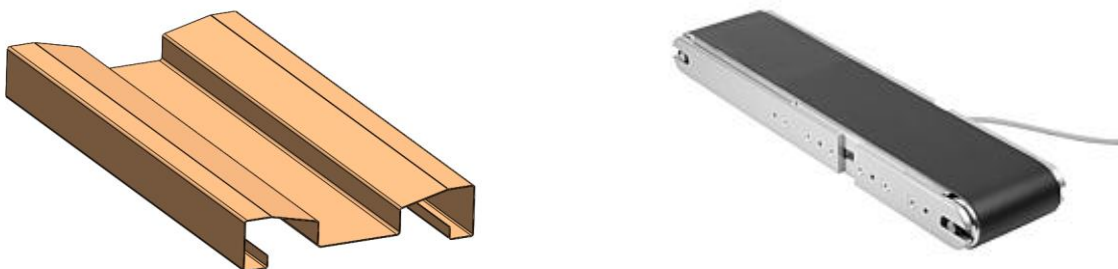
Het wagentje zal over de rollenlijn passeren en zo de bobijnen op de rollenlijn duwen. De rollenlijn kan hier ook horizontaal geplaatst worden indien dit mogelijk is.



Figuur 123: Werking rollenlijn wagentje ontwerp (rechts) 1 & rollenlijn (links)

13.8.3 Ontwerp 2

Dit ontwerp heeft de focus om zo weinig mogelijk wrijving te hebben met het deel waar de bobijnen worden opgeschoven. Hier zal een beweegbare band de bobijnen meenemen terwijl het wagentje onder het systeem beweegt.



Figuur 124: Wagentje ontwerp 2 (links) & kleine transportband (rechts)

14 EIND CONCLUSIE

Doorheen het onderzoek zijn vele parameters en voorwaarden aan het licht gekomen. Enkele hiervan zijn uiteraard belangrijker dan andere. Een voorbeeld hiervan is de bedrijfszekerheid van de productie. Een storing in de automatisatie is onwaarschijnlijk maar kan zeker voorkomen; de tijd die nodig is en de expertise om deze storing op te lossen is van groot belang. Dit zal dan een grotere invloed geven op deze eindconclusie. Om een goede conclusie worden nog eens alle voor en nadelen van elke case kort herhaald.

Case 1: AGV/AMR

Voordelen

- **Geen bobijnen scannen**
- **Weinig vaste plaats inname**
- Kokers aanbrengen makkelijker
- **Manueel stapelen mogelijk (bij storing)**
- Eén centrale pallet locatie
- Industrie 4.0
- Snel aanpasbaar

Nadelen

- **Duur**
- Machine vloer moet verbeteren
- Specifieke opleiding nodig (voor ingenieurs)

Case: 2 transportbanden

Voordelen

- **Geen bobijnen scannen**
- 2 à 3 centrale pallet locaties
- Relatief simpele sturing

Nadelen

- **Veel vaste plaats inname**
- **Geen manuele stapeling mogelijk**
- Kokers aanbrengen moeilijk
- Benauwde werkomgeving
- **Storing is groot probleem**

Case 3: Hoogte transportband

Voordelen

- **Weinig vaste plaats inname**
- Kokers aanbrengen makkelijk
- **Manueel stapelen mogelijk (bij storing)**
- twee centrale pallet locaties
- onderhoud aan machines makkelijk

Nadelen

- **Bobijnen scannen**
- **Bij storing grote delen onder invloed**

Case 4 wordt volledig buiten beschouwing gelaten omdat hier niet genoeg data is van verkregen.

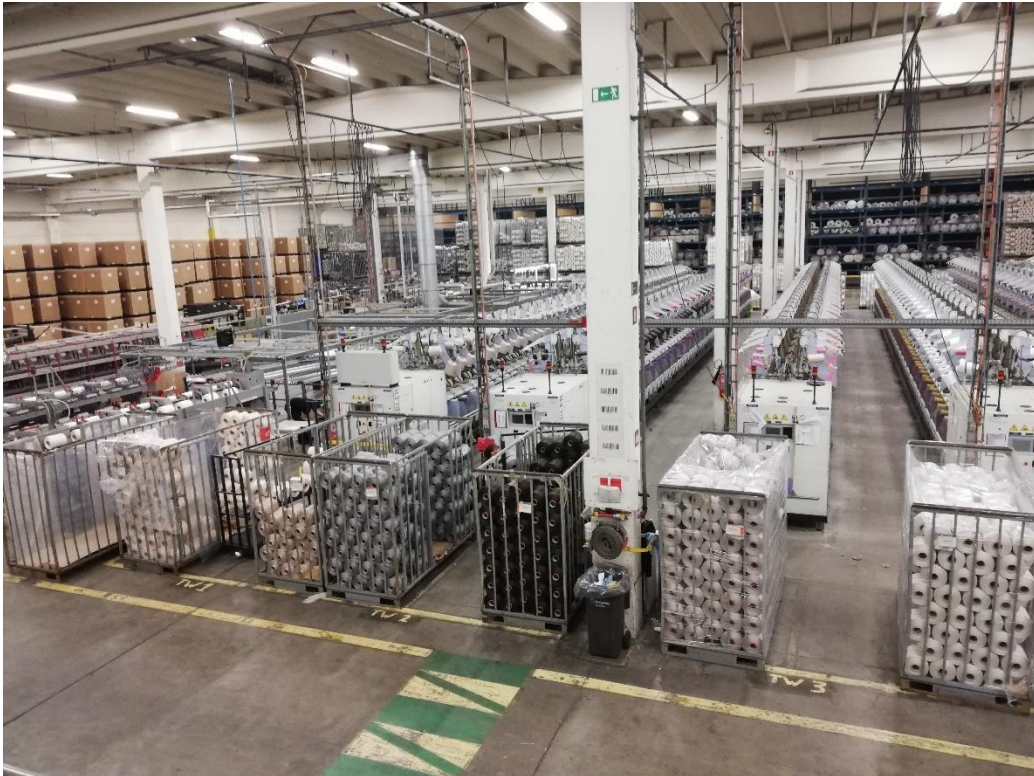
Zoals de zaken nu zijn en de voor- en nadelen te vergelijken is de meest ideale case volgorde 1,3 en 2. Hier is vooral gerekend met de mogelijkheid om storingen snel te verwerken.

De afdeling in 2-tal zones verdelen is zeer interessant gebleken uit dit onderzoek.

Het is aan Balta of een extern bedrijf om te kiezen of een van deze cases verder wordt uitgewerkt. Deze studie heeft al enkele pijnpunten blootgelegd maar het wil niet zeggen dat deze cases de enige oplossingen zijn.

DEEL 2 HEATSET

Binnen deze afdeling worden garen van de Extrusie-afdeling verwerkt tot bruikbare draden voor verdere productie. Dit gebeurt in verschillende stappen kabbleren, rusten en heatsetten.



Figuur 125: Heatset afdeling

1 PRODUCTIEPROCES

De garen die uit de productie komen kunnen nog geen draden genoemd worden. Dit omdat verschillende kleine draadjes nog heel los zijn van elkaar en zo een kleine sterkte en volume hebben. Om dit te verbeteren worden deze garen nog onderworpen aan het heatset proces.



Figuur 126: Garen uit extrusie afdeling

1.1 Kabbleren

De bobijnen komen binnen bij de kabblage-machines, dit per kwaliteit per machine. deze machine ontrolt twee bobijnen en twist beide garen tot een nieuwe draad. Deze draad wordt dan terug gewikkeld tot een nieuwe bobijn .dit wordt gedaan om een sterkere draad te bekomen.

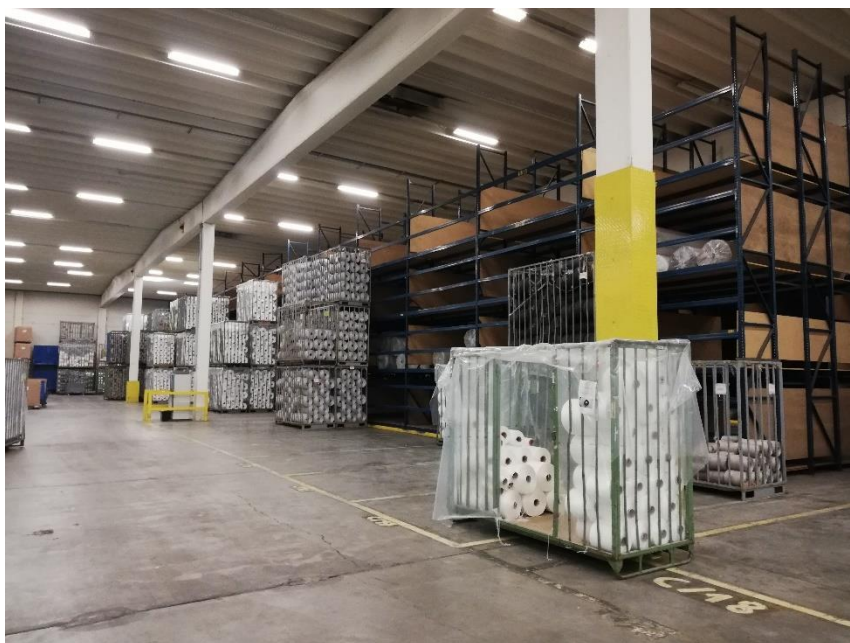
De getwiste draden kunnen van dezelfde kwaliteit zijn of uit 2 verschillende kwaliteiten/kleuren bestaan.



Figuur 127: Kabblage machine

1.2 Rusten

De nieuwe bobijnen moeten voor enkele dagen rusten. Dit om de draden tijd te geven om zich wat uit te plaatsen rond elkaar dat zal later voor een betere hechting geven tijdens het heatset proces.



Figuur 128: Rust magazijn

1.3 Heatsetten

Het twisten van de draden is nog niet genoeg omdat ze nu nog heel makkelijk terug kunnen ont-twisten. Om dit tegen te gaan worden alle bobijnen onderworpen aan een headset proces.

Heatsetting is een thermisch proces die plaatsvindt in een stoomatmosfeer of een droge hete omgeving. Het effect van het proces geeft vezels, garens of weefsel dimensionale stabiliteit en andere gewenste eigenschappen zoals een hoger volume, kreukbestendigheid of temperatuurbestendigheid. Dit alles om latere processen eenvoudiger te maken.



Figuur 129: Heatset machine

Heatsetting zorgt ervoor dat de twist die gelegd is tijdens het kabblen vast blijft zitten. Dit zorgt er voor dat tijdens verdere processen geen problemen ontstaan door het ont-twisten van de draad. Tijdens het proces wordt dus niet alleen het verminderen van torsie, maar ook de stabilisatie of fixatie van de vezeldraad verkregen maar ook de draaistabilisatie als stabilisatie van het fries-effect zijn resultaten van het headset proces. Heatsetting zorgt er vaak voor dat synthetische vezels ook aan volume winnen. Deze volumegroei wordt gewoonlijk omschreven als "bulkontwikkeling". Alle processen waarbij temperatuur en/of vocht wordt gebruikt om textiel een van de bovengenoemde eigenschappen te geven, staan bekend als heatsetting [13].

1.3.1 Heatset proces

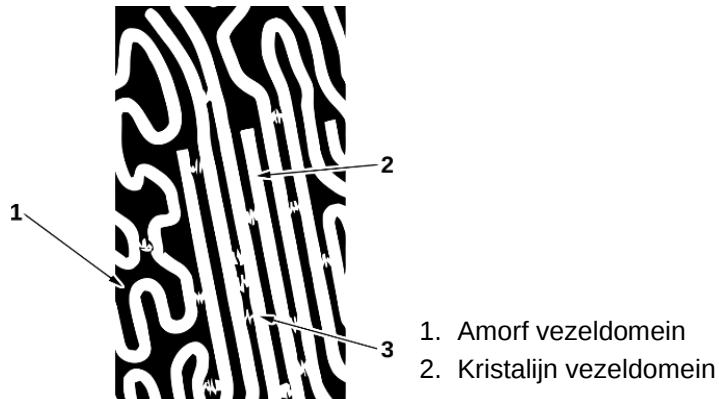
Binnen Balta Sint-Baafs-Vijve wordt alleen gewerkt met synthetische vezels.

Synthetische vezels kunnen worden onderverdeeld in twee vezeldomeinen, het kristallijne (georganiseerde) domein en het amorf (ongeorganiseerde) domein. Het kristallijn domein van de vezels zorgt voor de sterkte van de vezel. Als er spanning op de vezel wordt uitgeoefend, belemmeren inwendige krachten het breken van de vezel.

Daarentegen werken de amorf vezeldomeinen als schakels van de vezels. Ze zijn verantwoordelijk voor de buigsterkte van de vezels. Bovendien maken de amorf vezeldomeinen het mogelijk dat water of kleurstof binnendringt.

Eigenschappen van amorphe en kristallijne vezeldomeinen

Tijdens het stomen zorgt de verwarming van de vezel er voor dat de moleculen gaan oscilleren. De toename van oscillatie kan worden beïnvloed door de mate en de periode van verwarming, lost de elektrische bindingskrachten in de vezel op; eerst in de amorphe domeinen, later in de kristallijne en tenslotte in de polymeren. Tijdens het drogen of afkoelen van de vezel worden de bindkrachten opnieuw opgebouwd zonder inwendige spanningen te veroorzaken.



Figuur 130: Kristalstructuur synthetische vezels

1.4 Wikkelen

Na het heatset proces moeten de draden terug opgerold worden tot bobijnen. Zodanig dat deze terug kunnen gebruikt worden in de verdere productie.



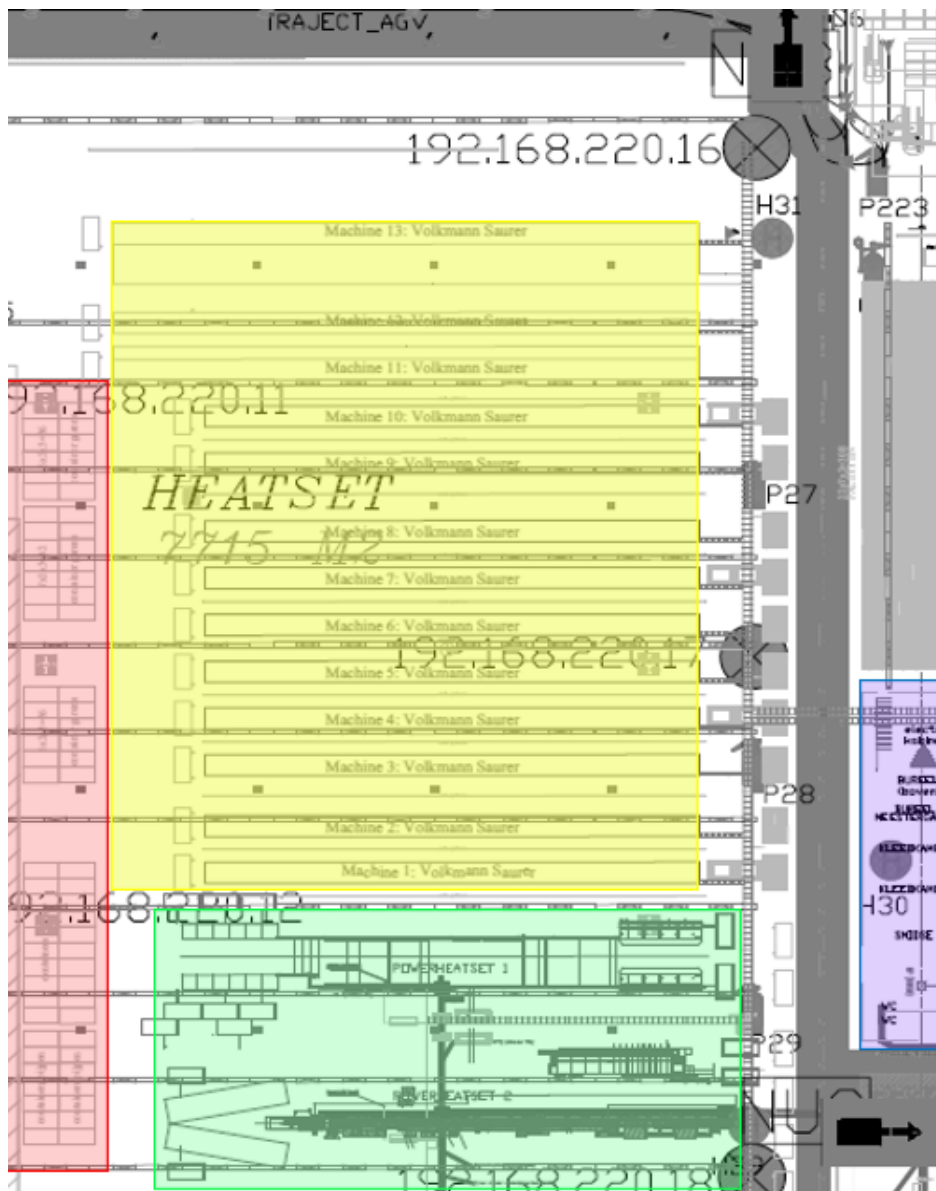
Figuur 131: Na heatset wikkel machine

2 INDELING HEATSET AFDELING

Binnen de heatset afdeling staan 2 soorten machines. De powerheatset machines (**Groen**) worden gebruikt om de bobijnen te heatsetten zoals zonet uitgelegd in het productieproces. Hiervan staan er 2 machines in de afdeling. Naast de heatset machines staan er ook 13 kabblage machines (**Geel**). Hier staan ook 2 verschillende soorten machines. Machine 11,12 en 13 zijn groter. Het enige verschil met de kleinere machines is dat zij meer bobijnen kunnen produceren dan de kleinere kabblage machines. Voor de rest doen zij het identieke werk.

Er is ook een groot grondmagazijn (**Rood**) voorzien. Daar rusten de bobijnen na het kabbleren. In dit magazijn staat er voor ongeveer 5 tot 7 dagen tussenstock van bobijnen in containers.

In deze afdeling staan ook enkele extra lokalen (**Blauw**) die men ook in andere afdelingen terugvindt. Zoals bureaus , kleedkamers , onderhoudsdienst, refter enz. .



Figuur 132: Plattegrond heatset afdeling

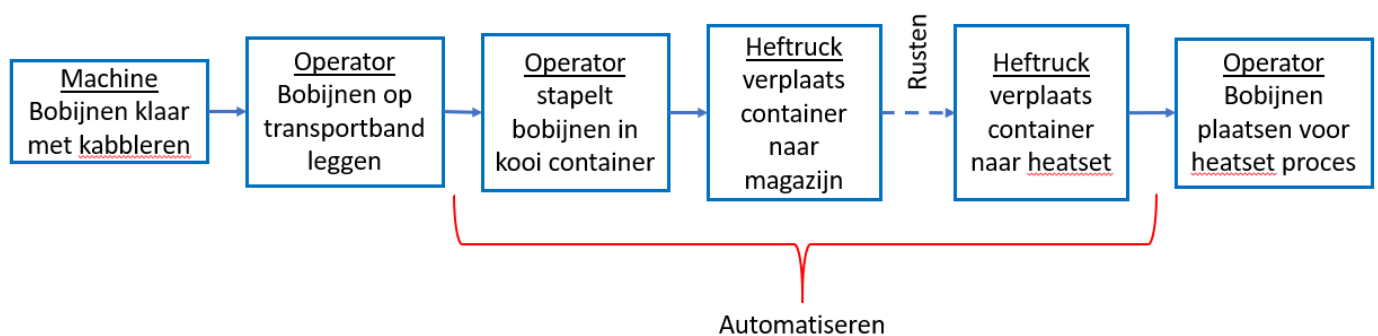
3 PROBLEEMSTELLING IN DE HEATSET AFDELING

Wanneer de bobijnen klaar zijn met kabblen worden deze op een transportband gelegd in de kabblage machines. Deze bobijnen worden dan manueel door een operator in een kooicontainer gelegd. Een heftruck haalt de volle containers op, weegt ze en plaatst deze container dan op het grondmagazijn. Na de rusttijd brengt de heftruck deze containers dan naar de heatset machines voor verdere verwerking.

De heftruck wordt nu bediend door een operator voor het transport van de goederen binnen de afdeling. Deze taken kunnen worden overgenomen door de meestergast aangezien er niet zo veel werk is om de containers te verplaatsen naar het magazijn. Dit zou een stuk kost-efficiënter zijn voor de afdeling.

De operators die de afgewerkte bobijnen van de kabblage machines in de containers leggen hebben veel rugklachten. De bobijnen wegen nu ongeveer 10kg. Als er met dit gewicht veel moet gebukt en gehoffen worden ontstaan er zeker rugklachten, zelfs met de juiste ergonomische bewegingen. Om de arbeidsongevallen door rugklachten te verminderen wil men dit proces automatiseren.

Kort samengevat wil men dat de volledige achterkant van de afdeling operator-vrij maken. Dat wil zeggen een automatisering om de bobijnen van de kabblage machines op paletten of containers brengen. Daarnaast ook een automatisatie voorzien om de volle containers/paletten van en naar het magazijn en headset te brengen. Daarnaast kan men ook de tussenstock in het magazijn reduceren tot 3 dagen.



Figuur 133: Blokschema procesbeschrijving heatset

3.1 Opdracht

Binnen deze afdeling moet gezocht worden naar mogelijkheden om het achterste deel van de afdeling te automatiseren. Hiervoor moeten enkele mogelijkheden aangebracht worden om zo Balta een keuze te laten maken.

Daarnaast moeten ook partners gezocht worden binnen België om deze automatisatie uit te voeren. Eventueel zelf al een mechanisch ontwerp aanleveren is één van de opties.

Alle voorstellen worden terug 'cases' genoemd net zoals in het eerste deel.

4 EXTERNE SUGGESTIES

Voor deze probleemstelling werd al een voorstel gedaan door een extern bedrijf, nl. PRIMON Automazioni uit Italië.

4.1 PRIMON automazioni



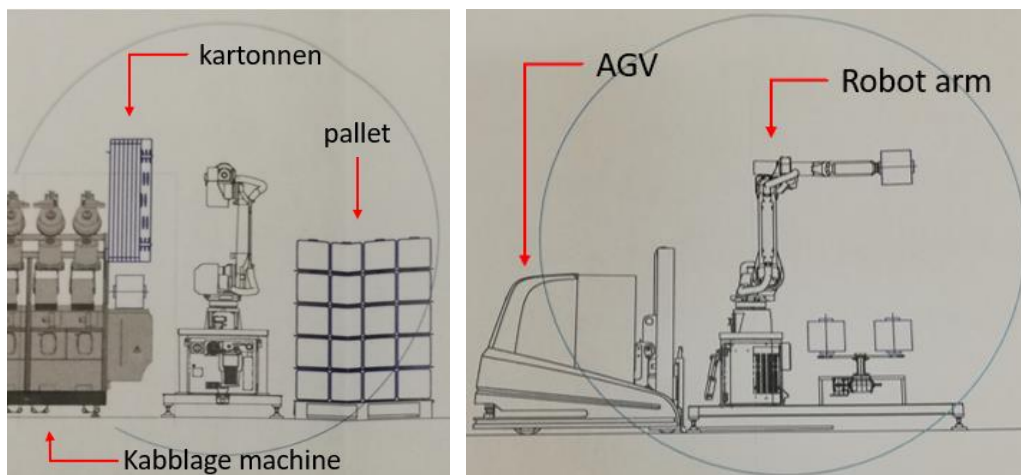
Figuur 134: Logo Primon Automazioni

PRIMON is een Italiaans bedrijf opgericht in 1970 en doorgegeven van vader op zoon. Met de overname heeft het bedrijf zijn focus verlegd naar het ontwerpen en vervaardigen van handling-, assemblage- en testmachines en -systemen. Doorheen de jaren heeft PRIMON de 'know-how' verkregen in vele industriële sectoren zoals kranen, ventielen, wielen en steunen voor rijtuigen, handgrepen en sloten alsook in de textielsector [14]

Voorstel

PRIMON heeft een machine in ontwikkeling om bobijnen van een kabblage-machine op paletten te plaatsen. Hiervoor gebruikt men een mobiele unit met een robot arm.

Een AGV brengt de mobiele unit naar de kabblage-machine. Wanneer de mobiele unit zijn referenties neemt zal de AGV een lege palet naast de mobiele unit plaatsen alsook een palet met meerdere tussenkartonnen.



Figuur 135: Voorstel Primon : Robotarm

Eenmaal alles klaarstaat zal de robotarm een bobijn plaatsen op de paletten alsook aanbrengen van de nodige tussenkartonnen. Deze tussenkartonnen hebben voorgemaakte gaten waar de bobijnen in kunnen gezet worden. Dit zorgt er voor dat de bobijnen rusten op de garen zoals uitgelegd in hfd. 8. Op de robotarm is een camera geplaatst om het midden van de kokers te vinden zodat een grijper deze kan nemen. Op de arm is ook een zuignapsysteem voorzien om de tussenkartonnen te nemen en op de bobijnen te leggen. De AGV zal ondertussen zijn randtaken uitvoeren zoals, volle paletten naar de headset brengen, paletten wegen, aanbrengen van tussenkartonnen en opladen.

5 VAN KOOICONTAINER NAAR PALETTEN

Binnen de afdeling worden er geen paletten gebruikt. Als men met dit soort systeem verder wil doen moet er onderzocht worden of paletten voldoende laadcapaciteit hebben als de kooicontainers om in de afdeling te gebruiken.

De kooicontainers hebben een capaciteit van ongeveer 100 bobijnen. Terwijl een palet met 4 rijen van bobijnen een capaciteit heeft van 36 bobijnen. Wat wil zeggen dat 1 kooicontainer zal moeten vervangen worden door 2 paletten. Deze paletten kunnen op elkaar gestapeld worden tot max 2 hoog om stabiliteit te behouden. In vergelijking met de kooicontainers die men nu naast elkaar kan zetten in het magazijn en tot 3 hoog kan stapelen zal men bij het gebruik van paletten meer ruimte in het magazijn nodig hebben.

Het stapelen van paletten in een stapelrek gemaakt voor paletten word liever niet gedaan aangezien dit een vaste constructie is en dat wil de productie verantwoordelijke zo veel mogelijk vermijden.

Aangezien er 2 paletten op elkaar worden gezet in het magazijn en per palet verplaatst worden door een AGV zal er moeten gebruik, gemaakt worden van een Automated forklift vehicle (AFV) om automatisch stapelen mogelijk te maken. AFV is een AGV maar in heftruck vorm. Het bedrijf PRIMON kwam eveneens tot dezelfde conclusie.



Figuur 136 : Automated forklift vehicle (AFV)

Een bijkomend objectief van deze opdracht is om de tussenstock in het magazijn te reduceren. Dat wil zeggen dat er meer plaats is op de grond om niet-gestapelde paletten te plaatsen.

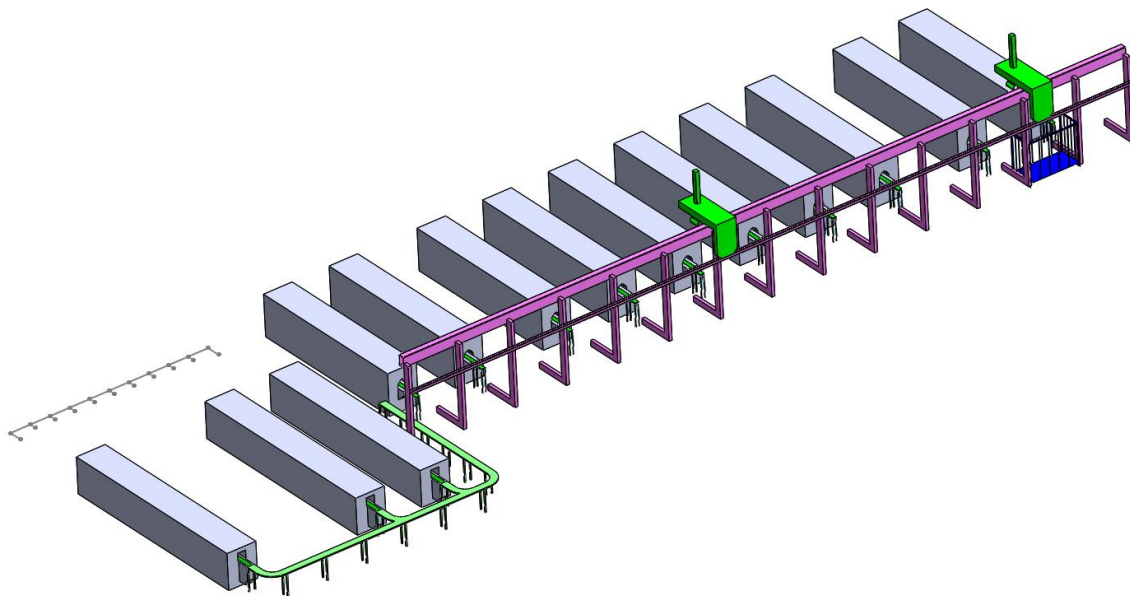
Het bedrijf PRIMON is dit nagegaan met de huidige productiegegevens van de afdeling en is tot conclusie gekomen dat er genoeg plaats is om zelfs alle volle paletten op de grond te plaatsen. Om zeker te zijn worden het best de paletten op elkaar geplaatst om een beter onderscheid kunnen maken uit verschillende productie batchen.

6 CASE 1 : NEUENHAUSER

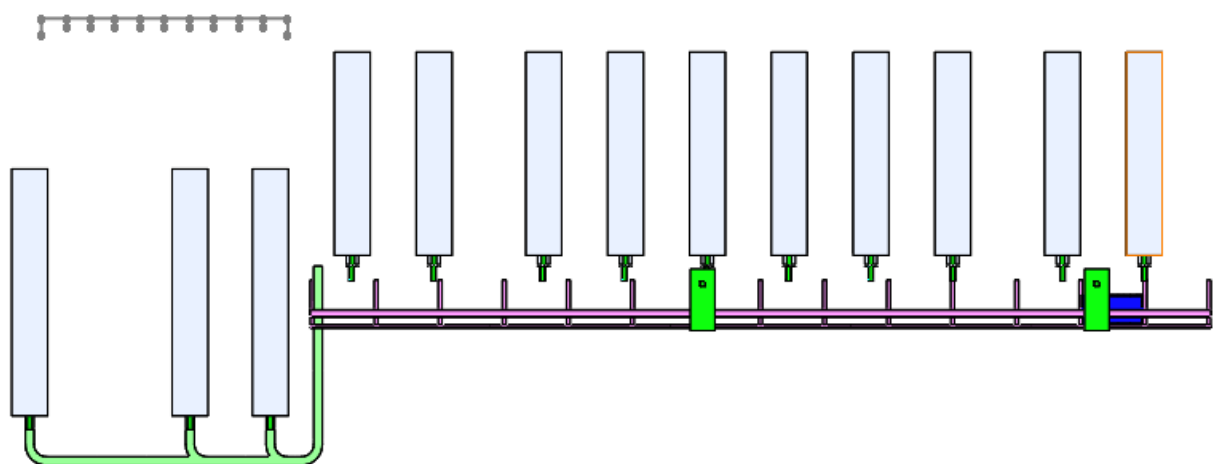
In deze case wordt er een voorstelling gemaakt van een systeem die in ITC Tielt staat (hfd 5.1). Dit systeem kan kooi containers vullen. Deze case wordt nog voorgesteld omdat het gebruik van containers toch nog altijd favoriet is van de productie verantwoordelijke. De volle containers worden door een AGV naar het magazijn gebracht en daarna naar de Heatset indien gevraagd.

6.1 3D voorstelling

In deze voorstelling word het volledige systeem getekend bij de kabblage machines zelf. Deze kabblage machines zijn voorgesteld als simpele grijze blokjes.



Figuur 137: 3D voorstelling Case 1 Heatset afdeling

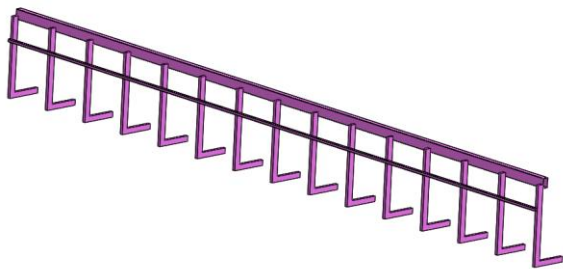


Figuur 138: Plattegrond 3D voorstelling case 1 heatset afdeling

6.1.1 Onderdelen

Neuenhauser railsysteem

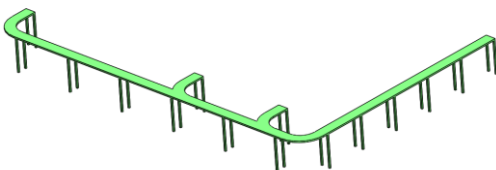
Dit systeem bestaat uit een rail waar een bewegende kop met actuatoren over beweegt. Het is mogelijk om verschillende koppen te plaatsen op één rail. Deze actuatoren zijn uitgerust met een speciale gripper om bobijnen op te nemen terwijl ze horizontaal liggen. Dit zorgt ervoor dat bobijnen stapelen in een kooicontainer mogelijk is. Het aantal benodigde koppen is nog te bepalen en is afhankelijk van de hoeveelheid van productie.



Figuur 139: Getekend neuenhauser railsysteem (links) & Neuenhauser machinale kop (rechts)

Transportband

Om een volledig railsysteem en kop uit te sparen wordt voor de laatste 3 machines een transportband voorzien. Een transportband is goedkoop in vergelijking met het systeem van Neuenhauser.



Figuur 140: Getekende transportband case 1

6.2 Voordelen en nadelen

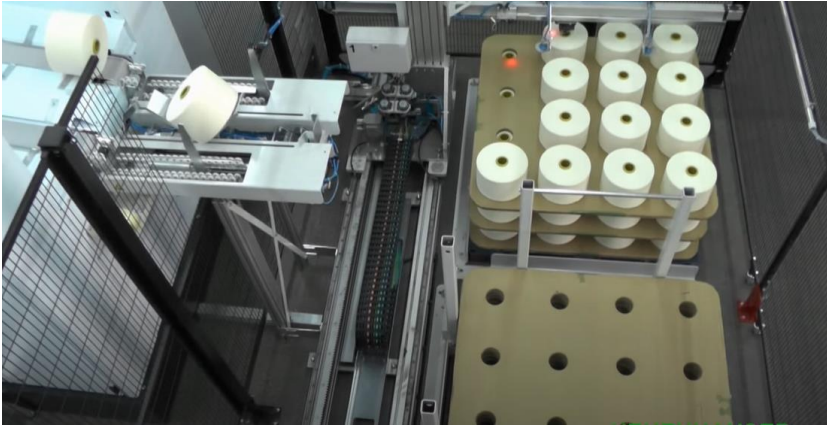
Dit systeem kan containers vullen zoals gewenst en wordt momenteel toegepast in ITC Balta Tielt. Alle voordelen van het gebruik van een container komen er dan terug bij, zoals de grote opslagmogelijkheid en stabiliteit.

Maar met voordelen komen ook nadelen zoals het zware gewicht van de volle container. Dit zorgt er voor dat de AGV groter zal moeten zijn om het gewicht te kunnen verplaatsen. Het systeem van Neuenhauser is ook niet perfect omdat de arm de container raakt en kan hierdoor de container, robot of bobijnen beschadigen. Er zullen veel nieuwe containers nodig zijn aangezien dit systeem containers nodig heeft in bijna perfecte conditie en in zo goed als alle sites van de Balta groep.

Voor de operatoren wordt de werkomgeving ook een stuk onaangener. Doordat de volledige constructie voorzien moet worden van beveiligingshekkens. Dit zorgt er voor dat het achterste deel van de productiehal maar op enkele plaatsen bereikbaar wordt voor de operatoren.

7 CASE 2 : MACHINE OP RAILS

Dit ontwerp is gebaseerd op een machine van het bedrijf Neuenhauser die gevonden is tijdens het onderzoek. De machine laat de bobijnen botsen tegen enkele haken. De bobijn wordt dan gekanteld in de goede oriëntatie zodanig dat een simpele grijper de koker kan vastnemen. De grijper zal dan naar de pallet gaan en zo de bobijnen stapelen. De paletten en tussen kartonnen liggen altijd op een vaste locatie dit maakt programmeren zeer eenvoudig en een kleine kans op fouten.

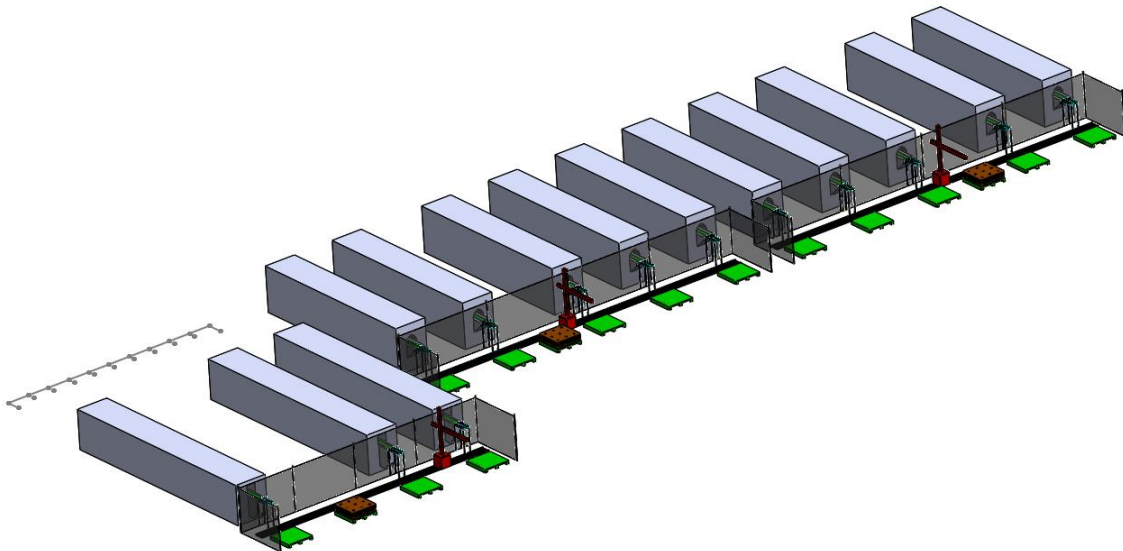


Figuur 141: Neuenhauser Single pal

Deze machine is eenvoudig in opbouw en gemakkelijk aanpasbaar aan de huidige omstandigheden binnen de afdeling. Opnieuw worden er een AGV gebruikt voor de aan- en afvoer van paletten en kartonnen.[15]

7.1 3D voorstelling

Deze enkelvoudige machine wordt nu aangepast getekend voor te kunnen worden toegepast aan de kablage machines.

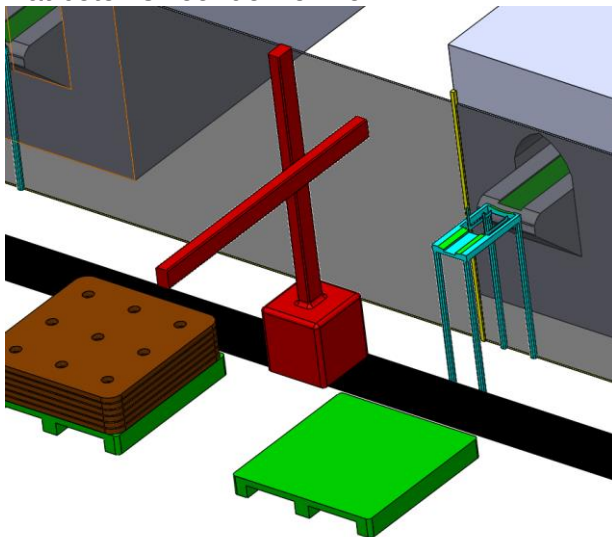


Figuur 142 : 3D voorstelling case 2 heatset afdeling

7.1.1 Onderdelen

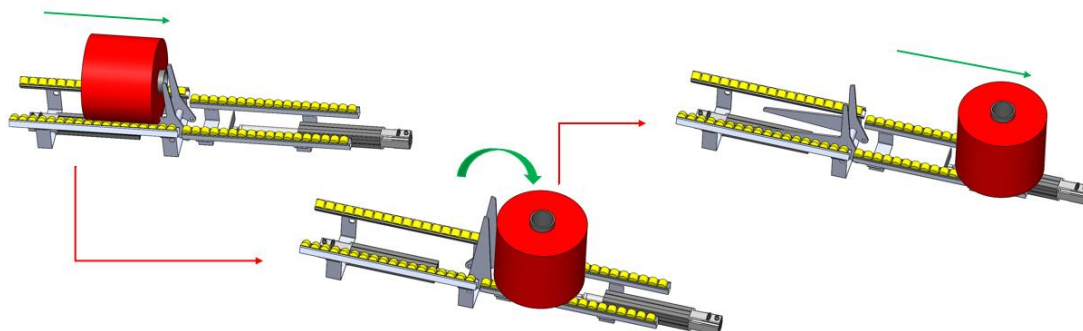
Machine en rail

De machine zorgt er voor dat de bobijnen op de palet geraken. Deze beweegt over een rail van een bepaalde lengte. Nu is de werkplaats verdeeld over drie zones om er voor te zorgen dat de rail en dus ook de bekabeling niet te lang wordt. Daarnaast zorgt deze opstelling er ook voor dat de operatoren op enkele plaatsen de oversteek kunnen maken naar het magazijn, als er zich problemen voordoen of om randtaken uit te voeren. Het volledige systeem zal moeten beschermd worden voor operatoren door middel van beschermhekkens. Deze beschermhekkens zijn open langs de achterkant om er voor te zorgen dat een AGV de aan- en afvoer van paletten en kartonnen kan uitvoeren. Deze hekkens zorgen er ook voor dat de machine aan zijn maximum snelheid kan werken wat beter is voor de workflow.



Omkeerder

Dit zorgt er voor dat de bobijnen in de juiste oriëntatie liggen zodat dat de bobijnen gemakkelijk kunnen opgenomen worden door de gripper. De rekenoefening moet nog gemaakt worden of dit onderdeel wel nodig is omdat er tegenwoordig al koppen met grijpers bestaan die kunnen draaien en zo de bobijnen in hun horizontale positie kunnen opnemen. Om de gripper zo eenvoudig mogelijk te maken zal de 'omkeerder' eerst de bobijnen verticaal zetten zodat de gripper enkel naar beneden moet bewegen om de koker van binnen te kunnen vastgrijpen.



Figuur 143: Werkwijze omkeerder

7.2 Voordelen en nadelen

Voordelen

- Zeer eenvoudig systeem
- 'In house' te maken
- Goedkoop (goedkoper dan de robotarm van Primon)

Nadelen

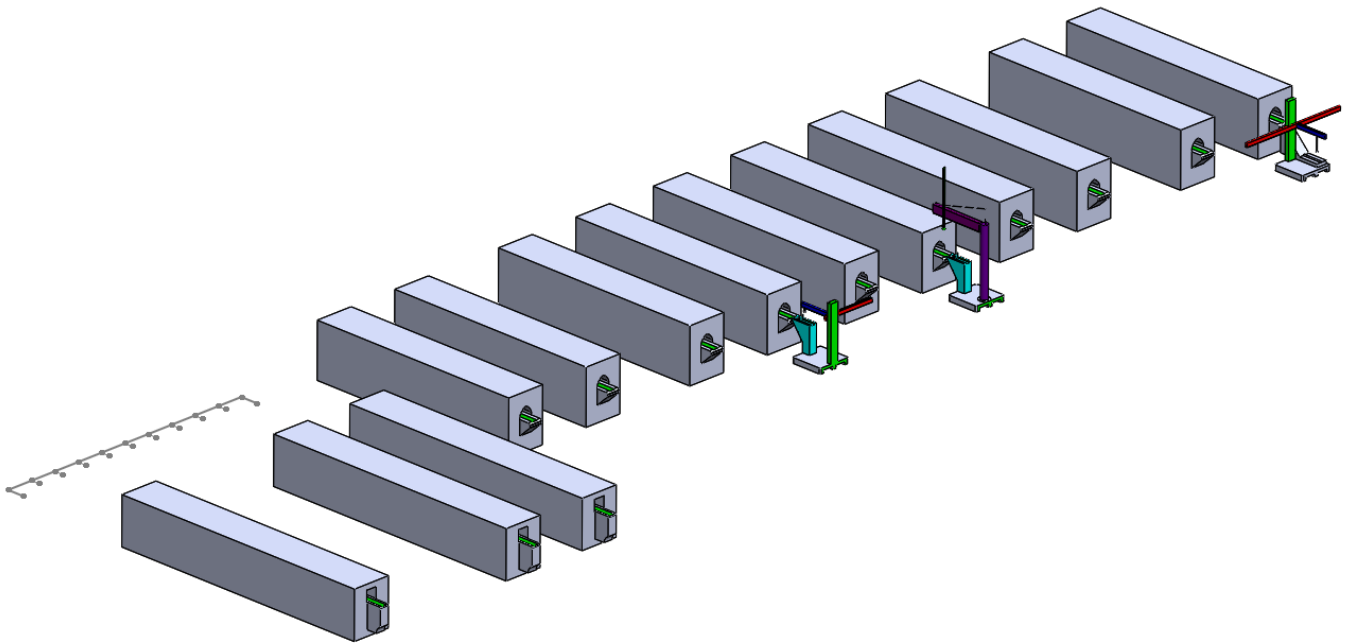
- Vaste opstelling
- Omheining dus beperking bewegingsvrijheid operatoren

8 CASE 3 MOBIELE UNITS

Deze case is een eigen ontwerp naar het idee van PRIMON hfd 4.1. Er wordt gebruik gemaakt van actuatoren en bijhorende delen om geen robotarm te moeten gebruiken. Hier zal de grootste moeilijkheid zijn om een stabiele machine te ontwerpen voor de bewerkingen en het vervoer er van. Hiervoor zijn enkele machine ideeën uitgewerkt. Er wordt nog steeds met 2 locaties gewerkt. Een locatie om paletten te vullen en aan de andere kant een locatie met lege tussenkartonnen aangebracht door de AGV.

8.1 3D uitwerking

In deze uitwerking zijn enkele ontwerpen van mobiele units geplaatst.



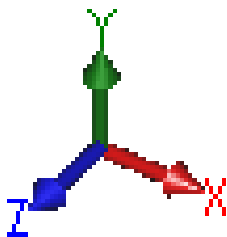
Figuur 144 : 3D uitwerking Case 3 Heatset afdeling

8.1.1 Mobiele units ontwerpen

Assen voorstelling

In alle ontwerpen hebben de kleuren dezelfde betekenis. De kleuren hangen vast aan een assenstelsel om de beweging die bepaalde componenten maken voor te stellen.

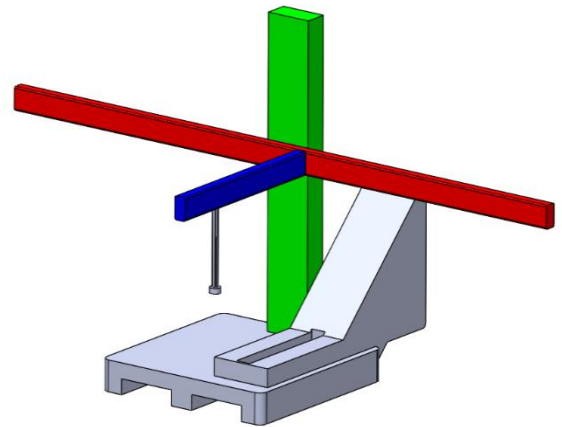
Vb. groen zal de as zijn die er voor zorgt dat er een beweging in de Y richting gebeurt (omhoog en omlaag)



Figuur 145: Assenkruis mobiele units

Ontwerp 1

Deze robot heeft de meeste gelijkenissen met het systeem van Case 2 . Drie grote lineaire actuatoren zorgen voor elke beweging om de gripper naar de juiste locatie te brengen. Hier word ook gewerkt met een systeem om de bobijnen tot achter de grote verticale actuator te brengen. Dit is nodig omdat de blauwe actuator niet tot achter de groen actuator geraakt. Wanneer de bobijn over de gehele transportband gaat zal hij deels vallen en zo horizontaal komen te staan. Wat er voor zorgt dat daarvoor geen extra beweging nodig is om bobijnen horizontaal te zetten.

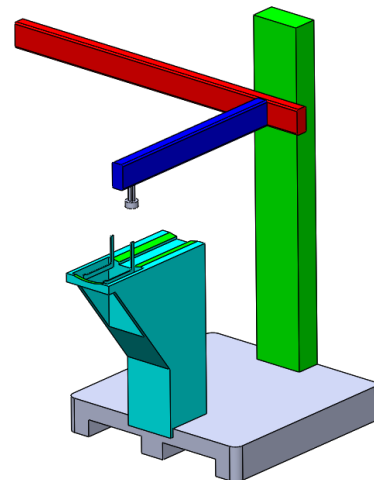


De gripper en groene actuator zullen iets langer moeten zijn aangezien er anders botsingen kunnen geuren met de helende transportband en bobijnen die naar de pick-up locatie gaan.

Ontwerp 2

Door de AGV van de andere kant te laten aankomen hoeven de bobijnen niet nog verder verplaats worden en kunnen deze gewoon gedraaid worden met behulp van de omkeerder.

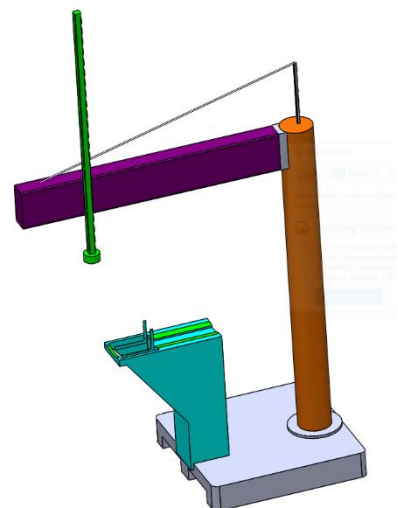
Hier is de rode actuator een heel stuk korter dan bij ontwerp 1. Dit komt omdat er nu 2 actuatoren op elkaar geplaatst zijn. 1 actuator die zich verplaatst tegenover de groene actuator en De 2 de actuator die de blauwe actuator verplaatst. Dat zal een betere stabiliteit geven tijdens het verplaatsen van de robot door de actuatoren op het einde centraal te plaatsen.



Ontwerp 3

In dit ontwerp wordt er niet gekeken naar 1 specifieke beweging in X,Y of Z . Er wordt gewerkt met een roterende as (oranje) die ervoor zorgt dat er een beweging is in het ZX vlak.

De berekeningen om de juiste locatie te vinden zijn iets moeilijker (driehoeksmmeetkunde). Maar dit is zeker te doen door de correcte programmering van de PLC/machines. De grootste hinderblok is de lange actuator die nodig is om alle mogelijke plaatsen te kunnen bereiken dit zorgt ervoor dat er een langere afstand van de machines zal moeten gedaan worden.



8.2 Voor en nadelen

Het grootste voordeel is dat er zo goed als geen beperkingen zijn in de bewegingen van de operatoren. De operator kan ten allen tijde achter de machine gaan als ze niet aan het werk is.

Er moet ook maar één mobiele unit gemaakt worden als de werksnelheid van de unit snel genoeg is wat terug de kostprijs doet dalen.

Het ontwerp van de mobiele unit zal grotendeels bepalen of er nadelen zijn aan deze opstelling. Op het eerste zicht zal het volledige systeem minder stabiel zijn tijdens transport en misschien ook tijdens de werktijden van de mobiele unit door de onstane lichte vibraties. De kostprijs en ontwikkelingskost zal ook zo laag mogelijk moeten blijven.

9 NIEUWE PARAMETERS

Doorheen het jaar zijn de cases voorgesteld aan het afdelingshoofd. Daar is alles besproken en de meest ideale case vastgesteld met de grootste mogelijkheid op succes dit zijnde de case 3 met de mobiele units.

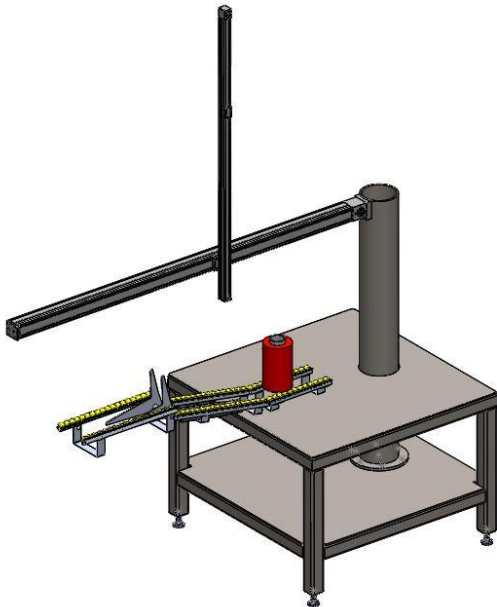
Tijdens deze vergaderingen zijn enkele nieuwe parameters vastgesteld en een case waar er verder aan gewerkt mag worden. Dit om zich meer te kunnen focussen op één ontwerp.

- Paletten zullen de nieuwe standaard worden binnen de afdeling omdat er genoeg plaats is en de mogelijkheid naar automatisering vereenvoudigd.
- Case 3 met de mobiele units mag verder uitgewerkt worden. Specifiek ontwerp 3 met de roterende as. Hiervan moet er een beginnend mechanisch ontwerp gemaakt worden waarmee Balta naar externe partners kan gaan om ontwerp verder uit te werken.

10 MOBIELE UNITS

10.1 Ontwerp 1 : roterende as

Hier wordt de mobiele unit met de roterende as verder uitgewerkt. Er is berekend hoe lang de horizontale actuator moet zijn en er is ook een basis voorzien om alle sub-systemen te plaatsen zoals PLC's, eventueel een pomp om perslucht te creëren voor het systeem indien dit nodig is andere kleine installaties.

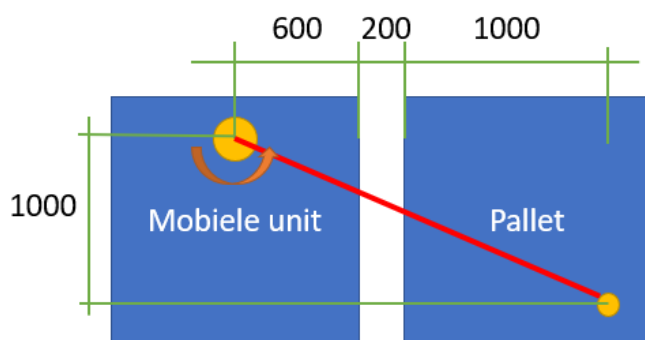


Figuur 146: Mobiele unit ontwerp 1

10.1.1 Ontwerp bevindingen

Er is ook een systeem voorzien om de bobijnen horizontaal te plaatsen. Voor meer informatie zie hfd 7.1.1 omkeerder. Het ontwerp zal geen grote impact hebben op de gewichtsverdeling aangezien dit deel niet zo zwaar is maar wel lang. De route van de AGV zal wel aangepast moeten worden om zijn traject naar de kabblage-machine uit te voeren.

De horizontale actuator (Rood) zal bijzonder lang moeten worden om er voor te zorgen dat de grijper naar alle posities kan bewegen.



$$lengte = \sqrt{1000^2 + 1800^2} = 2060mm$$

Rood = horizontale actuator

Figuur 147: Schema lengte berekening actuator

Aangezien de mobiele unit geen beschermingshekkens heeft moet deze zo goed als altijd met een trage snelheid werken. Bij een roterend deel is het verste punt van belang.

Als men stelt dat de snelheid van het verste punt ongeveer 0.08m/s mag zijn aan de hand van ISO normen [6] en de actuator een lengte heeft van 2.06 meter; dan zal de rotatiesnelheid 1.8 graden/seconde zijn. Dit zorgt er voor dat het verplaatsen van 1 bobijn langer dan 60 seconden zal duren. Dit is te traag als men weet dat de productiehal 60 bobijnen per uur klaar heeft.

In de roterende as zal een elektromotor geplaatst worden om de roterende bewegingen mogelijk te maken. In deze as zal het roterende deel en het vaste deel verbonden worden met een draaikranslager [16]. Dit zijn heel specifieke en speciaal ontworpen lagers met een binnen tandwiel om roterende beweging over te brengen.

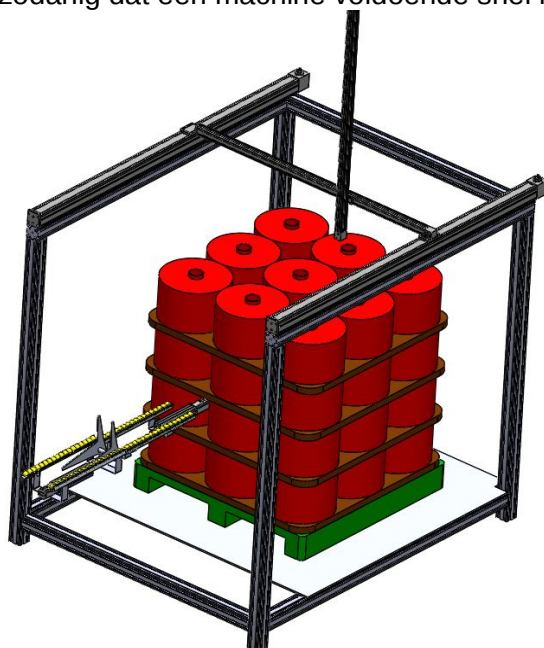


Figuur 148: SKF draaikranslager

Door de gevonden werksnelheid en lengtes van de actuator werd het verder ontwerp stopgezet omdat er te veel problemen opduiken bij het uitwerken van deze unit. Er wordt verder gewerkt aan een nieuwe unit.

10.2 Ontwerp 2 : Pick & Place

Een nieuw ontwerp is gestart, nu met de focus om de werksnelheid zo hoog mogelijk te maken zodanig dat één machine voldoende snel is om de productie bij te houden.

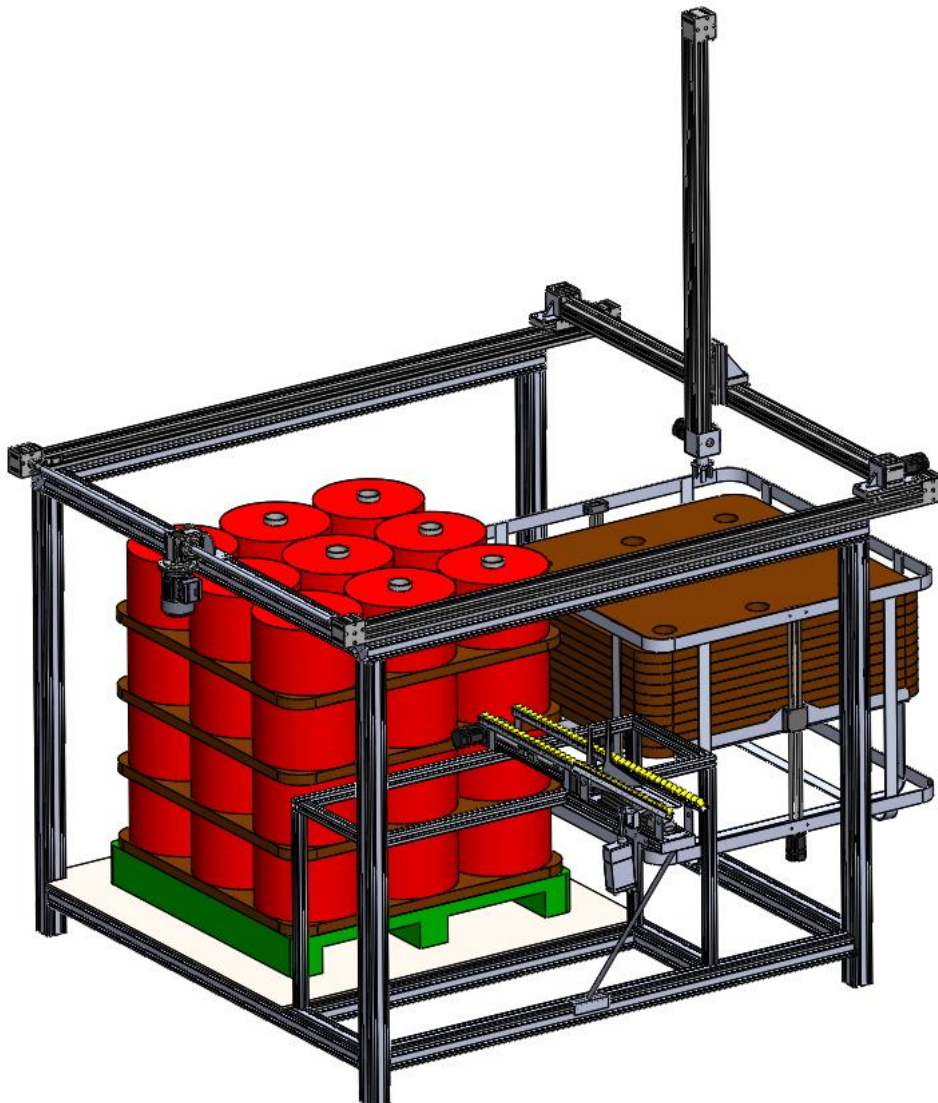


Figuur 149: Mobiel unit ontwerp 2

Bij dit ontwerp is het grootste verschil dat de palet wordt gevuld met bobijn in het werkgebied. Er moet dus geen pallet meer geplaatst worden naast de volledige installatie. In het eerste ontwerp werd nog niet gedacht aan het aanbrengen van lege kartonnen. De ruimte nodig voor deze opstelling zal wel groter zijn dan alle andere ontwerpen. Er moet dus gekeken worden of de AGV dit zonder problemen kan transporteren. Belangrijk om weten is dat de palet altijd uit deze unit wordt geplaatst vooraleer de AGV de mobiele unit verplaatst om het draaggewicht van de AGV aan te houden. Een voordeel voor deze soort unit is dat de sturing XYZ zeer eenvoudig zal zijn en gemakkelijk door Balta zelf kan geprogrammeerd worden. Alle gebruikte elementen zijn basiselementen en gemakkelijk te verkrijgen. Eenmaal het ontwerp volledig is uitgewerkt kan Balta dit volledig binnenshuis assembleren.

10.3 Ontwerp 2.1

Het grootste probleem van mobiel ontwerp is dat er geen automatische aanvoer is van tussenkartonnen. Dit wordt hier opgelost door de mobiele unit groter te maken en deze op de mobiele unit te laten meebewegen. Wanneer de kartonnen op zijn zal een operator deze moeten bijvullen.

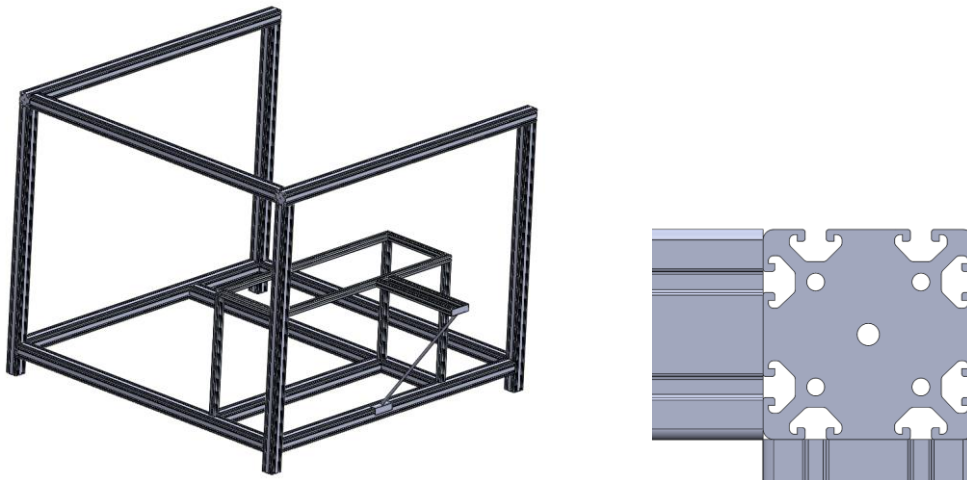


Figuur 150: Ontwerp Mobiel unit 2.1

10.3.1 Ontwerp elementen

Frame

Het frame is gemaakt uit standaard aluminiumprofielen met inkepingen voor bevestigingen om de kost en het gewicht van het volledige systeem zo laag mogelijk te houden. Enkel de onderkant van het frame moet meer gewicht (+/- 450kg) kunnen dragen en zal dus versterkt moeten worden.



Figuur 151: Frame ontwerp 2.1 (links) & Doorsnede Aluminium profiel (rechts)

Omkeerder

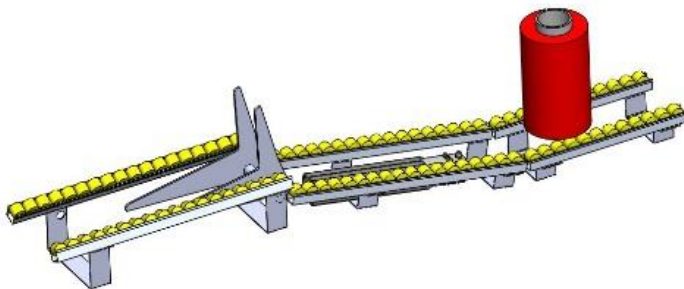
Om de bobijnen horizontaal te zetten is er opnieuw een omkeerder voorzien. Dit om er voor te zorgen dat de grijper op de actuatoren zo eenvoudig mogelijk kan gemaakt worden. Een extra gewicht op de actuatoren betekent grotere actuatoren en worden dus duurdere actuatoren. Voor de omkeerder zijn er momenteel 2 ontwerpen.

Ontwerp 1 : Hier wordt 1 actuator gebruikt om de bobijn recht te zetten (zie omkeerder case 2). Eenmaal de bobijn horizontaal ligt zal deze een via een hellende rollenlijn naar zijn juiste positie worden gebracht.

Voordeel : slechts één actuator nodig

Nadeel : door het gebruik van gravitatiekracht is het niet 100% zeker dat de bobijn in de juiste positie komt.

Wanneer het gaat over een 'smalle'-bobijn heeft deze de kans op vallen.

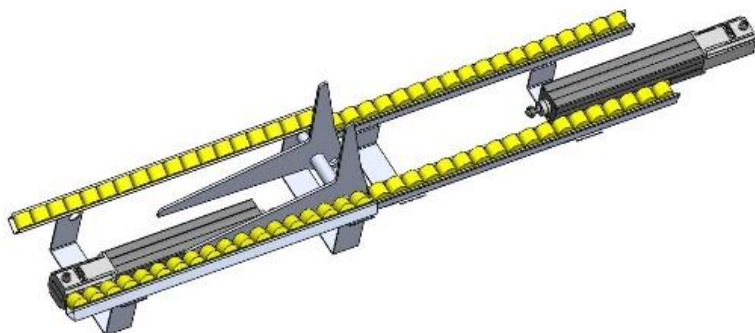


Figuur 152: Omkeerder ontwerp 1

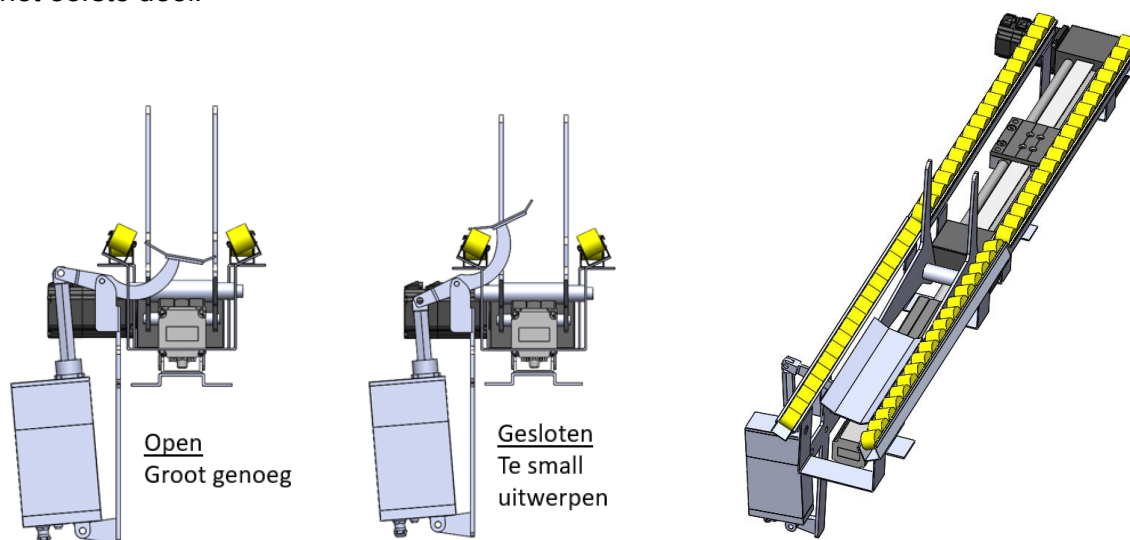
Ontwerp 2 : Bij deze opstelling worden er 2 actuatoren gebruikt. Eenmaal de bobijn horizontaal is gebracht zal de 2^{de} actuator al in positie zijn achter de koker van de bobijn. De actuator zal zich dan intrekken en zo de bobijn aan de koker meenemen naar een vaste locatie waar de gripper de bobijn dan kan meenemen.

Voordeel : altijd vaste locatie

Nadeel : 2 actuatoren nodig



In het eindontwerp is deze omkeerder nog aangepast aangezien té smalle bobijnen nog moeten verwijderd worden uit het proces. Te kleine bobijnen zijn niet bruikbaar en moeten dus verwijderd worden voordat de gripper ze meeneemt; Hiervoor is een schaal voorzien in het eerste deel.



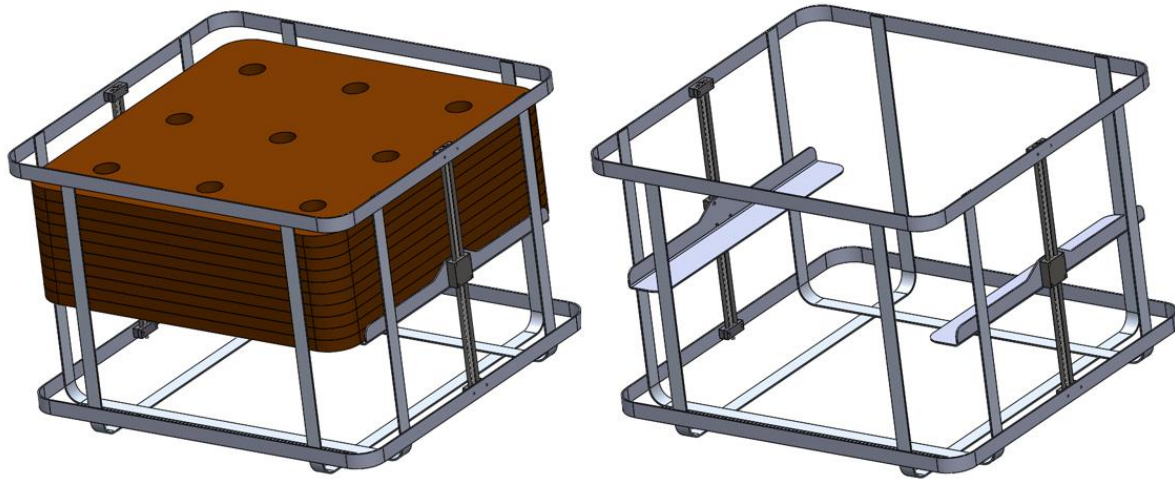
Figuur 153: Bewegingen uitstoter (links) & nieuw ontwerp omkeerder (rechts)

Een afstandmeter zal bepalen of de bobijn voldoende garen heeft aan de hand van afstands-sensoren.

Het volledige omkeerder systeem steekt terug uit tegenover de mobiele eenheid. Om dit tegen te gaan kan het volledige systeem op een draaitafel geplaatst worden wat er voor zorgt dat tijdens het verplaatsen van de volledige unit de omkeerder volledig in de mobiele unit is gedraaid.

Karton houder

In deze mobiele unit is plaats voorzien voor de tussenkartonnen. Deze worden door een operator in de kooi gelegd. De grijper zal deze stuk per stuk nemen om tussen de lagen bobijnen te nemen. Eenmaal de kartonnen te laag zijn zullen 2 actuatoren aan de zijkant de rest van de kartonnen omhoog brengen zodanig dat de grijper altijd op dezelfde hoogte de kartonnen kan ophalen.



Figuur 154: karton houder vol (links) & leeg (rechts)

PLC locatie

Onder de omkeerder is plaats voorzien om een PLC te plaatsen alsook eventuele pompen om perslucht te creëren voor de mobiele unit.

11 CONCLUSIE

In de heatset afdeling zal de automatisatie enkel een heftruckchauffeur uitsparen wat het budget wat kleiner maakt. De bedoeling van deze automatisatie is vooral om de operatoren een betere werkomgeving aan te bieden.

Binnen de afdeling wordt er gekozen om case 3 verder uit te werken

Case 3 : Mobiele units

Om alle nadelen van de voorgaande cases weg te werken zijnde de vaste constructies. Wordt deze case opgesteld. Het werken met mobiel units die naar de machine gebracht worden lijkt zeer interessant om verder uit te werken. Dit wordt gedaan door enkele ontwerpen te voorzien die de taken van de operator kunnen overnemen. De volgende moeilijkheid is dan om deze opstelling verplaatsbaar te maken.

Het ontwerpen van deze mobiele units vraagt veel stof tot nadenken. Er zijn heel veel onbekende variabelen die men nog niet weet tenzij deze machine effectief wordt gemaakt en getest.

Een ervaren ingenieur zal dit beter en sneller kunnen uitvoeren.

Het huidig ontwerp (2.1) heeft veel toekomst eens dit verder wordt uitgewerkt. Dit is een zeer goede basis om mee te beginnen. Er zijn nog veel onbekenden die moeten opgelost worden maar die maar kunnen beantwoordt worden op het eindontwerp bvb.

- Zal deze machine stabiel genoeg zijn wanneer het in werking is?
- Wat is het gewicht van deze machine, kan deze gedragen worden door een AGV?
- Hoe wordt de stroomvoorziening precies gedaan? Kan er perslucht geïnstalleerd worden?
- Kostprijs? Is dit effectief goedkoper dan een robot arm van PRIMON ?

Wat men niet mag vergeten is de oplossing van PRIMON. Dit is een voorstel die momenteel over het budget gaat. De integratie van deze arm is zeer eenvoudig omdat alles wordt bediend via één centraal systeem. Het zal de afdeling ook een stuk dichter brengen bij het idee van Industrie 4.0 en blijft in de lijn van geen nieuwe vaste machines in de afdeling.

REFERENTIES

- [1] R. Hufenus, Y. Yan, M. Dauner, and T. Kikutani, "materials Melt-Spun Fibers for Textile Applications," doi: 10.3390/ma13194298.
- [2] "FlexSim 3D Simulation Modeling Software | FlexSim." <https://www.flexsim.com/flexsim/> (accessed May 25, 2021).
- [3] "AGV VS. AMR." <https://ottomotors.com/resources/info/agv-vs-amr> (accessed May 17, 2021).
- [4] "Wat is een KPI? Betekenis en uitleg – Fit Professionals." <https://www.fit-professionals.nl/wat-is-een-kpi-betekenis-en-uitleg/> (accessed Jun. 21, 2021).
- [5] "Weasel Automated Vehicle | Schaefer Shelving." https://www.schaefer shelving.com/t-warehouse_automated_guided_vehicle_weasel.aspx (accessed Jun. 21, 2021).
- [6] "ISO - ISO 3691-4:2020 - Industrial trucks — Safety requirements and verification — Part 4: Driverless industrial trucks and their systems." <https://www.iso.org/standard/70660.html> (accessed Jun. 24, 2021).
- [7] "AGVs vs. Conveyors." <https://www.assemblymag.com/articles/85767-agvs-vs-conveyors> (accessed Jun. 29, 2021).
- [8] "AGV robot vs belt conveyor in warehouses, sorting plants, factories." <https://versabox.eu/best-practice/agv-robot-vs-belt-conveyor-in-warehouses-sorting-plants-factories-when-does-a-robot-pay-off-and-when-is-a-conveyor-better/> (accessed Jun. 29, 2021).
- [9] "Unloading of winding and open end | Textile | Zancaner Srl." <https://www.zancaner.com/en/textile-industry/unloading-of-winding-and-open-end> (accessed Jul. 06, 2021).
- [10] B. Wellekens and K. Gundelfinger, "Tabellenboek voor metaaltechniek," no. 9.
- [11] P. Prof. Sergeant, "Cursus GEAT," *aandrijftechnieken*.
- [12] "safty edge." [https://benl.rs-online.com/web/p/edge-protection-sensors/2496065/?cm_mmc=BE-PLA-DS3A-_-google-_-CSS_BE_NL_Automation_%26_Control_Gear_Whoop_- \(BE:Whoop!\)+Edge+Protection+Sensors-_-2496065&matchtype=&pla-336409259195&gclid=CjwKCAjwoZWHBhBgEiwAiMN66cBHro0LM](https://benl.rs-online.com/web/p/edge-protection-sensors/2496065/?cm_mmc=BE-PLA-DS3A-_-google-_-CSS_BE_NL_Automation_%26_Control_Gear_Whoop_- (BE:Whoop!)+Edge+Protection+Sensors-_-2496065&matchtype=&pla-336409259195&gclid=CjwKCAjwoZWHBhBgEiwAiMN66cBHro0LM).
- [13] "Heatsetting - Wikipedia." <https://en.wikipedia.org/wiki/Heatsetting> (accessed Jul. 09, 2021).
- [14] "PRIMON AUTOMAZIONI - ASSEMBLING and TESTING MACHINES | Automation technology." <https://www.primonautomazioni.com/en/> (accessed Jul. 14, 2021).
- [15] "SinglePal at ACO 8 - YouTube." <https://www.youtube.com/watch?v=E6lnHaygiCc> (accessed Jul. 14, 2021).
- [16] "Draaikranslagers | SKF | SKF." <https://www.skf.com/be/nl/products/slewing-bearings> (accessed Aug. 08, 2021).
- [17] "Balta Group » Textiel vloerbekleding." <https://www.baltagroup.com/nl/> (accessed Jun. 21, 2021).

BIJLAGEN

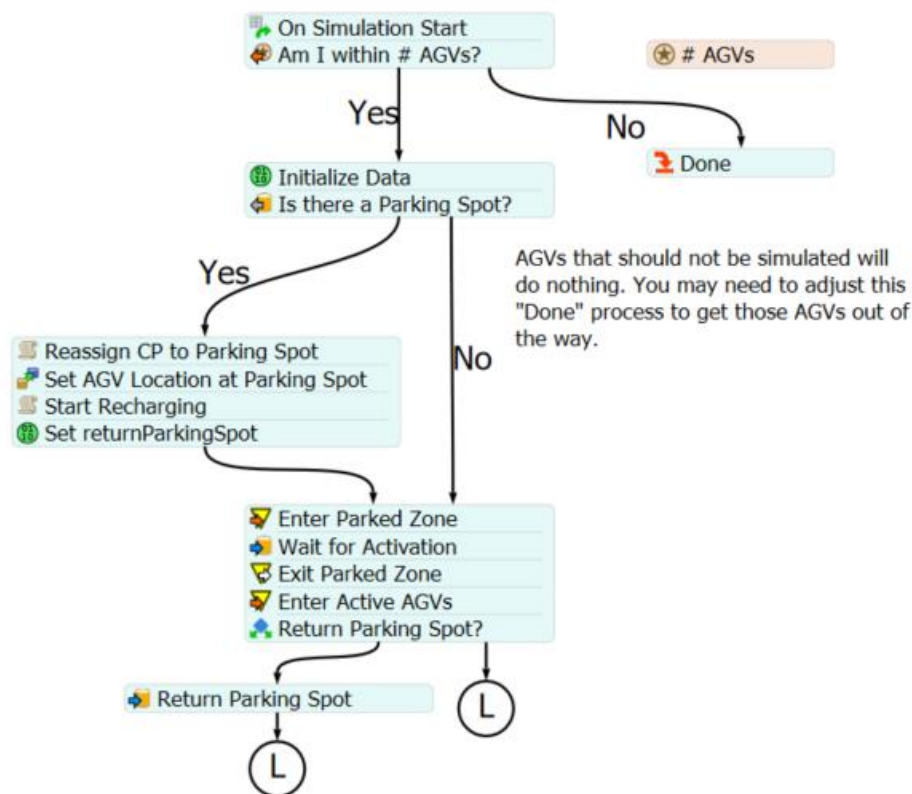
- A: Flexsim proces flow AGV
- B: Extended abstract_ENG
- C: Data sheet Weasel en dam
- D: Datasheet FESTO EMMT-AS-L-LS-RS
- E: Datasheet safety edges

Bijlage A : Flexsim proces flow AGV

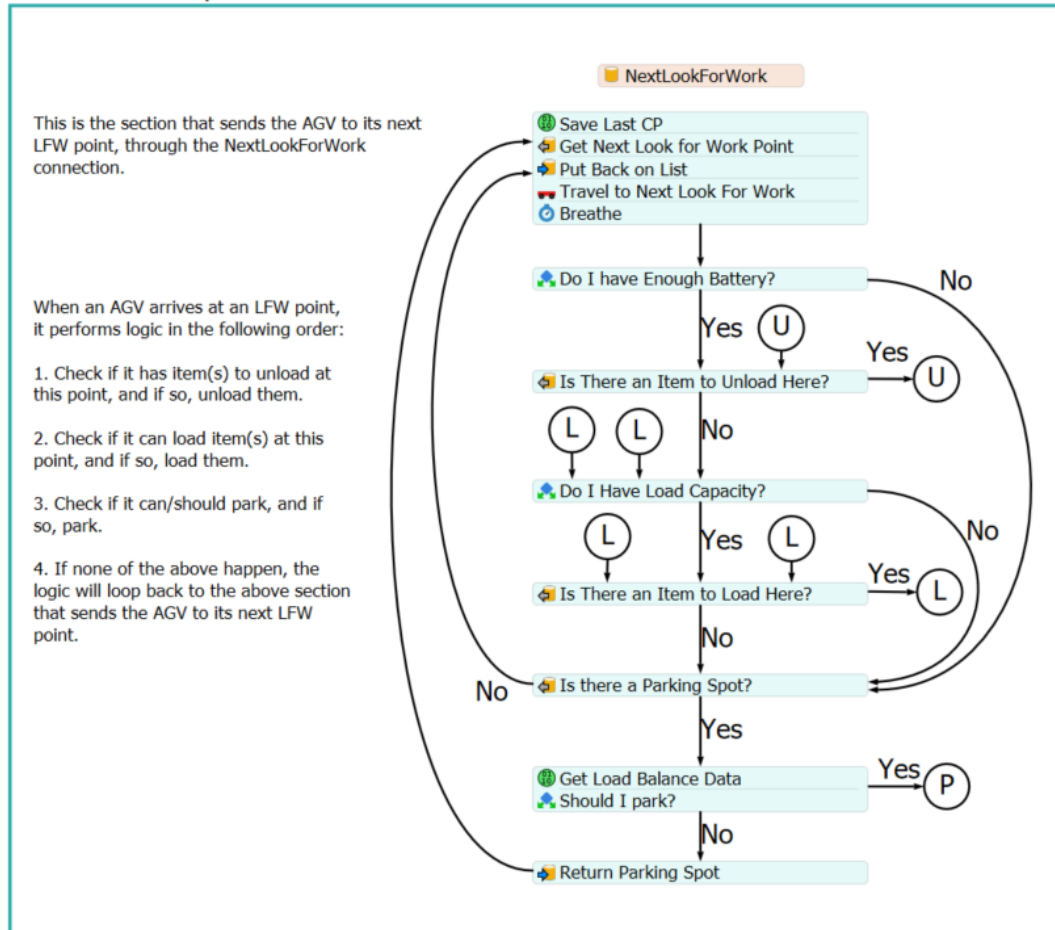
Simulation Startup

When the simulation starts, AGVs should be connected to an LFW point. (a point in the LFW loop, or a point that has a NextLookForWork connection out that connects it to the LFW loop). If this reset control point has ParkPoints connections, then each AGV will be assigned to an available parking spot, and moved there immediately (see the Parking section below for more information). Then it will wait in the parking spot until it is activated.

You can define the number of AGVs in the simulation, for experimentation purposes. To set this up, you would create the maximum possible number of AGVs, and attach each to this process flow, then define how many you actually want to simulate in the # AGVs resource's Count field. This can reference an external value like a global table as well.

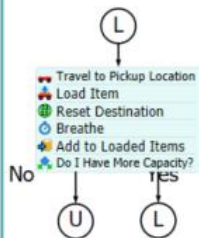


Main Control Loop



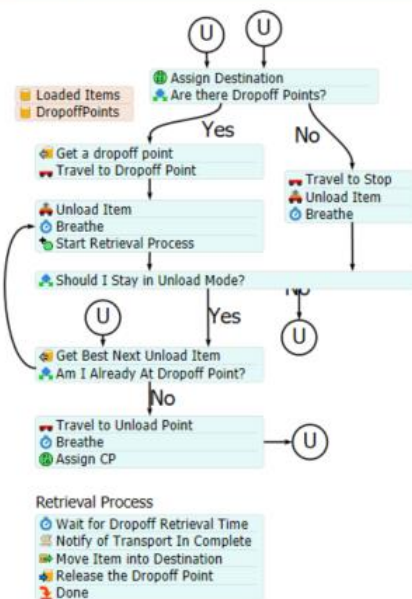
Loading

The process of loading items is pretty straight forward: Travel to the location of the item, load it, then put it on a list of items that the AGV has currently loaded.



After loading, the AGV will check if it still has load capacity. If so, it will do the load process over again. If not, it will grab an item from its loaded list, and travel to that item's unload destination, then jump to the unload process.

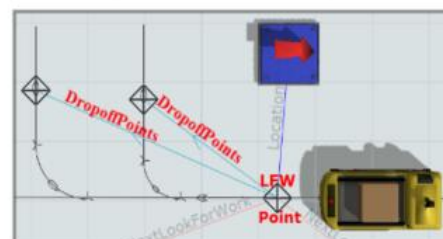
Unloading



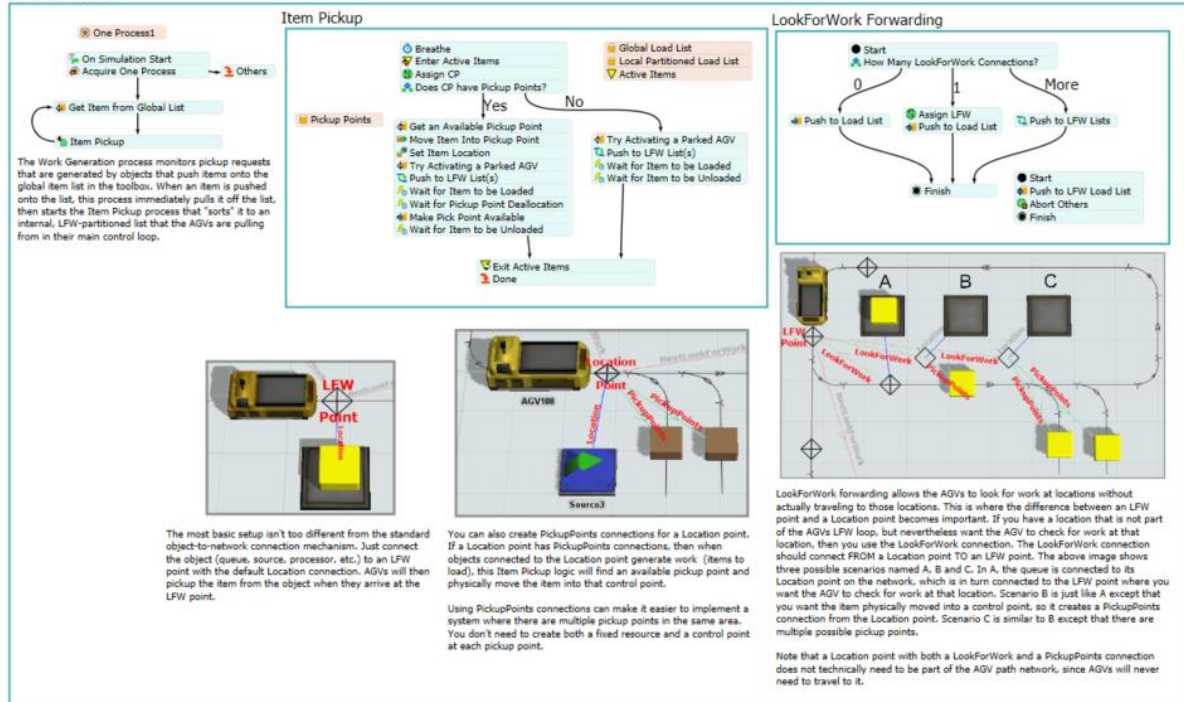
You can create DropoffPoints connections from an LFW point. When an AGV arrives at an LFW point with an item to unload at that location, if the LFW point has DropoffPoints connections, the AGV will find an available dropoff point and travel to that control point to drop off the item, instead of dropping it off right at the LFW point. If none are available it will wait for availability. Once unloaded, the item will wait at the drop off point for the dropoff retrieval time (a process flow variable) and then it will be moved into the final destination object, making the dropoff point available again.

If the LFW point doesn't have dropoff points, the AGV will stop and unload the item at the LFW point.

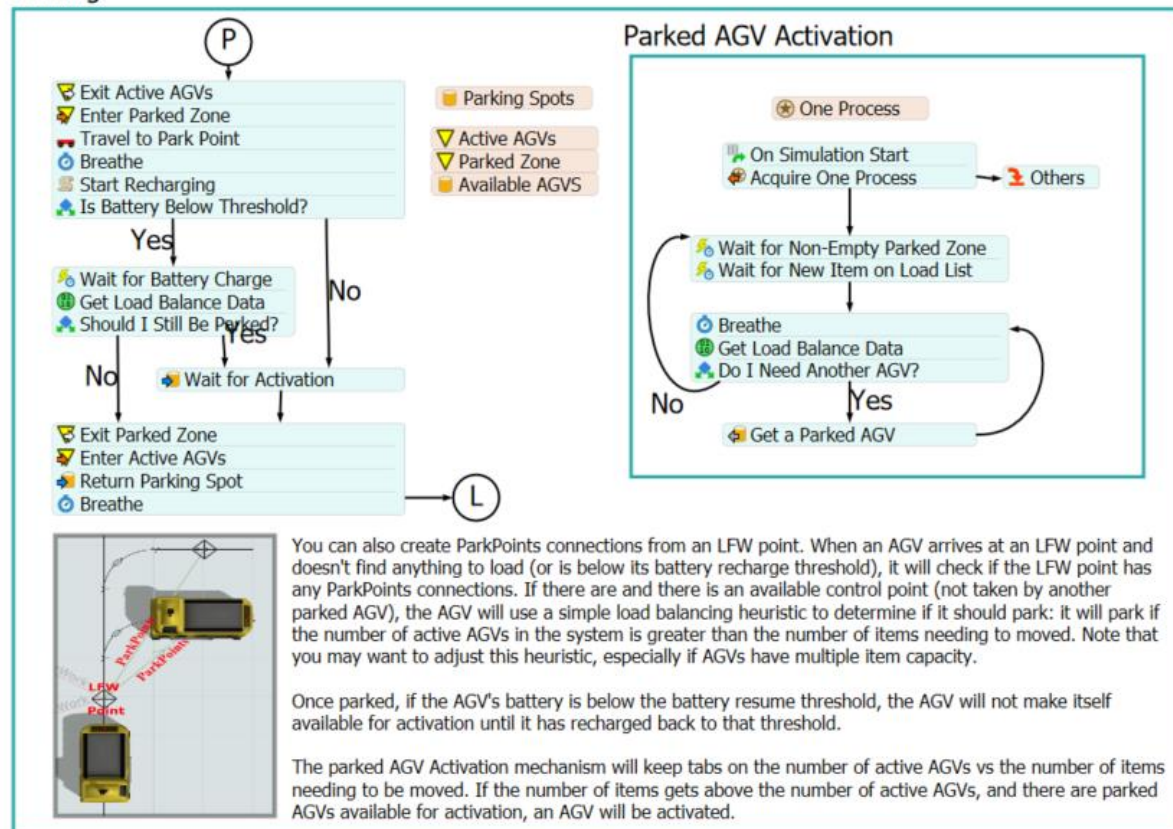
For AGVs that have more than 1 item capacity the dropoff Location points should also always be LFW points (they should have a NextLookWork connection both in and out of them), or else the AGVs will miss their dropoffs. For AGVs with single item capacity, the dropoff location may be just a Location point (it doesn't need a NextLookForWork connection into it), but should have at least a NextLookForWork connection out, that connects the dropoff location back into the LFW loop.



Work Generation



Parking



Automatic Bobbin handling in Cabbling/heatset and extrusion department

Joachim Bonte

Mentors: dr.ig. Frédérick Maes , Etienne Witdouck (Balta)

Extended abstract

Keywords : Automatisatie, Balta, Extrusion, Heatset

I. INTRODUCTION

The industry is always looking for ways to make the production of goods as efficient as possible. This can be achieved in various ways, from process automation to the introduction of automation. This thesis will investigate the automation possibilities within the Balta company in the department in Sint Baafs-Vijve.

Two departments are studied within Balta Sint-Baafs-Vijve, namely the extrusion and heatset department. These departments each have a very specific working environment and are therefore studied completely separately from each other. Therefore, this thesis is divided into 2 major parts.

A. Balta



Figuur 1: Logo Balta

Balta is a global player in the textile world. This in general bobbin production and textile floor coverings. Balta has nine offices, 7 of which are in Europe and 2 in America. The company has approximately 4,000 employees and a turnover of 671 million euros. The traditional markets are the United States, the United Kingdom, Germany and France and also a large presence in Central and Eastern Europe.

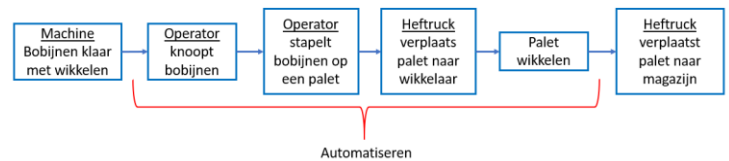
II. PART 1 : EXTRUSION DEPARTMENT

In this department, wires are made and then wound on bobbins. These bobbins are then largely further processed within the department. Other bobbins are processed at several Balta locations or other partners.

A. Issue in department

Een modernisering van deze afdeling is noodzakelijk. Dit kan in eerste instantie opgelost worden door het stapelen van de bobijnen te automatiseren. Er moet onderzoek gedaan worden naar de automatisatie mogelijkheden binnen deze afdeling.

B. Process description



Figuur 2: Process description extrusion department

C. Visualize

In order to complete the study as well as possible, several programs are used to visualize a proposal. Namely: Solidworks for all 3D designs and Flexsim for the process simulations.

D. Research stacking options

Two different stacking options are used within the department, namely pallet and cage container. It needs to be considered which of these ways are best for an automation application. The advantages and disadvantages of each storage option must be considered as well as storage capacity, in combination with storage stability for warehouse applications.

- **Cage containers (current):** best storage density (50 reels/m²) and very stable but difficult to automate
- **Pallet (current):** good storage capacity (40 reels/m²) very unstable, moderate for automation
- **Pallet with thick intermediate board:** low storage density (25 reels/m²) very stable, ideal for automation.
- **New cage containers:** very stable, good storage capacity depending on stacking pattern. Difficult to automate. Wotdt not done due to high cost.

E. Case 1: Automation by computer controlled carts

In this case it is examined whether multiple Automated guided vehicles (AGV) and/or Autonomous Mobile Robots (AMR) can be applied.

- **progress Case 1 :** A carriage is used to move the bobbins safely from wrapper to safe zone. When the carriage is in the safe zone, a machine tool will place it on an AGV/AMR.



Figuur 3: case 1 proces overview

-3D elaboration: To see the size of the automation, all new elements are drawn inside the current production hall. By doing this, it is possible to clearly see where there is room left and to search for the ideal location of the new elements.

Simulation original proposal

The operation with AGVs within the production department is simulated.

After a short time within the simulation, a 'deadlock' code is given. This means that a major congestion is created so that no AGV can reach the correct destination. This is because of too much traffic on the single line. More driving lines and drop-off locations must therefore be provided.

Case 1.2

Improved version of original version this time with additional drop off locations divided into 2 zones.

Simulation

Using more drop off locations (2) and 12 AGVs with 2 in reserve gives good results. The total length that an AGV can drive in 1 ride is 100m.

The reduced staff has a very long workload because the AGVs take over many of their tasks.

Case 1.3

This time we work with AMRs that drive to the wrappers themselves. So no more need for a sled that transports bobbins to the safe zone.

Simulation

2 delivery locations are also used and 14 AMRs with 2 in reserve give good results. The total length that an AGV can drive in 1 ride is 100m.

Conclusion case 1

After this research, this case seems to be a good potential automation. But the cost will be relatively high. Developing and making the carts is expensive. The more carts that are bought, the more the development cost can be divided among all carts. With the current maximum of 15 trolleys in the production hall, the cost per trolley will remain high. A big advantage is that much of the production hall is still free. If there are malfunctions somewhere, the operators can still stack manually.

F. Case 2: Conveyor belts

In this case it is considered to stack the reels on the machine itself to keep the transport of loose reels as low as possible. The main focus is on whether there is enough space on the machine itself.

- progress case 2 : The bobbins are brought to the processing zone with a carriage. A 'pick and place' system will then stack the bobbins on a pallet on a conveyor belt



Figuur 4: case 2 proces overview

-3D elaboration: In this case, the size of the installation is important. It is examined at which locations the most locations are needed to stack pallets.

Case 2.1

Improved version of original version this time all protections and rest locations are added.

During the design of the installation, it appears that the department is too small to provide all pallet locations. Collisions occur with walking zones and editing zones. This will be adjusted in the next case

Case 2.2

To ensure that this installation can be placed, some parameters have to be adjusted. 4 locations are specified, which means that 4 fewer qualities can be produced at the same time during a production session.

Simulation

Due to the many different pick and place machines, many pallet wrappers are needed. This is a major disadvantage because 1 of these wrappers can serve the entire department. This needs to be revised to keep costs down. The workload of the forklift is slightly reduced because it now has to travel less. The number of coils per zone determines how fast the pick & place installation will have to work.

Case 2.3

As a variation on this case, it is also considered to use large forklift AGVs instead of conveyor belts. This is to fill the department less with fixed constructions.

Simulation

Using Large AGVs requires a lot of space and each AGV also looks at its environment. Due to the insufficient space within the processing zone, these AGVs are often blocked. This from each other because they also have to leave a certain distance between each other.

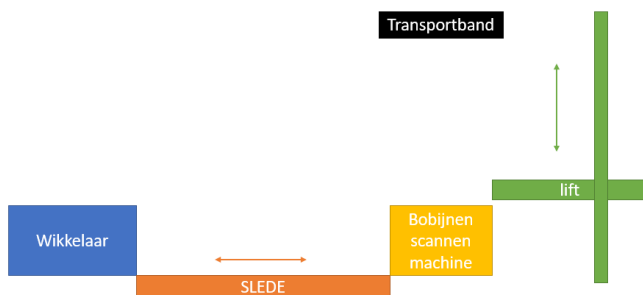
Conclusion case 2

A major advantage of this case is that the coils do not have to be scanned separately. Because this can sometimes cause problems. A major disadvantage is that this complete installation takes up a lot of space. This installation will also ensure that a very cramped working environment is created. The fitting of tubes is made even more difficult than necessary by this case. In the event of malfunctions, major problems will arise because there is no room for an alternative manual stacking method. The use of AGVs instead of conveyor belts (case 2.3) is strongly discouraged due to the cost that it will entail

G. Case 3: High conveyor belt

The focus of this case is to maintain as much space as possible within the department as well as to maintain the freedom of movement of the employees. This will be done by transporting the bobbins in height.

- **course Case 3 :** The bobbins that are wound are collected again by a sled. This carriage will bring the bobbins back into a secured zone. Thereafter, the bobbins are delivered to a handling machine to scan the individual bobbins. These are then placed in the shell of the elevator machine. Once full, the elevator machine will go up and place it in the above conveyor belt.



Figuur 5: Case 3 Proces overview

Case 3.1

This is where the pain points of the original proposal are resolved. The department is divided back into 2 zones, just like in Case 1. This ensures that the conveyor belts on which the bobbins are placed become shorter. Which reduces the chance of malfunctions caused by coils.

Simulation

There are 2 pick & place machines that stack the reels. The working hours for these machines are high, so this will have to be done quickly. It should also be taken into account that narrow intermediate cartons must be provided.

Conclusion case 2

By scanning the bobbins, this case is less attractive. Transporting the coils separately is also not ideal, but it can work. Apart from these facts, this case can become a very good solution. There is a lot of space left over since everything is done in height; If there is a malfunction, the operators can switch back to manual stacking.

H. Case 4: Moving wire wrapper

A proposal from the department manager is to place the wrappers forward. This is a system used in some new installations

What would happen is that the yarn is first led above the workers until a few meters further where the wrapper is located. In this way, in the event of a break, the operator can still reinsert wires and thus remedy malfunctions. Now that the wrapper has moved on, the automation can remove the reels directly from the wrapper.

No more sleds will be needed, which greatly improves operator safety

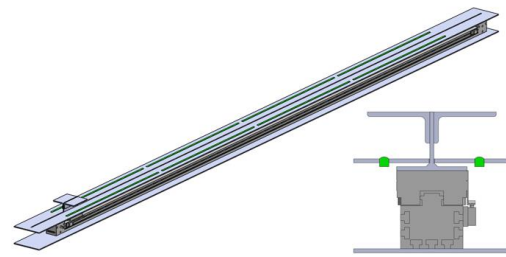
This case is not elaborated further because additional tests are required. This is to see whether moving the wire wrappers is possible without creating extra breakage of wires.

I. Design slides

New slides have to be designed for the automation. This is discussed below.

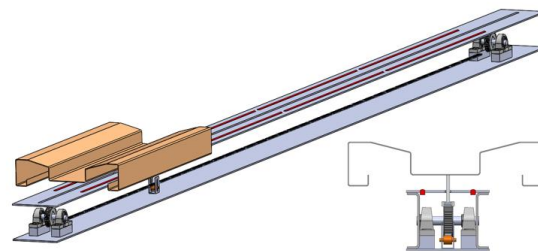
- **Requirements:** Worker safety must be a priority. These sleds may not cause additional work accidents. The cost of this sled should be as low as possible since there are 42 wrappers that need such a sled. Simple maintenance must be ensured.

- **Design 1:** This design has a standard movable actuator as its main element. This actuator will do all the work and is placed completely in the ground along with the base plate. A trolley is placed on it where the bobbins are placed.



Figuur 6: Slide design 1

- **Design 2:** This design uses a proprietary tooth-belt system. The focus here is on keeping the cost price as low as possible. This design is not much different from design 1. The main difference is the cost of the complete system.



Figuur 7: Slide design 2

- **Trolley :** A trolley is mounted on top of the sled. This trolley will collect and carry the bobbins during the transfer. The shape of this cart strongly depends on the system that will receive the bobbins during the automation

Some safety features must be provided on this trolley. This ranges from personal safety (pressure sensors) to machine safety (dust brushes at the bottom)

J. End conclusion

Case 1 will be further developed by external companies as this case can best be integrated into an existing department.

III. PART 2 HEATSET DEPARTMENT

Within this department, yarns from the Extrusion department are processed into usable yarns for further production. This is done in several steps of cabling, resting and heatsetting.

- **cabling** : The bobbins arrive at the cabling machines, per quality per machine. this machine uncoils two bobbins and twists both threads into a new thread. This wire is then wound back into a new bobbin. This is done to obtain a stronger wire.

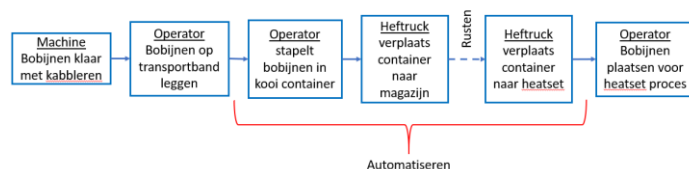
- **rest** : The new bobbins must rest for a few days. This is to give the wires time to spread out around each other which will allow for better adhesion later on during the heatset process.

- **heat setting** : Heat setting is a thermal process that takes place in a steam atmosphere or a dry hot environment. The effect of the process gives fibers, yarns or fabric dimensional stability and other desirable properties such as higher volume, wrinkle resistance or temperature resistance. All this to make later processes easier

A. Issue in department

They want to make the entire back of the department operator-free. In other words, an automation for bringing the bobbins of the cabling machines onto pallets or containers. In addition, an automation is also provided to bring the full containers/pallets to and from the warehouse and headset.

B. Process description



Figuur 8: proces description heatset department

C. Previous investigations

The company PRIMON Automazioni has already investigated this problem. They have already provided a solution.

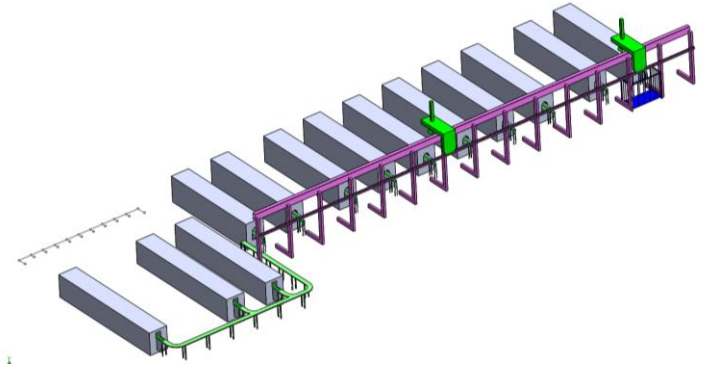
They have developed a machine that is attached to the cabling unit and takes over all the work of an operator. This machine can be moved to other cabling units as needed. Which means only one of them is needed.

The warehouse has also been examined and because there is a lot of space, it is possible to switch to a ground warehouse with pallets instead of the current cage containers.

D. Case 1 : Neuenhauser

Neuenhasuer's system offers the option of stacking in cage containers, whichever the department prefers. These cage containers are then brought to the warehouse by an AGV and then to the heatset machine.

This machine is already being used in Balta ITC Tielt.



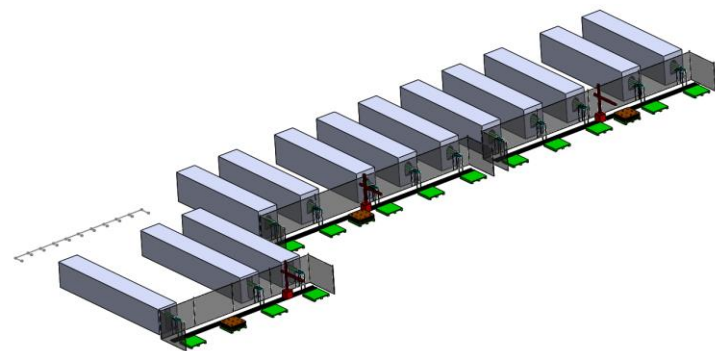
Figuur 9: proposition case 1

conclusion case 1

filling cage containers is a great advantage. But certainly an equally big disadvantage is the size of the installation. This will also close off a large part of the department for the operators, which makes the working environment unpleasant. The cage containers are heavier than pallets, so larger AGVs will have to be purchased.

E. Case 2 machine on rails

This design is based on a machine from the company Neuenhauser that was found during the investigation. The machine makes the bobbins collide with some hooks. The bobbin is then tilted into the correct orientation such that a simple gripper can grip the bobbin. The grab will then move to the pallet and thus stack the reels.



Figuur 10: Proposition case 2

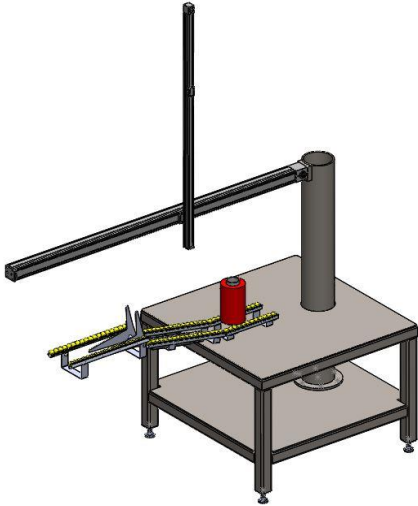
conclusion case 2

This case has a simple construction and is easy to program. In addition, such standard elements are cheap, which is of course good for the budget. The disadvantage remains that fixed constructions are placed in the department. These constructions are not as large as in case 1 and are somewhat work environment friendly, but none the less it remains an obstacle.

F. Case 3: Mobile units

This case is based on the idea of PRIMON. An alternative to a robot arm is being worked on. A number of suggestions have been designed and studied for this purpose.

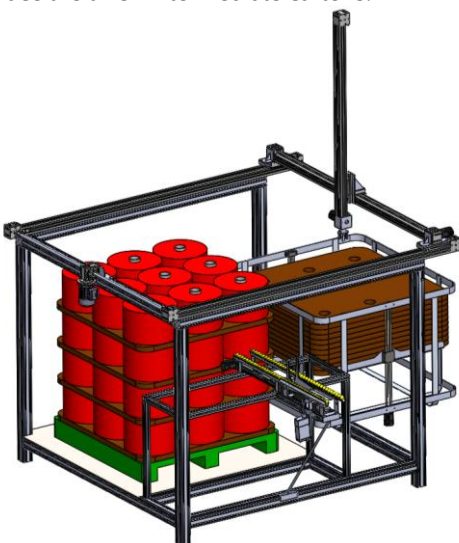
- **Design 1 Rotating Axis** : A rotating axis is used that ensures that there is movement in the ZX plane. A long actuator on a rotating shaft then provides the up and down movement. Due to the long arm, it must be checked and whether this is possible.



Figuur 11: Mobile Unit Design 1

After some calculations it appears that the rotating shaft has to move too slowly for safety reasons and therefore will not work fast enough for use in the department.

- **Design 2 Pick & place** : this machine is designed to keep the working speed as high as possible by shielding the work area. This has the idea that the pallet to be stacked with bobbins is placed in the unit for stacking. This ensures that the machine can move relatively quickly. A place is also provided to place the thick intermediate cartons.



Figuur 12: Mobile Unit Design 2

This makes the unit a lot bigger, but everything can be transported in one go by the AGV. This design has a lot of

future, but some parameters still have to be solved by an external company.

Conclusion heatset department

Case 1 and 2 can be left out as Balta chooses to work with mobile units. The designs of case 3, especially design 2, have a lot of future. But further work needs to be done to eliminate some uncertainties. These are the stability, Cost price, Energy supply, etc.

A good option is PRIMON's proposal. it is over budget but has a very high chance of success.

WEASEL®

Automated Guided Vehicle for Flexible,
Internal Transport of Goods.

ssi-schaefer.com

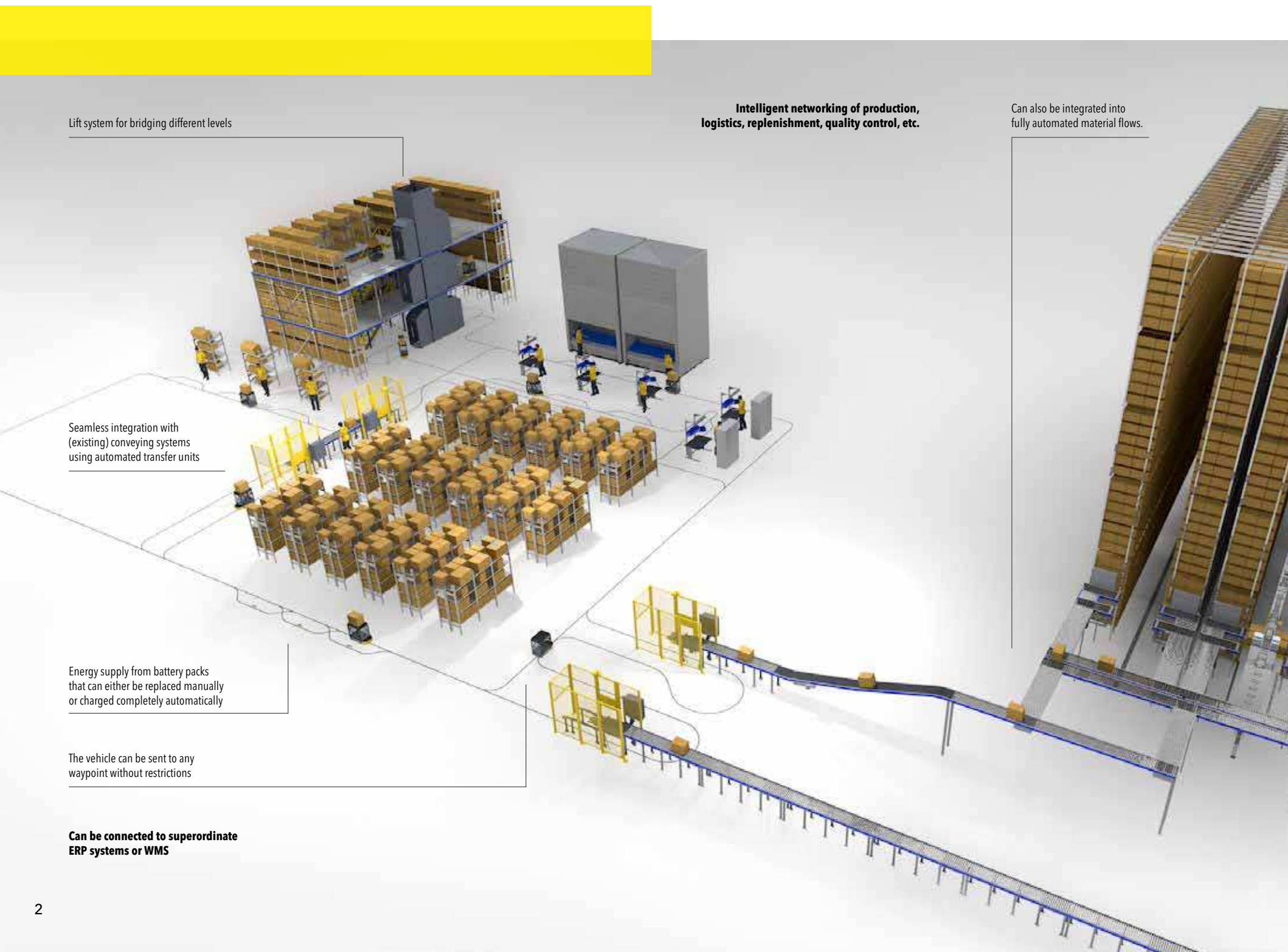


SSI SCHÄFER

WEASEL® AUTOMATED GUIDED VEHICLE

SSI SCHAEFER developed the WEASEL automated guided vehicle with a passion for innovation. The result is a flexible and versatile transport system that follows an optical guiding line, meaning it does not require costly installation.

The WEASEL masters almost all transport tasks up to 35 kg and ensures an optimal material flow. Your goods will reach their destination safely and barrier-free, all with low purchasing and operating costs as well as a rapid return on invest (ROI).



AT A GLANCE: WEASEL

- Gentle and safe transport of bins, cartons, and hanging goods
- Barrier-free and low space requirement
- Different designs for optimal ergonomics
- Easy to integrate into existing systems and infrastructures
- Scalable by connecting multiple forklift vehicles as a fleet solution
- Flexible in terms of system adaptation and expansion
- Simple sequencing of conveyed materials
- No expensive sensors and complex control systems
- Low investment and operating costs



This innovative fleet solution has been awarded prizes including the "International Forklift of the Year" (IFOY) award in the Intralogistics Solution category.

UNLIMITED POSSIBILITIES

As varied as the transport tasks in production and logistics themselves.

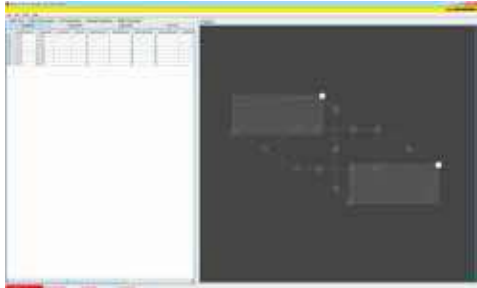
The vehicles can be integrated into the existing IT infrastructure.

Battery charging cabinet

Jobs for the vehicles are generated manually using a wireless pushbutton.

The fleet controller allocates the jobs to the relevant vehicles

Decoupling of the work and transport processes with manual loading stations



Entry-level solution for automated goods transport in production and operations

The WEASEL automated guided vehicle can provide immense added value for your company, even for simple transport tasks. It provides a new way of optimizing travel times and transport routes even for small load carriers.

AT A GLANCE:

- Efficient internal transport
- Several destinations can be specified
- Employee walking distances are reduced; practical redistribution of resources
- Extremely simple control
- Flexible adaptation to growing needs

Manual loading and unloading and connection to (existing) conveying systems.

Automated job generation

Ground-contact charging stations

Connection to conveying system

Can be intelligently combined

The WEASEL can be connected to existing conveying systems using automated transfer units. This allows the system to bridge gaps, for example between picking stations and existing conveying systems. This modular approach protects existing investments and offers the option of a cost-optimized goods-to-person principle.

AT A GLANCE:

- Controlled with or without material flow system
- Connection to (existing) conveying system
- Integration of existing solutions
- Automated charging management

THE WEASEL SUPPORTS THE MATERIAL FLOW FLEXIBLY AND INDIVIDUALLY ACCORDING TO THE CUSTOMER'S NEEDS

Hermes Fulfilment GmbH

Hermes Fulfilment GmbH is orienting its site toward new challenges with the WEASEL. This will create flexible and barrier-free links between different areas.

Hermes To drive forward the expansion of capacity, Hermes Fulfilment GmbH decided to optimize the distribution center at its Haldensleben site. It specializes in the logistical processing of low-volume items for different clients. The company implements full-service e-commerce solutions around the globe. Its range of services includes the development of online shops, credit management, financial services, and customer care as well as warehousing, distribution, and returns management. To facilitate the flexible linking of different areas, Hermes Fulfilment is implementing a cost-effective transport solution with the WEASEL system at its Haldensleben distribution center.



Lift system for connecting levels



Job generation via a material flow or ERP system

Connection to material flow systems and linking of multiple operating levels

Even highly complex projects can be realized with the WEASEL. The system can be optimally integrated into different levels of the supply chain and makes a crucial contribution to the added value of intralogistics.

AT A GLANCE:

- Connection to existing material flow systems
- Use of the entire fleet of vehicles on different levels
- Allows sequencing of goods
- Automated charging management

FLEXIBLE LINKING OF THE PRODUCTION AREA AND DISTRIBUTION



Bachmann Forming AG

For the automation of its internal transport, Bachmann Forming AG relies on the award-winning solution with WEASEL automated guided vehicles. The project was completed within a mere five weeks - and has already paid for itself after only a few months.



The WEASEL has taken over internal transport between production work stations and the existing conveying system to the distribution area in the production area of Bachmann Forming AG, a specialist in the development of customized plastic packaging - and

with remarkable results. The switch from manual to automated internal transport with the WEASEL, saves the company roughly 7,000 hours per year, amounting to an ROI for the system of well under a year. Manual transfer stations were installed for the production machines. The employees at the work stations place the packed product cartons onto the transfer station in front of them and initiate the pickup order for the WEASEL via a button. The vehicle drives to the work station, takes the carton and transports it to the transfer station on the existing conveying system. The WEASEL then automatically hands the cartons over to the conveying system at the transfer unit.

SCALABILITY AS AN IMPORTANT DECIDING FACTOR

NextLevel Logistik GmbH

SSI SCHAEFER implemented another fleet of WEASEL automated guided vehicles for the fashion logistics service provider NextLevel Logistik® GmbH. They are used in the picking environment of a hanging goods warehouse.

The repeated awarding of the contract emphasizes the high degree of flexibility and cost effectiveness, which makes the concept behind the barrier-free automation solution stand out. NextLevel Logistik® GmbH commissioned a WEASEL fleet from SSI SCHAEFER eighteen months ago at its company headquarters in Eltmann near Schweinfurt, Germany.

In Eltmann, the WEASELs have already proved their worth. "The concept has impressed in all tasks carried out with its reliability, efficiency, and safety, which is why we have extended their application," says NextLevel Managing Director Henrik Bugiel. "The varied options for a flexible design of the transport vehicles and unhindered scalability of the solution were important deciding factors for the system."

In a separate hall, the new WEASEL fleet aids the picking of hanging goods. For this, the structures were fitted with special fixtures for transporting hanging goods.

"A flexible and modular transport solution that we were able to implement quickly. We are delighted."

Henrik Bugiel
Managing Director
NextLevel Logistik GmbH

NextLevel Logistik®



FACTS & FIGURES

A small vehicle with great strengths

Despite its small dimensions, the WEASEL transports goods and loading aids of various sizes in all temperature ranges between 2 °C and 50 °C. Its compact design allows the WEASEL

to be used in inaccessible areas. The use of this autonomous transport system not only speeds up cycle times, but also improves the cost effectiveness of warehouse processes.

Key system figures	
Transport weight	up to 35 kg
Vehicle dimensions	up to 810 mm x 420 mm x 180 mm (l x w x h) excl. structure
Acceleration/braking	up to 2 m/s²
Turning radius	min. 600 mm
Traveling speed	up to 1 m/s
Data transfer between the fleet controller and WEASEL occurs via WLAN (5 Ghz).	

Environment	
Incline climbing ability	loaded: 10 % empty: 20 %
Ambient temperature range	2 - 50 °C, non-condensing

Energy supply	
Manual via charging cabinet or automatic via ground-contact charging stations	
Power supply	battery 24 V
Charging time	8 hours
Operating time	up to 16 hours

Lift	
Lift speed	up to 3 m/s
Number of entries/exits per lift	up to 10
Height of the lift	up to 13.4 m

The structures vary in height and facilitate ergonomic loading and unloading

Hanging goods structure	High structure	Low structure
upper edge 1,250 mm	upper edge 750 mm	upper edge 250 mm



Goods dimensions (l x w x h)		
up to 600 x 400 x 1,250 mm	up to 600 x 400 x 510 mm	up to 600 x 400 x 510 mm



SIX REASONS WHY YOU SHOULD CHOOSE SSI SCHAEFER

- **Security:**

As a financially independent family business we are committed to long-term solutions - you can trust that we will be there for you tomorrow and in the years to come.

- **Efficiency:**

Our solutions are scalable and grow with your needs. Investing in a solution by SSI SCHAEFER you are therefore investing in the future.

- **Quality:**

As a specialist for automation systems, we provide single source solutions of our own production. This guarantees that you will receive perfectly matched high-quality solutions.

- **Reliability:**

Thanks to our world-wide Customer Service & Support network, we are able to ensure flawless operation of your system sustainably.

- **Know-how:**

Our solutions are always up to date with the latest technological standard and can be smoothly integrated into the existing (IT) landscape.

- **Internationality:**

As a globally acting company we are locally available to our customers all over the world and speak their language.

ssi-schaefer.com

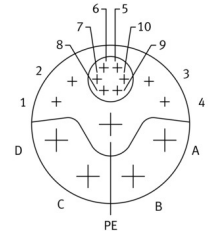
0417EN © SSI SCHÄFER
Printed in Germany.
No liability for printing errors.

SSI SCHAEFER

Servomotor EMMT-AS-60-L-LS-RS

Artikelnummer: 5242212

FESTO



Gegevensblad

Functie	Waarde
Typeafkorting	EMMT-AS
Omgevingstemperatuur	-15 °C ... 40 °C
Aanwijzing bij de omgevingstemperatuur	tot 80 °C met derating van -1,5% per graad Celsius
Max. opstelhoogte	4000 m
Informatie over max. installatiehoogte	Vanaf 1.000 m alleen met derating van -1,0% per 100 m
Lagertemperatuur	-20 °C ... 70 °C
Relatieve luchtvochtigheid	0 - 90 %
Conform norm	IEC 60034
Warmteklasse conform EN 60034-1	F
Max. wikkelingstemperatuur	155 °C
Bedrijfstype volgens EN 60034-1	S1
Temperatuurbewaking	Digitale motortemperatuuroverdracht via EnDat 2.2
Motorbouwworm conform EN 60034-7	IM B5 IM V1 IM V3
Inbouwpositie	Willekeurig
Beschermingsklasse	IP40
Informatie over beschermingsklasse	IP40 voor motoras zonder radiale asafdichtingsring IP65 voor motoras met radiale asafdichtingsring IP67 voor motorbehuizing inclusief aansluittechniek
Rondlooptrouwkeurigheid, coaxialiteit, vlakloop conform DIN SPEC 42955	N
Balanstolerantie	G 2,5
Grendelmoment	<1,0% van het piekkoppel
Levensduur lager bij nominale condities	20000 h
Interfacecode motor out	60P
Elektrische aansluiting 1, aansluittype	Hybride stekker
Elektrische aansluiting 1, aansluittechniek	M23x1
Elektrische aansluiting 1, aantal polen/adere	15
Elektrische aansluiting 1, aansluitschema	00995913
Vervuilinggraad	2
Materiaal-informatie	LABS-houdende stoffen inbegrepen RoHS conform
Corrosiebestendigheidsklasse KBK	0 - geen corrosiebelasting

Functie	Waarde
Trillingsbestendigheid	Transportcontrole met scherpptegraad 2 conform FN 942017-4 en EN 60068-2-6
Schokbestendigheid	Schoktest met scherpptegraad 2 conform FN 942017-5 en EN 60068-2-27
Goedkeuring	RCM Mark c UL us - Recognized (OL)
CE-teken (zie conformiteitsverklaring)	Conform EU-EMC-richtlijn Conform EU-laagspanningsrichtlijn conform EU-RoHS-richtlijn
Certificaat instantie van afgifte	UL E342973
Nominale bedrijfsspanning DC	325 V
Wikkelingsschakeltype	Ster inwendig
Aantal poolparen	5
Stilstandsdraaimoment	1.66 Nm
Nominaal draaimoment	1.4 Nm
Piekmoment	5.6 Nm
Nominaal toerental	3000 1/min
Max. toerental	6800 1/min
Max. mechanisch toerental	16000 1/min
Nominaal vermogen motor	440 W
Continue houdstroom	3.8 A
Nominale stroom motor	3.2 A
Piekstroom	18.3 A
Motorconstante	0.44 Nm/A
Stilstandsdraaimomentconstante	0.52 Nm/A
Spanningsconstante fase-fase	31.2 mVmin
Wikkelingsweerstand fase-fase	2.68 Ohm
Wikkelingsinductiviteit fase-fase	12 mH
Wikkeling langsinductiviteit Ld (fase)	5 mH
Wikkeling dwarsinductiviteit Ld (fase)	6 mH
Elektrische tijdconstante	3 ms
Thermische tijdconstante	43 min
Thermische weerstand	1 K/W
Meetflens	250 x 250 x 15 mm, staal
Totaal uitgaand traagheidsmoment	0.403 kgcm ²
Productgewicht	1910 g
Toegelaten axiale asbelasting	70 N
Toegestane radiale asbelasting	350 N
Rotorpositiesensor	Encoder absoluut single turn
Rotorpositiesensor fabrikantaanduiding	ECL 1118
Rotorpositiesensor absoluut detecteerbare omwentelingen	1
Rotorpositiesensor interface	EnDat 22
Rotorpositiegever meetprincipe	Inductief
Rotorpositiesensor bedrijfsspanning DC	5 V
Rotorpositiesensor bedrijfsspanningsbereik DC	3.6 V ... 14 V
Rotorpositiesensor positiewaarden per omwenteling	262144
Rotorpositiesensor resolutie	18 bit
Rotorpositiesensor systeemnauwkeurigheid hoekmeting	-120 arcsec ... 120 arcsec
MTTF, deelcomponent	190 jaar, rotorpositiesensor
MTTFd, subcomponent	380 jaar, rotorpositiesensor

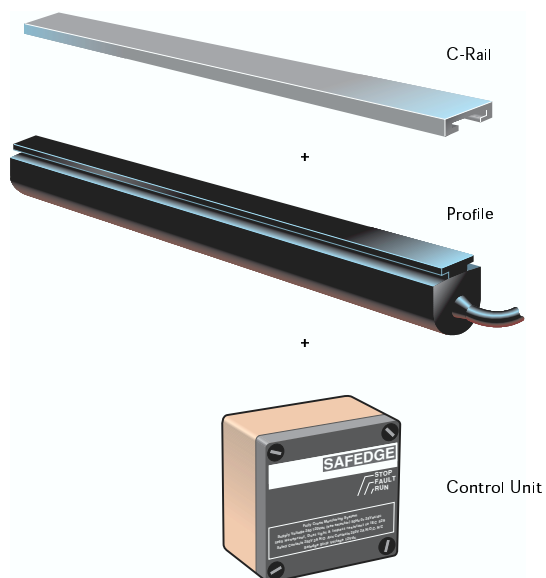
Presence Sensing Safety Devices

Safety Edges

Overview

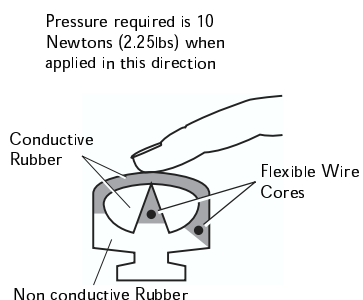
System Components

The Safedge sensitive edge systems are used in a variety of applications where the edge of an object must be detected by contact. The Safedge system consists of three parts: 1) a c-rail, which is used to mount the profile; 2) a profile, which contains the sensing surface; and 3) a control unit, which checks the operation of the profile and interfaces with the control system. A typical system is shown below.



Operating Principle

The profile works on the principle of a two-wire design with conductive rubber. Two wires run the length of the profile. The wires are terminated with a known resistor. When the profile is deformed, the conductive rubber comes in contact with each other and causes the overall resistance to drop.

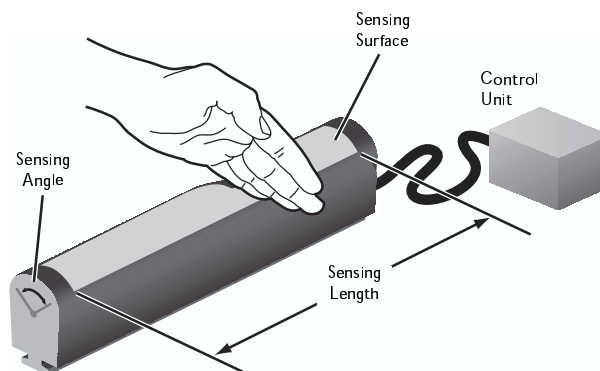


The control unit provides a voltage source to the wires in the profile. It continuously checks the continuity of the wires for shorts, opens and changes in resistance. If the circuit opens, becomes shorted, or the resistance changes, the output of the control unit turns off.

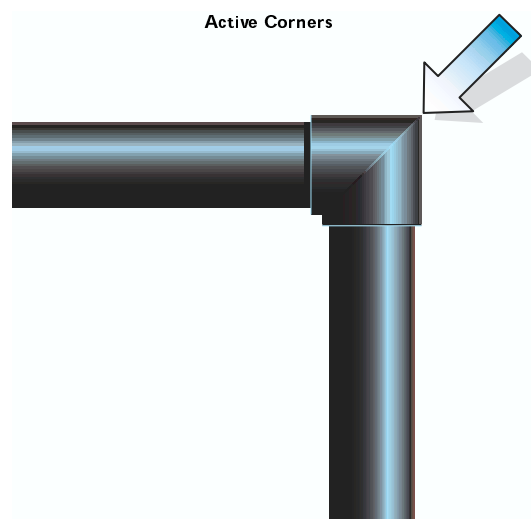
The control unit can also be used to monitor the performance of the output switching devices.

Sensing Surface

The profile is best actuated along its sensing surface. The sensing surface of the Safedge system is active along almost the full length of the edge. The 10 millimetres at the beginning and end are not active.

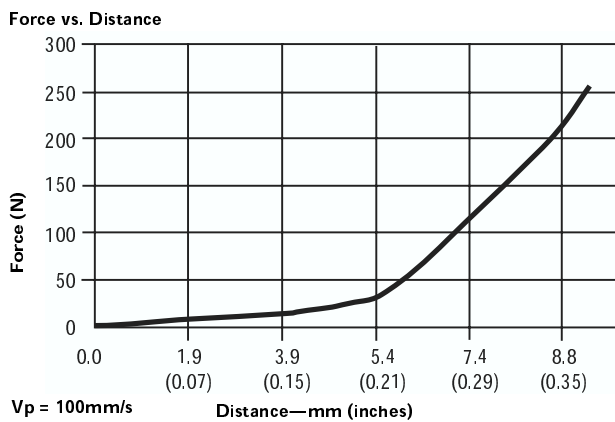
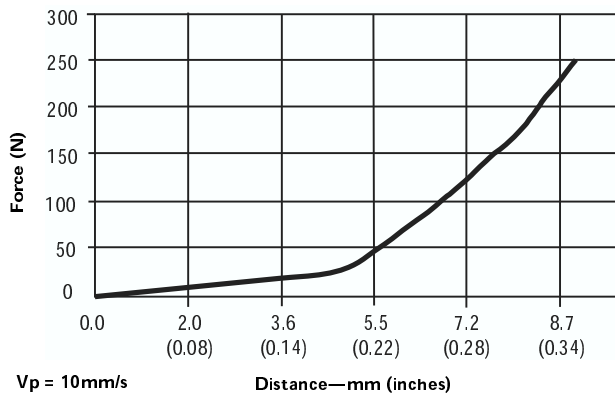


One distinct advantage of the Safedge system is the active corners. Pressure applied to the corners is detected by the control unit.



Force Travel Relationship

Since the Safedge system is a contact device, a force is required to operate the device. This force is dependent on the shape of the object applying the force, the speed of the object and deformation distance on the profile. To help understand the force requirements, the European standard EN1760-1 provides three test objects travelling at two speeds. Shown in the graph below is the force that is applied over the deformation distance on the surface of the profile. Note that the force required to operate the corners is greater than the force required along the straight section of the profile. This force must be used as a guideline, as the inanimate object can not be harmed.



Risk Assessment

A risk assessment must be performed to determine the proper use of the edge system. Additional protective measures must be used when an individual can reach around or over the edge system and gain access to a hazard. The edge system is designed to be a contact type of system. Therefore “cushion factor” is an important consideration.

Selecting the Cushion Factor

One of the important characteristics of edge systems is called cushion factor. The cushion factor is the distance the profile can be depressed after the signal is generated. This is important when the profile is mounted on automated doors.

Automated doors will continue to close for some finite time after the profile sends the initial stop signal. This is known as the system response time. The system response time is the sum of the Safedge control unit response time, the control system response time, and the mechanical stopping time. Systems with longer response time should utilize larger cushion factors. Users must validate that injury does not occur if parts of the body get jammed, for example between the sensing edge and the fixed part of a machine.

Users might also consider a reversing option. When the profile is depressed, the Safedge control unit sends a signal to a reversing relay. Since the reversing relay is not a safety rated device, the user must still confirm that injury does not occur if parts of the body get jammed.

Presence Sensing Safety Devices

Safety Edges

Overview

Typical Applications

Typical applications for sensitive edge systems are:

- Sliding doors
- Sliding gates
- Automated guided vehicles
- X-Y tables
- Fence tops
- Scissor jacks
- Loading platforms

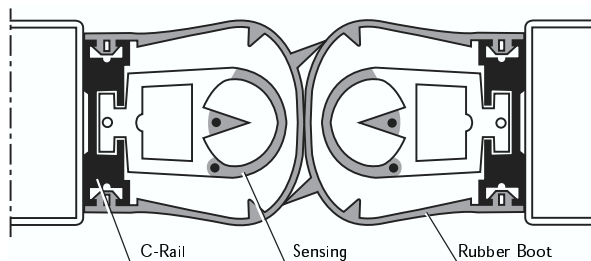
The profile is mounted on the leading edge of the moving object. As the profile comes in contact with an object, the sensing surface of the profile deforms. The deformation causes the conductive rubber parts to make contact and reduce the circuit resistance. The control makes contact.

Typically, the edge of the object is leading edge and is moving, like a sliding door or gate. Edge systems have also been used on the leading edges of X-Y tables and automated guided vehicles.

In some applications, a drip edge or seal is needed to reduce wind and rain leaking into a door. The Safedge system accommodates both types of applications. Safedge has three profiles that include a sealing lip.

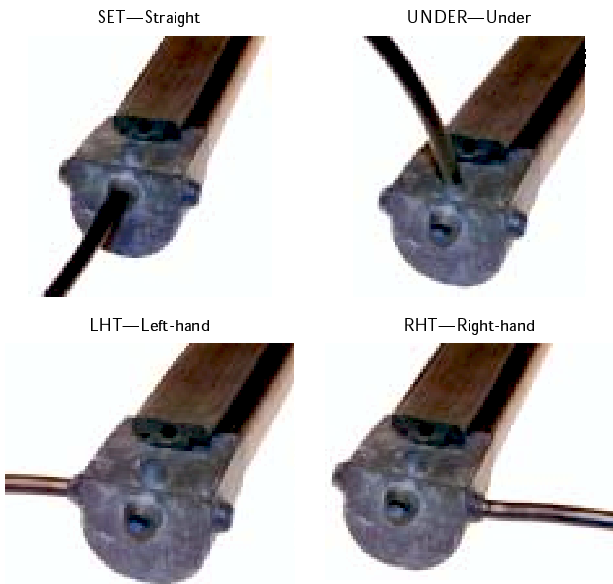


Safedge can also be ordered with a rubber cover as shown below. This allows compression of the rubber boot without deforming the profile.



Cable Termination

The cable can be terminated in one of four ways providing flexibility in design and installation of cable routing. Specify the LHT or RHT from the point of view of looking directly at the end of the profiles as shown below.

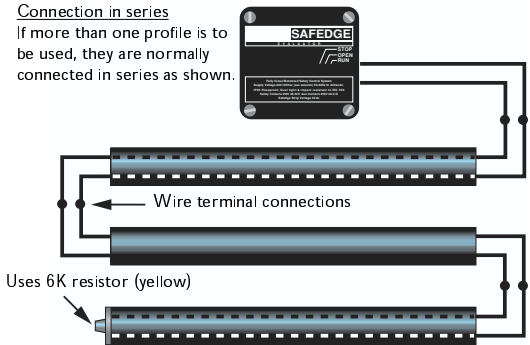


Connection Methods

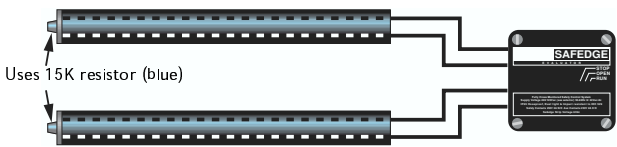
The profiles can be connected in one of two ways: series or parallel. Either method provides the same performance. Selection of the method is determined by ease of installation. The more popular method is series.

Series Connection

Connection in series
If more than one profile is to be used, they are normally connected in series as shown.



Parallel Connection

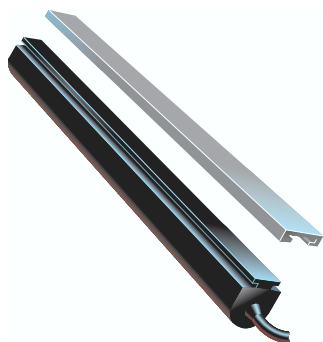


A maximum of two profiles can be connected in parallel.

Presence Sensing Safety Devices

Safety Edges

Safedge™ Profiles



Description

The ability of the Safedge profile to out perform competition lies in its innovative design. It uses a combination of non conductive rubber and flexible wire cored conductive rubber bonded together so it keeps bouncing back into shape even after repeated compressions.

The Safedge profiles come in 3 different cushions factors: 5mm (0.2in), 19mm (0.75in) and 41mm (1.6in). Cushion factor is the distance the profile can be depressed after a signal has been generated. The profiles are also offered with a sealing lip which is designed to reduce drafts between the profile and opposing surface.

The profiles come in two different materials. Use the EPDM material in the presence of conductive fluids. The NBR/CR material performs better in the presence of oils. Review the chemical resistance chart to help make the best choice of material. If in doubt, a small sample of the profile should be tested for chemical resistance before a final selection is made.

The Safedge profile has no rigid internal parts which can “break through” or cause fatigue failures after prolonged use. The multi-stranded copper wire core throughout the length of the strip insures that there are no problems of resistance build up on long lengths.

Features

- Various profiles
- Conductive rubber technology
- Up to 50m lengths
- Aluminium, plastic or zinc coated steel, mounting rails
- Rubber boot optional
- Active corners
- Sealing lip available

Specifications

Standards	EN1760-2, EN 954-1, ISO13849-1, IEC/EN60204-1, ANSI B11.19, AS 4024.5
Approvals	CE marked for all applicable directives, cULus and TÜV, c-tick not required
Power supply	Operates on 4V DC supplied from control unit
Operating temperature	EPDM material -5°C to +55°C (23°F to 131°F) NBR/CR material 0°C to + 55°C (32°F to 131°F)
Humidity	90% RH
Enclosure Protection	IP67 (NEMA 6P)
Conductor Size	(18AWG)
Materials	EPDM Ethylene Propylene Diene Modified Rubber NBR/CR Acrylonitrile (34% nitrile) Butadiene Rubber/Chloroprene Rubber
Mounting	Any position using Type C112 “C” rail
Weight	See Ordering Details

Chemical Resistance of Safedge Profile

Substance	Resistance—“S” Profile EPDM	Resistance—“N” Profile NBR/CR
Acetic Acid (10%)	Good	Good
Acetone	Good	Fair
Ammonium Hydroxide (35%)	Good	Good
Benzene	Poor	Poor
Diesel Oil	Poor	Good
Ethyl Alcohol (Ethanol)	Good	Good
Hydrochloric Acid (10%)	Good	Good
Lubricating Oil	Poor	Good
Nitric Acid (10%)	Good	Fair
Petrol	Poor	Fair
Silicone Fluids	Good	Good
Sodium Chloride (25%)	Good	Good
Trichlorethylene	Good	Poor
Vegetable Oils (general)	Good	Good
Water (distilled)	Good	Good
Water (sea)	Good	Good

Product Selection—Profiles

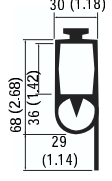
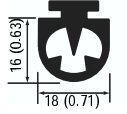
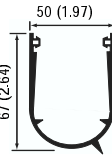
Code (Page 2-100)	Dimension	Profile	Description	Cushion Factor	Length— m (ft)	Catalogue Number
A		0110S	Black, EPDM, Weight: 463g/m (0.33lbs/ft)	5mm	5 (16.4)	440F-E0110S05
					10 (32.8)	440F-E0110S10
					20 (65.6)	440F-E0110S20
C		0110N	Black, NBR/CR, Weight: 460g/m (0.31lbs/ft)	5mm	5 (16.4)	440F-E0110N05
					10 (32.8)	440F-E0110N10
					20 (65.6)	440F-E0110N20
B		0110R	Red, EPDM, Weight: 502g/m (0.34lbs/ft)	5mm	5 (16.4)	440F-E0110R05
					10 (32.8)	440F-E0110R10
					20 (65.6)	440F-E0110R20
E		1610S	Black, EPDM, Weight: 843g/m (0.57lbs/ft)	19mm	5 (16.4)	440F-E1610S05
					10 (32.8)	440F-E1610S10
					20 (65.6)	440F-E1610S20
F		1610N	Black, NBR/CR, Weight: 837g/m (0.56lbs/ft)	19mm	5 (16.4)	440F-E1610N05
					10 (32.8)	440F-E1610N10
					20 (65.6)	440F-E1610N20
H		0310S	Black, EPDM, Weight: 1209g/m (0.81lbs/ft)	41mm	5 (16.4)	440F-E0310S05
					10 (32.8)	440F-E0310S10
					20 (65.6)	440F-E0310S20
D, J		0510S	Black, EPDM, with Sealing Lip Weight: 545g/m (0.37lbs/ft)	5mm	5 (16.4)	440F-E0510S05
					10 (32.8)	440F-E0510S10
					20 (65.6)	440F-E0510S20
G, K		0804S	Black, EPDM, with Sealing Lip Weight: 1013g/m (0.68lbs/ft)	19mm	5 (16.4)	440F-E0804S05
					10 (32.8)	440F-E0804S10
					20 (65.6)	440F-E0804S20

Presence Sensing Safety Devices

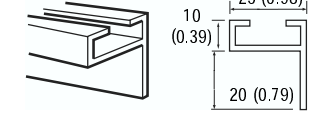
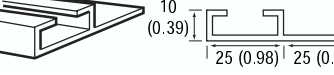
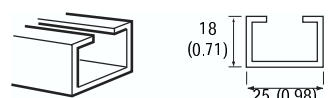
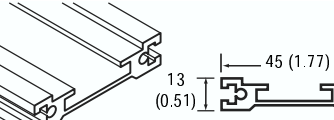
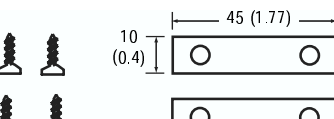
Safety Edges

Safedge™ Profiles

Product Selection—Profiles

Code (Page 2-100)	Dimension	Profile	Description	Cushion Factor	Length— m (ft)	Catalogue Number
I, L		0210S	Black, EPDM, with Sealing Lip Weight: 1291g/m (0.87lbs/ft)	41mm (1.61in)	5 (16.4)	440F-E0210S05
					10 (32.8)	440F-E0210S10
					20 (65.6)	440F-E0210S20
M		0118S	Black, EPDM Weight: 242g/m (0.163lbs/ft)	3.75mm (0.15in)	5 (16.4)	440F-E0118S05
					10 (32.8)	440F-E0118S10
					20 (65.6)	440F-E0118S20
N, O		1111S	Black, EPDM Weight: 680g/m (0.457lbs/ft)	NA	5 (16.4)	440F-E1111S05
					10 (32.8)	440F-E1111S10
					20 (65.6)	440F-E1111S20

Product Selection—“C” Rails

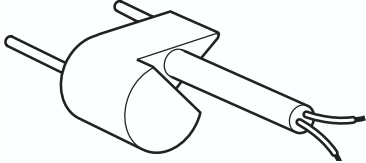
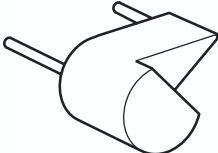
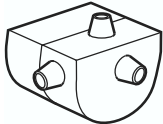
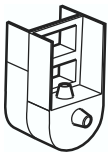
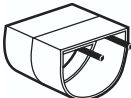
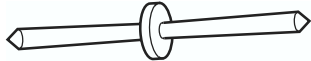
Code	Dimension—mm (inches)	Description	Catalogue Number
A		Aluminium type; Type C112/A Suitable for all profiles. 3m (9.8ft) length Weight: 258g/m (0.17lbs/ft)	440F-R1212
B		Zinc-Coated Steel; Type C112/S Suitable for all profiles 2m (6.5ft) length Weight: 663g/m (0.45lbs/ft)	440F-R1112
C		PVC Black; Type C112/PB Suitable for all profiles 3m (9.8ft) length Weight: 111g/m (0.07lbs/ft)	440F-R1212PB
D		PVC Red; Type C112/PR Suitable for all profiles 3m (9.8ft) length Weight: 111g/m (0.07lbs/ft)	440F-R1212PR
E		PVC Yellow; Type C112/PY Suitable for all profiles 3m (9.8ft) length Weight: 111g/m (0.07lbs/ft)	440F-R1212PY
F		Aluminium Vertical Lip; Type C112/A2 Suitable for all profiles 2m (6.5ft) length Weight: 368g/m (0.25lbs/ft)	440F-R1214
G		Aluminium Horizontal Lip; Type C112/A3 Suitable for all profiles 2m (6.5ft) length Weight: 388g/m (0.26lbs/ft)	440F-R1215
H		Aluminium Deep Channel; Type C112/A4 Suitable for all profiles 2m (6.5ft) length Weight: 345g/m (0.23lbs/ft)	440F-R1216
I		Aluminium; Suitable for Mini Profile Only 2m (6.5ft) length Weight: 150g/m (___lbs/ft)	440F-R1219
J		Aluminium Suitable for Rubber Boot Only ?m (ft) length Weight: 667g/m (0.448lbs/ft)	440F-R2151
NA		Aluminium End Plate for C-Rail Option J 2 Plates 4 Screws, flat head, Phillips, 10mm, #6, Weight: 7g (0.01lbs)	440F-R2152

Presence Sensing Safety Devices

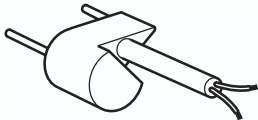
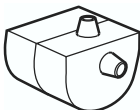
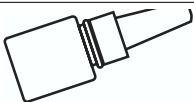
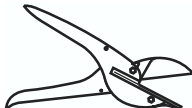
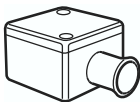
Safety Edges

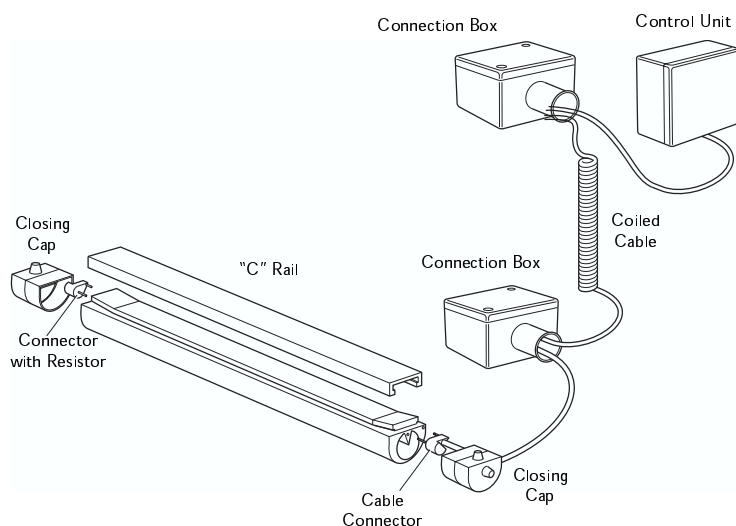
Safedge™ Profiles

Product Selection—Component Parts

Dimension	Name	Description	Catalogue Number
	Connector and Cable	1m	440F-A1301
		2m	440F-A1302
		5m	440F-A1305
		12m	440F-A1306
		15m	440F-A1307
	Terminator	6kΩ (yellow) resistor for series termination	440F-A1308
		15kΩ (blue) for parallel termination	440F-A1309
	Closing Cap	Closing Cap material: EPDM	440F-A1302S
		Closing Cap material: NRB	440F-A1302N
	Closing Cap	To close profiles 440F-E0310S and 440F-E1610S.	440F-A1303S
		To close profiles 440F-E1610N.	440F-A1303N
	Axial Connector	With this connector you can directly connect two profiles. Suitable for 440F-E0110S and 440F-E0110R profiles.	440F-A0061S
	Straight Pin Connector	Kit contains one pair of pins suitable for one joint.	440F-A0004
	90° Corner Connector	When using profile 440F-E0110S select	440F-A0071S
		When using profile 440F-E0110R select	440F-A0071S
		When using profile 440F-E0110N select	440F-A0071N
		When using profile 440F-E0310S select	440F-A0073S
		When using profile 440F-E1610S select	440F-A0074S
		When using profile 440F-E1610N select	440F-A0074N
	90° Corner Connector (vertical)	When using profile 440F-E0110N select	440F-A0072N
		When using profile 440F-E0110S or 440F-E0110R select	440F-A0072S
		When using profile 440F-E1610N select	440F-A0075N
		When using profile 440F-E1610S select	440F-A0075S
		When using profile 440F-E0310S select	440F-A0076S
	45° Corner Connector	When using profile 440F-E0110N	440F-A0071N45
	60° Corner Connector	When using profile 440F-E0110N	440F-A0071N60

Product Selection—Component Parts

Dimension	Name	Description	Catalogue Number
	Connector and Cable	Use only on Mini Profile—1m	440F-A1181
		Use only on Mini Profile—3m	440F-A1183
		Use only on Mini Profile—5m	440F-A1185
	Terminator	Use only on Mini Profile— 8kΩ (yellow) resistor for series termination	440F-A1186
	Closing Cap	Use only on Mini Profile— Closing Cap material: EPDM	440F-A1318
	Cyanocrylate Adhesive	Contents: 3g. Sufficient for approximately 10 terminations.	440F-A0020
	Shears	Use to cut profiles.	440F-A3084
	Connection Box	Polycarbonate housing 53mm X 53mm X 35mm complete with two pole terminal and trumpet type screw on connector with strain and relief clamp. For use with coiled cable	440F-A0116
	Coiled Connection Cable	2.5m (8.2ft) (extended) of flexible coiled cable.	440F-A2450
		3.5m (11.5ft) (extended) of flexible coiled cable.	440F-A2700



Example application of profile using coiled cable. The coiled cable can not be directly connected to the profile due to the weight of the cable. The proper use of the coiled cable is to connect the coiled cable to the profile through the connection box. The coiled cable should be secured to both the moving and stationary objects so as to prevent straining of the terminal connections.

Presence Sensing Safety Devices

Safety Edges

Safedge™ Profiles

Factory Assembled Product Selection (standard profile)

440F-E **C** **A** **M** **V** **01270**

a *b* *c* *d* *e*

a

Profile	
Code	Description
A	0110S
B	0110R
C	0110N
D	0510S with Sealing Lip on Right Side
E	1610S
F	1610N
G	0804S with Sealing Lip on Right Side
H	0310S
I	0210S with Sealing Lip on Right Side
J	0510S with Sealing Lip on Left Side
K	0804S with Sealing Lip on Left Side
L	0210S with Sealing Lip on Left Side
N	Rubber Boot over 0110S
O	Rubber Boot over 1610S

b

"C" Rail	
Code	Description
A	1212 aluminium for "Profile" codes A-L
B	1112 zinc coated steel for "Profile" codes A-L
C	1212PB PVC black for "Profile" codes A-L
D	1212PR PVC red for "Profile" codes A-L
E	1212PY PVC yellow for "Profile" codes A-L
F	1214 aluminium with vertical lip for "Profile" codes A-L
G	1215 aluminium with horizontal lip for "Profile" codes A-L
H	1216 aluminium deep rail for "Profile" codes A-L
J	2151 aluminium for "Profile" codes N and O
N	No C-Rail (not needed)

c

Cable Entrance	
Code	Description
A	LHT left entrance with 1m cable
B	LHT left entrance with 2m cable
C	LHT left entrance with 3m cable
D	LHT left entrance with 5m cable
E	LHT left entrance with 10m cable
F	RHT right entrance with 1m cable
G	RHT right entrance with 2m cable
H	RHT right entrance with 3m cable
I	RHT right entrance with 5m cable
J	RHT right entrance with 10m cable
K	SET straight entrance with 1m cable
L	SET straight entrance with 2m cable

d (continued)

Cable Entrance	
Code	Description
J	RHT right entrance with 10m cable
K	SET straight entrance with 1m cable
L	SET straight entrance with 2m cable
M	SET straight entrance with 3m cable
N	SET straight entrance with 5m cable
O	SET straight entrance with 10m cable
P	UNDER entrance with 1m cable
Q	UNDER entrance with 2m cable
R	UNDER entrance with 3m cable
S	UNDER entrance with 5m cable
T	UNDER entrance with 10m cable

e

Termination	
Code	Description
A	LHT left exit with 1m cable
B	LHT left exit with 2m cable
C	LHT left exit with 3m cable
D	LHT left exit with 5m cable
E	LHT left exit with 10m cable
F	RHT right exit with 1m cable
G	RHT right exit with 2m cable
H	RHT right exit with 3m cable
I	RHT right exit with 5m cable
J	RHT right exit with 10m cable
K	SET straight exit with 1m cable
L	SET straight exit with 2m cable
M	SET straight exit with 3m cable
N	SET straight exit with 5m cable
O	SET straight exit with 10m cable
P	UNDER exit with 1m cable
Q	UNDER exit with 2m cable
R	UNDER exit with 3m cable
S	UNDER exit with 5m cable
T	UNDER exit with 10m cable
U	Parallel Termination—15kΩ
V	Series Termination—6kΩ

f

Length of Edge	
Code	Description
5 digit number	Enter length of edge in mm for example: 50m=50000; 500mm=00500 300mm minimum

❶ Order controller separately. See page 2-104 for selection details.

Factory Assembled Product Selection
(mini-profile)



440F-E • M I M V 01270
 a b c d e

Profile	
Code	Description
M	0118S 3.75mm (0.15in) Cushion Factor Black, Mini Profile

b

"C" Rail	
Code	Description
I	1219 aluminium for "Profile" code M
N	No C-Rail (not needed)

c	
Cable Entrance	
Code	Description
K	SET straight entrance 1m cable
M	SET straight entrance 3m cable
N	SET straight entrance 5m cable
P	UNDER entrance 1m cable
R	UNDER entrance 3m cable
S	UNDER entrance 5m cable

d

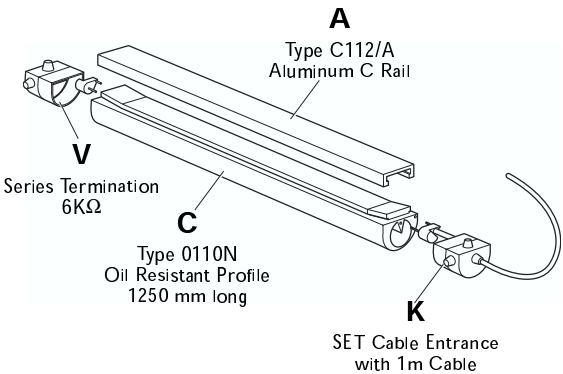
Termination	
Code	Description
K	SET straight entrance 1m cable
M	SET straight entrance 3m cable
N	SET straight entrance 5m cable
P	UNDER entrance 1m cable
R	UNDER entrance 3m cable
S	UNDER entrance 5m cable
V	Series Termination—8kΩ

e

Length	
Code	Description
5 digit number	Enter length of edge in mm for example: 50m=50000; 500mm=00500 300mm minimum

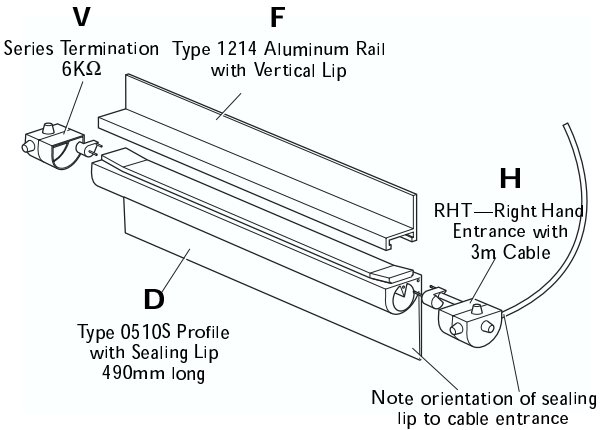
❶ Order controller separately. See page 2-104 for selection details.

440F-ECAKV01250



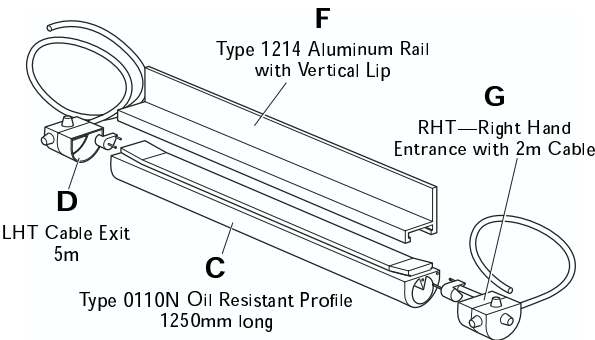
This is a single oil resistant profile which is 1250mm long. The edge is terminated with a Series Termination. A 1m cable enters straight into the closing cap from a DIN-rail mounted controller. The profile is mounted on a standard aluminium C rail.

440F-EDFHV00490



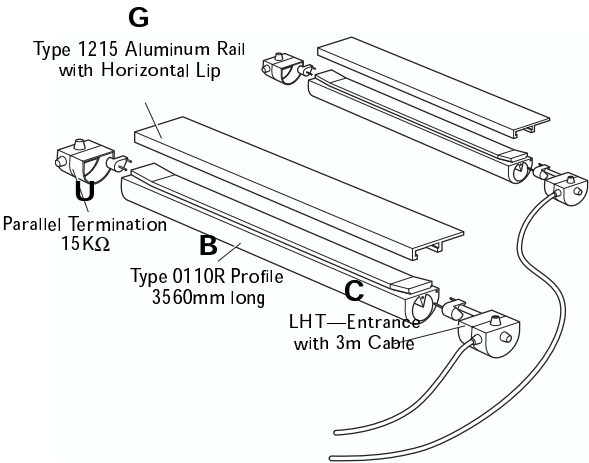
This is single profile has a sealing lip and is 490mm long. The profile is terminated with a Series Termination. A 3m cable enters into the right hand side of the closing cap from a plastic surface mounted controller. The profile is mounted on an aluminium rail with a vertical lip for ease of mounting. The orientation of the sealing lip to the vertical lip can be reversed by the user by sliding the profile out of the C Rail, rotating the C Rail 180° and then re-inserting the profile back into the C Rail.

440F-ECFGD01250



This is a single oil resistant profile which is 1250mm long. The edge is terminated with a 1m cable. A 1m cable enters straight into the closing cap. The profile is mounted on a standard aluminium C rail. A control unit is not included. This edge is intended to be used in series with another length of edge which has a terminating resistor.

440F-EBGCU03560



This is a red-coloured single profile which is 3560mm long. This profile is part of a parallel profile system, for ease of mounting, as it is terminated with a Parallel Termination. A 3m cable enters into the left side of the closing cap from a plastic surface mount controller. The profile is mounted on an aluminium C Rail with a horizontal lip for ease of mounting. The horizontal lip can be reversed by the user by sliding the profile out of the C Rail, rotating the C Rail and then re-inserting the profile back into the C Rail. A separate catalogue number must be entered for the other profile.



Description

The Safedge controllers are designed to operate with the Safedge profiles. The controller continuously monitors the profile for actuation and generates an output signal when the profile is depressed.

The Safedge controller provides a low voltage to the profile. When the profile is pressed, the controller detects a change in resistance and turns off its output relays. When pressure is released from the profile, the output relays of the controller return to an on state. The controller has redundant voltage free positively-guided output relays which can be used to interface with a machine control system.

The '251' controller comes capable of operating at 24V AC/DC, or 120/230V AC from separate terminals. An internal switch changes the operating voltage from 120V AC to 230V AC. The '252' controller operates at 24V AC/DC.

An auxiliary output relay is available to provide a signal about the controller's status. Three LEDs indicate whether the controller is in RUN, STOP or OPEN condition. The controller operates in manual or automatic reset mode.

Features

- 1 N.O. or 2 N.O. Safety Outputs
- 1 N.C. Auxiliary Output
- 24V AC/DC or 120/240V AC
- Output Monitoring
- LED Indicators for RUN, STOP and OPEN
- Automatic/Manual Reset

Specifications

Standards	EN1760-2, EN954-1, ISO 13849-1, AS4024.5, EN954-1, ANSI B11.19
Safety Category	Cat. 3 per EN954-1
Approvals	CE marked for all applicable directives, cULus, TuV
Power Supply 251 252	24V AC/DC or 110/230V AC 50/60Hz 24V AC/DC 50/60Hz
Power Consumption 251 252	<6VA <4VA
Fuses, Internal 251D, 251P 251P 252D	500mA Power Supply, Replaceable 2 x 2A Safety Output, Replaceable 500mA, Resettable
Fuses, External	4A on AC, 2A on DC
Safety Input Profile	6KΩ 12V DC open circuit, 4V DC run condition
Monitoring	1 N.O.
Maximum Input Impedance Profile Monitoring Circuit	9KΩ 1KΩ
Outputs 251 Safety 252 Safety 251, 252 Auxiliary	2 N.O. 1 N.O. 1 N.C.
Output Rating	2A/250V AC, 2A/125V AC 1A/30V DC
Min. Switching Current/Volt.	10mA/10V
Max. Response Time	13ms
Indication LEDs	Green = Run Yellow = Open Circuit Red = Stop
Impulse Withstand Voltage	2500V
Installation Group	C in accordance with VDE0110
Pollution Degree	3
Operating Temperature	-10°C to 55°C (-14°F to 131°F)
Humidity	90% RH
Enclosure Protection 251D, 252D 251P	IP40 (NEMA 1) IP65 (NEMA 13)
Terminal Protection	IP20 DIN 0470
Max Conductor Size 251D, 252D 251P	1 x 4mm ² (10AWG) stranded 1 x 4mm ² (10 AWG) solid 1 x 1.1mm ² (18AWG) stranded 1 x 1.5mm ² (16AWG) solid
Case Material	Polycarbonate
Weight 252D 251D 251P	181g (0.4lbs) 450g (1.0lbs) 650g (1.4lbs)
Vibration	0.15mm 10-55Hz
Shock	10g, 11ms half sine

Presence Sensing Safety Devices

Safety Edges
Safedge™ Controllers

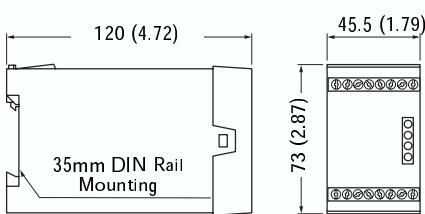
Product Selection

Housing Type	Description	Catalogue Number
	35mm DIN Rail Mountable	440F-C251D
		440F-C252D
	Surface Mountable	440F-C251P

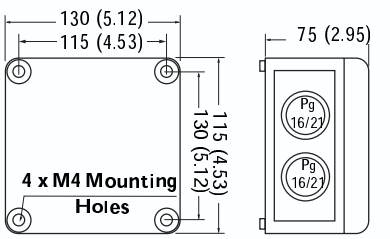
Approximate Dimensions—mm (inches)

Dimensions are not intended to be used for installation purposes.

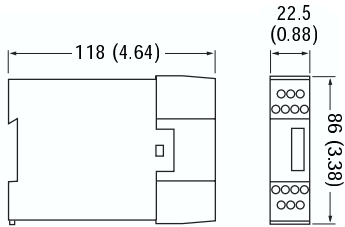
440F-C251D



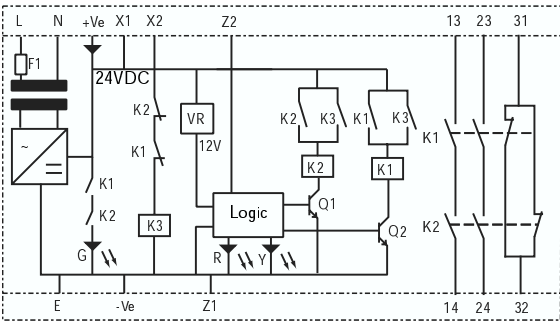
440F-C251P



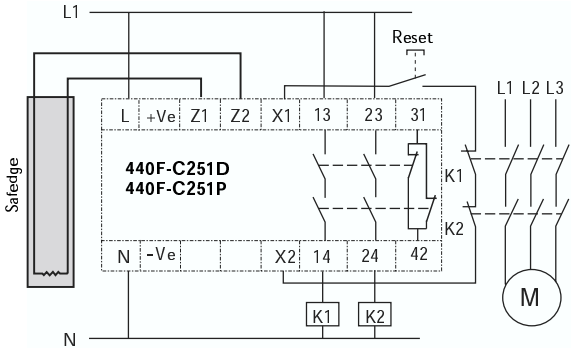
440F-C252D



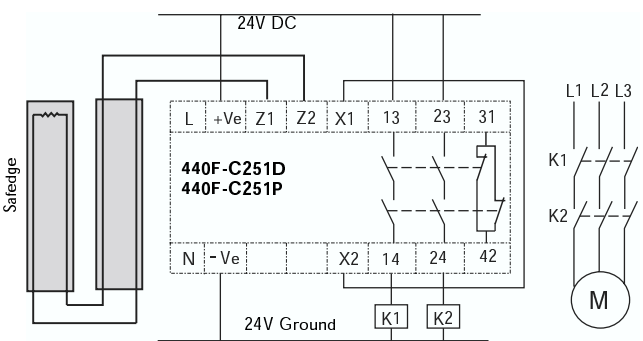
Block Diagram



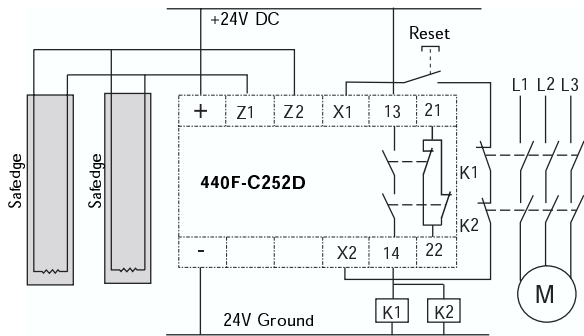
Typical Wiring Diagrams



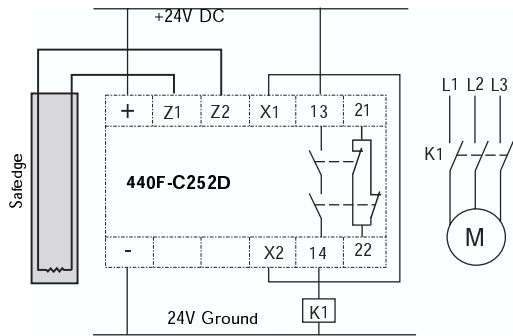
Series Terminated, Safedge Input, Manual Reset, Dual Channel Output, Monitored Output



Series Terminated, Cascaded, Safedge Input, Automatic Reset, Dual Channel Output, No Output Monitored



Parallel Terminated, Safedge Input, Manual Reset, Dual Channel Output, Monitored Output



Series Terminated, Safedge Input, Automatic Reset, Single Channel Output, No Output Monitored

Accessories

Description	Page	Catalogue Number
Fuse, 500mA	14-6	440R-A31562
Fuse, 2A	14-2	440A-A09197

