

Ontwerp van een robot carton erector

Student: Noa Vanderhaeghe,

Promotoren: dhr. Stijn De Smet, mevr. Isabel Sweertvaegher

Begeleider: dhr. Lauren Van De Ginste

In samenwerking met: TVH Parts NV

Academiejaar 2023- 2024

I. INLEIDING

A. TVH

TVH is een wereldwijde leverancier van heftruckonderdelen, industriële voertuigen en material handling-apparatuur. Ze bieden een breed scala aan producten en diensten voor de materiaalbehandelingsindustrie en zijn bekend voor hun betrouwbare onderdelen en uitstekende klantenservice. [1]

B. Situering

Binnen TVH in Plant R, gelegen in Waregem, worden momenteel onderdelen klaargemaakt voor verzending. Hier wordt op vandaag manueel verpakt, voornamelijk omdat deze vestiging grote onderdelen verpakt. Op de site zijn meerdere verpakkingslijnen aanwezig, elk met drie medewerkers. Om de efficiëntie te verhogen dienen de verpakkingslijnen deels geautomatiseerd te worden.

Dit masterproefproject bestaat uit het upgraden van één verouderde verpakkingslijn van TVH in plant R. Bij deze lijn is de taakverdeling als volgt: een eerste medewerker start met een niet-gevormde doos te vormen met behulp van een semi-automatische vormtafel (Figuur 1).



Figuur 1: Semi-automatische vormtafel

De tweede medewerker vult en tapet vervolgens de doos dicht. De medewerker start met het sluiten van de onderkant met behulp van een tapemachine (Figuur 2). Daarna plaatst de medewerker het artikel in de doos en sluit de bovenkant met tape. Een derde medewerker plaatst de gevulde doos op een pallet.



Figuur 2: Tapemachine

Dankzij de upgrade zal het vouwen van dozen geautomatiseerd zijn, waardoor werknemers minder repetitieve taken hoeven uit te voeren en efficiënter ingezet kunnen worden. De verpakkingslijn zal zowel ergonomisch als economisch voordeliger zijn.

II. DOELSTELLINGEN

Concreet is de hoofddoelstelling van deze masterproef het ontwerpen van een flexibele robot carton erector die in staat is om meerdere dozen met verschillende afmetingen te vormen en te sluiten met tape (Tabel 1). Het project is gericht op het vouwen en sluiten van niet-gevormde dozen. De dozen zoals opgelijst worden beschouwd als de minimale vereisten voor het ontwerp. Tijdens het ontwerp wordt echter wel uitgegaan van maximale flexibiliteit naar mogelijke toekomstige uitbreidingen toe buiten deze masterproef.

Tabel 1: Types dozen

Typenummer	Binnenafmetingen	Buitenafmetingen
DZ022	500x500x130	515x515x140
DZ320	320x320x130	330x330x142
DZ360	360x360x150	370x370x170
DZ400	400x400x170	410x410x185

Minimumdoelstellingen:

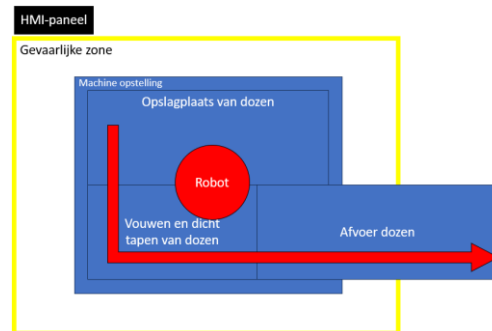
- De machine is voorzien van een PLC sturing verbonden met het bedrijfsnetwerk.
- De machine vormt de verschillende dozen correct en plaatst ze op de transportband.
- De machine behaalt de beoogde capaciteit zodat er een efficiënte lijn verkregen wordt.
- De machine dient gedocumenteerd te zijn aan de hand van een technisch dossier.

III. RESULTATEN

Allereerst werd een marktonderzoek uitgevoerd naar de verschillende machines in een volledige verpakkinglijn. Dit ging specifiek over dozen vouwen, dozen sluiten en dozen palletiseren. Aan de hand van dit marktonderzoek bleek dat standaardoplossingen al snel vervallen in maatwerk omdat ze niet flexibel genoeg zijn, waardoor de wens van TVH om zelf een concept uit te werken voor de automatisatie van hun verpakkinglijn een logische keuze is.

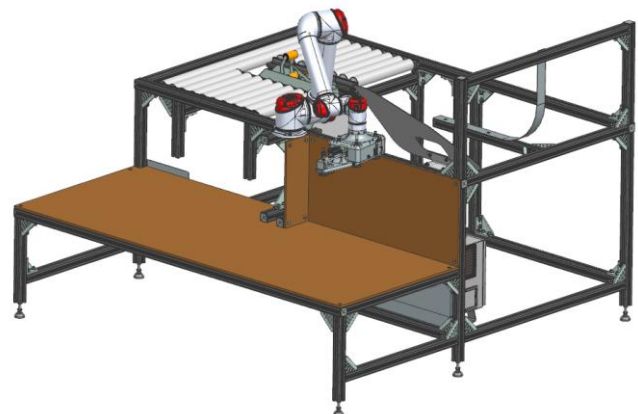
Vervolgens werd een machineconcept (Figuur 3) bedacht, waarvoor verder vooronderzoek nodig was om de juiste technologieën te integreren in het project. Hierbij werden de verschillende doostypes en standaarden, grijptechnologieën, de keuze tussen een robot of cobot, en algemene elektrische behoeften onderzocht.

Uit het onderzoek is vastgesteld dat het gebruik van een pneumatische grijper de meest geschikte oplossing is voor het flexibel grijpen en vormen van dozen. Voor het prototype werd een cobot als een logische keuze beschouwd vanwege de plug-and-play eigenschappen en beschikbaarheid binnen TVH ervan. Echter, voor de uiteindelijke productiemachine wordt aanbevolen om met een robot te werken, gezien deze een grotere payload kan dragen en financieel meer verantwoordbaar is.



Figuur 3: Machineconcept

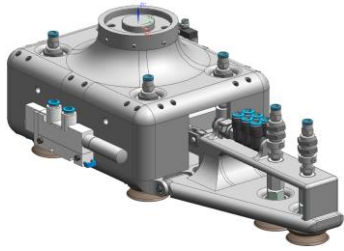
Met behulp van het concept werd het mogelijk om een concreet machineontwerp te maken. Voor dit ontwerp werden drie verschillende aspecten bekeken, namelijk: mechanisch, elektrisch en programmatorisch. Voor elk van deze aspecten werden de nodige ontwerpen gemaakt, waardoor uiteindelijk een samenstelling van alle afzonderlijke componenten kon gemaakt worden, zoals te zien in Figuur 4.



Figuur 4: Machine ontwerp

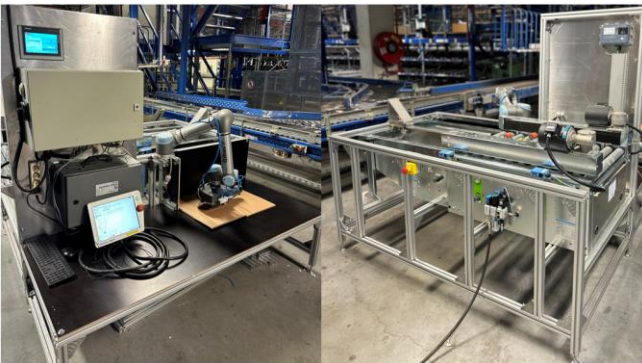
Op deze ontwerpen werden verschillende simulaties gedaan om optimalisaties door te voeren en problemen te identificeren. Finaal werd ook een fysiek prototype gemaakt om de theorie in de praktijk te brengen.

De eigen ontworpen grijper (Figuur 5) voldoet om alle opgegeven doostypes te vormen. Tijdens de fysieke implementatie werden nog enkele optimalisaties doorgevoerd om de grijper sterker te maken.



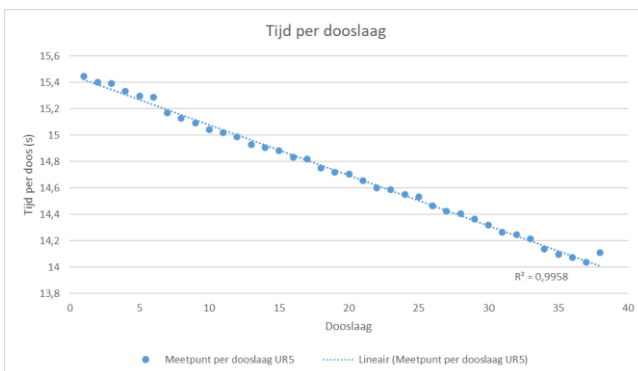
Figuur 5: CAD ontwerp van de grijper

Voor het plooiproces bleek dat het ontwerp zonder externe actor niet optimaal was vanwege de gebruikte cobot en de starheid van de dozen. Daarom werd besloten om twee afzonderlijke units in te bouwen die de dozen mee vormen en sluiten. Op deze manier wordt de beperkte kracht van de cobot omzeilt en is de machine meer bedrijfszeker (Figuur 6).



Figuur 6: Voor- en achterzijde prototype

Uiteindelijk werd voor dit prototype met behulp van een digital twin een theoretische throughput van 4 dozen per minuut behaald (Figuur 7). Deze throughput is laag omdat de cobot bij bepaalde bewegingen met een verminderde snelheid moet werken om snelheidsfouten te voorkomen door een specifieke kinematische berekening.



Figuur 7: Tijd per dooslaag

Om een hogere throughput te bereiken, zijn er enkele optimalisaties mogelijk, zoals het gebruik van een grotere robotarm en het verplaatsen van het dozenmagazijn naar een andere locatie, evenals ervoor zorgen dat de robotarm de dozen altijd op dezelfde plaats grijpt. Hierdoor kan de theoretische throughput worden verhoogd tot ongeveer 5 dozen per minuut.

Uiteindelijk werd het prototype gedocumenteerd in de vorm van een technisch dossier, zodat het aan de machinerichtlijn voldoet. Dit prototype werd afgeleverd als een onvoltooide machine op verzoek van TVH, met de bedoeling later bijbehorende veiligheidscomponenten toe te voegen.

IV. BESLUIT

Dit project richtte zich op het ontwerpen van een flexibele robot carton erector voor TVH, met als doel het upgraden van een verouderde verpakkinglijn in Plant R. Ondanks enkele uitdagingen, zoals beperkingen in cobot kracht, kon het prototype succesvol dozen vormen en sluiten. Er zijn mogelijke optimalisaties geïdentificeerd om de productie-efficiëntie verder te verbeteren, zoals het gebruik van een grotere robotarm en verbeterde plaatsing van de dozen. Het ontwikkelde prototype voldoet aan de vereisten van de machinerichtlijn en is afgeleverd als een onvoltooide machine op verzoek van TVH, met mogelijkheden voor toekomstige verbeteringen op basis van operationele feedback.

Het prototype uit deze masterproef toont aan dat met een flexibele robot carton erector de efficiëntie en productiviteit van de verpakkinglijnen kan verbeterd worden. Een volgende fase omvat de industrialisatie van de testopstelling, waarbij de aanbevelingen uit dit project worden gebruikt voor het bouwen van een machine klaar voor productie.

V. REFERENTIES

- [1] TVH Parts NV, „Informatie over TVH,” TVH, [Online]. Available: <https://www.tvh.com/nl-be/over-tvh>. [Geopend 30 04 2024].

