

## Ontwerp van bijkomend werkstation in robotcel om aluminium profielen te plooiën en te bewerken

Janssen Bart

Molenaers Jarne

Master IW elektromechanica

Master IW elektromechanica

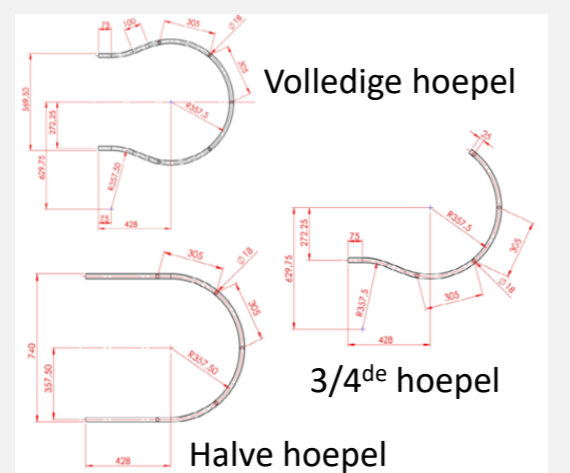
### Situering

Wanneer een brandladder een hoogte heeft van meer dan 3 m moet deze voorzien worden van een **veiligheidskooi** (Figuur 1). Alutra, het bedrijf dat de opdracht gaf voor deze masterproef is gespecialiseerd in het maken van deze brandladders met een veiligheidskooi.

Veiligheidskooi -> aantal open hoepels verbonden door rechte staven.

**Drie soorten hoepels** die gebruikt worden (Figuur 2):

- volledige hoepel (3 bochten),
- halve hoepel (1 bocht),
- 3/4<sup>de</sup> hoepel (2 bochten).



Figuur 2: 2D-tekeningen van de drie soorten hoepels



Figuur 1: Brandladder met veiligheidskooi [1]

### Probleem- en doelstelling

Huidige plooiproces (Figuur 3):

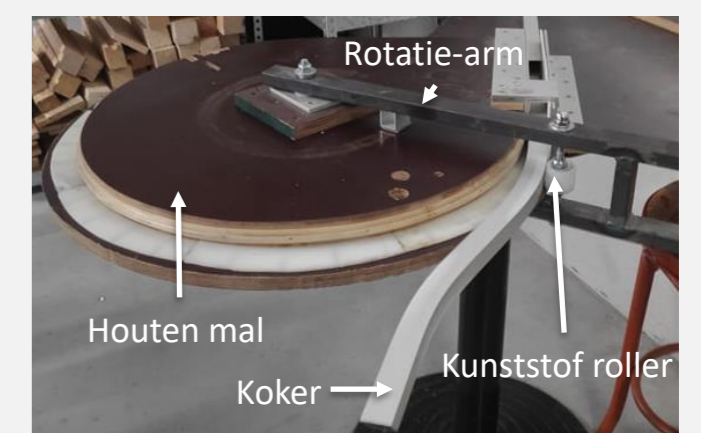
1. rechte koker inklemmen;
2. grote bocht plooiën rond houten mal;
3. opnieuw inklemmen;
4. kleine bocht plooiën;
5. gaten boren.

Probleem:

- **grote onnauwkeurigheid;**
- lange procestijd -> 14 min per hoepel;
- handmatig proces.

Doel:

- werkstation **ontwerpen** in bestaande robotcel (Figuur 4);
- **drie** soorten hoepels kunnen plooiën;
- kuka-robot -> gaten frezen;
- Nauwkeurigheid en procestijd verbeteren.



Figuur 3: Huidige plooiproces



Figuur 4: Robotcel

### Materiaal en methode

#### 1. Literatuurstudie plooiën van kokers.

Vier methodes om kokers te plooiën (Figuur 5):

- rotary draw bending,
- ram bending,
- 3 roll bending,
- compression bending.

Conclusie literatuurstudie:

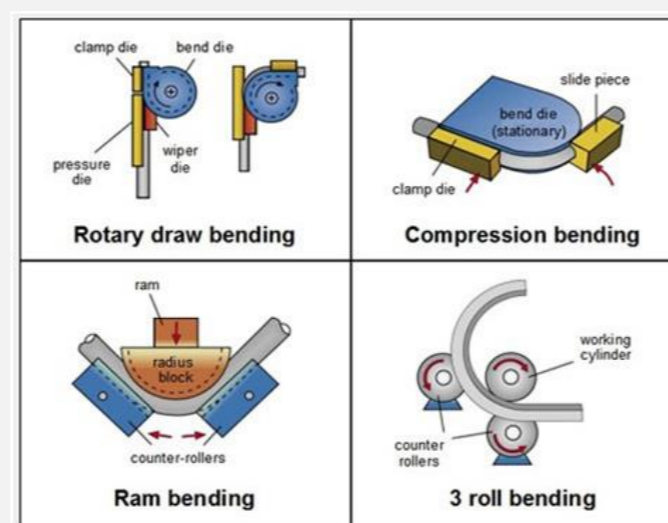
- beste plooi methode -> **Compression bending;**
- geen bestaande plooi machines om hoepels te plooiën.

#### 2. Methode van den Kroonenberg.

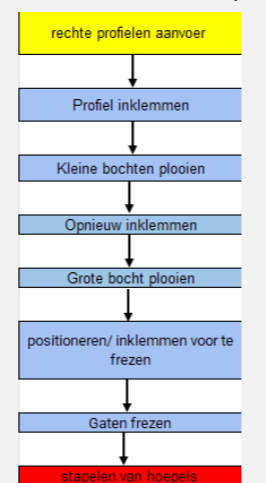
Bepaald m.b.v. de methode van den Kroonenberg:

- eisenpakket,
- functieblokschema -> **functies** die werkstation moet uitvoeren (Figuur 6);
- morfologisch overzicht -> invulling bepalen voor de functies.

Met deze drie zaken -> volgorde van bewerkingen bepaald.



Figuur 5: Methodes om te plooiën

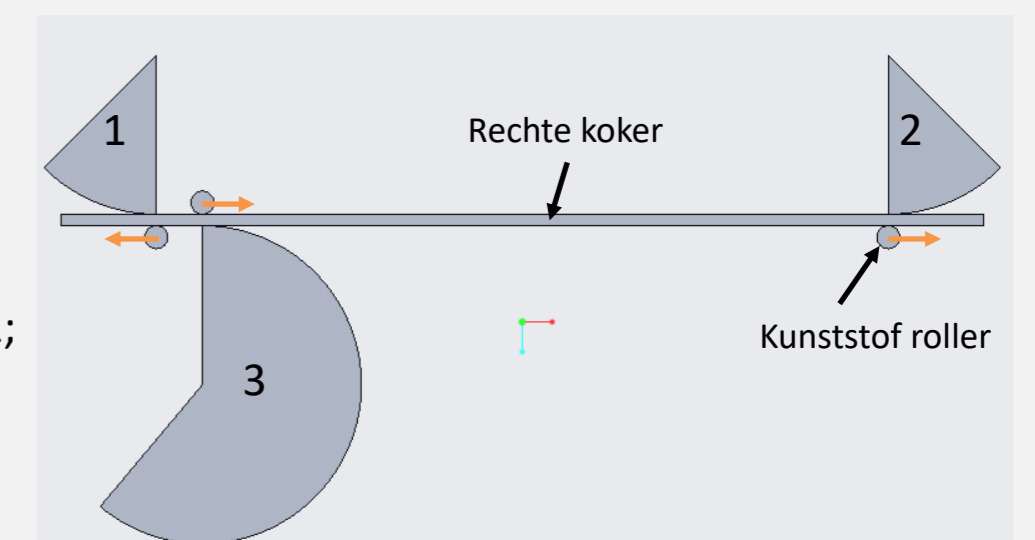


Figuur 6: Functieblokschema

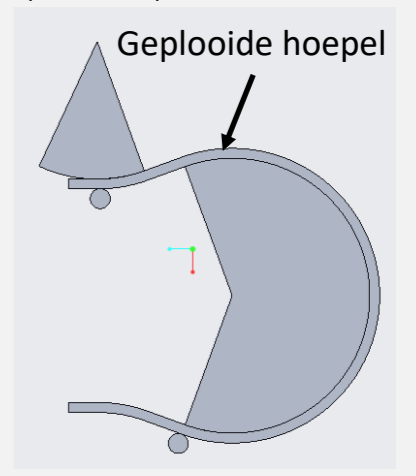
#### 3. Concept

Bewerking volgorde (Figuur 7 en 8):

1. koker aanvoeren langs zijkant;
2. koker vast klemmen in midden;
3. twee kleine bochten plooiën rond mal 1 en 2;
4. klemming in midden koker laat los;
5. grote bocht plooiën rond mal 3;
6. hoepel klemmen rond mal 3;
7. gaten frezen;
8. afvoeren hoepel.



Figuur 7: Concept voor het plooiën



Figuur 8: Concept wanneer de hoepel volledig is geplooid

Uitgaande van concept en volgorde van plooiën:

- **3D ontwerp** gemaakt van aanvoer met magazijn en plooi machine;
- 2D tekeningen gemaakt van belangrijkste onderdelen;
- automatisering ontworpen.

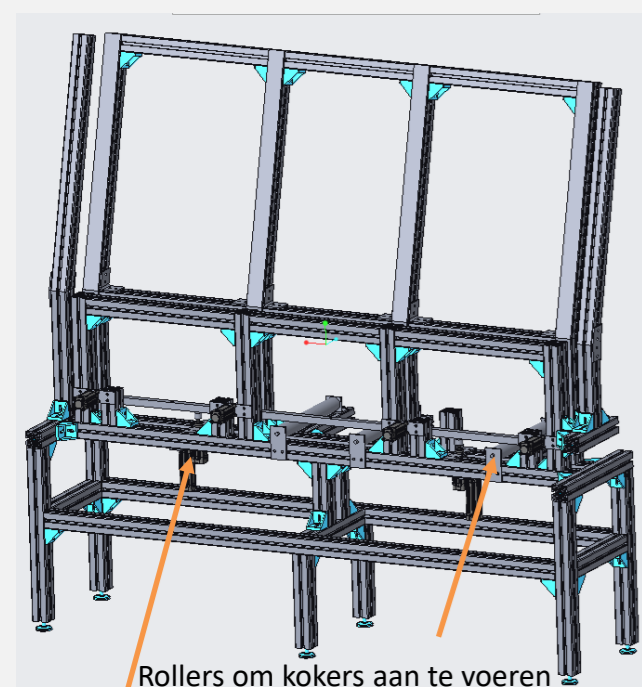
### Conclusie en resultaten

#### 1. Aanvoer met magazijn

Voert rechte kokers horizontaal één voor één aan naar plooi machine (Figuur 9).

Open voorkant voor gemakkelijk inladen van rechte kokers -> magazijn leunt naar achteren.

Magazijn -> 50 horizontaal gestapelde kokers.



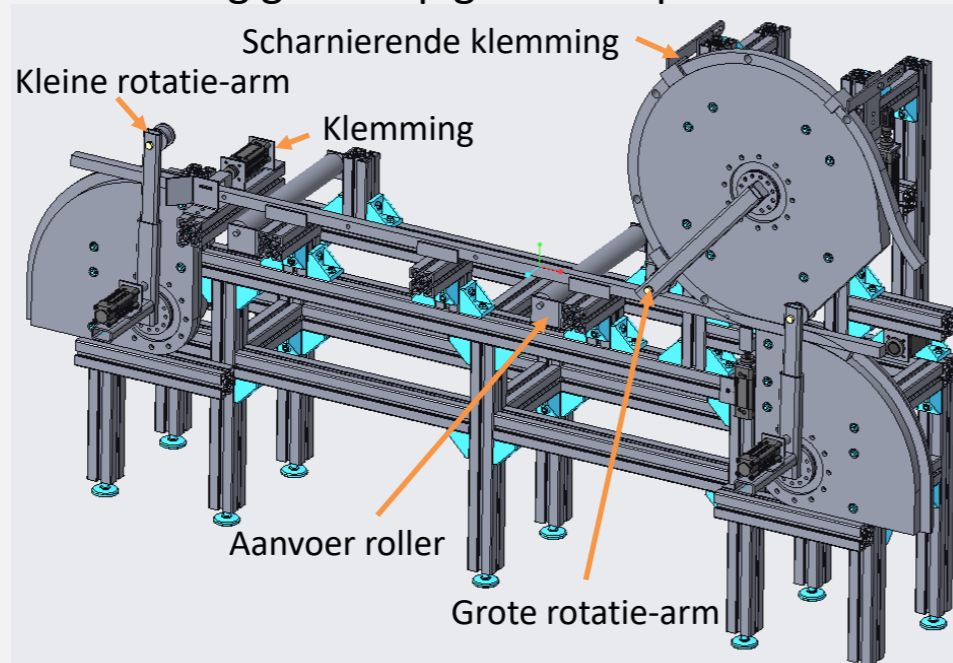
Cilinders om kokers te laten zakken  
Figuur 9: 3D-ontwerp van de aanvoer

#### 2. Plooi machine

Origineel ontwerp stond horizontaal -> door plaatsgebrek **verticaal** geplaatst (Figuur 10).

Experimenteel nodig koppel bepaald voor plooiën -> **520 Nm**.

Rotatie-armen aangedreven door stappenmotor met reductiekast en drive -> Werking getest op gemaakte plooi machine

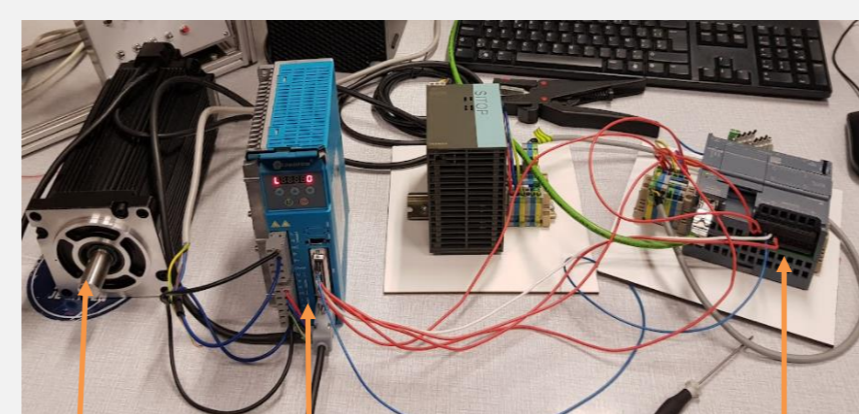


Figuur 10: 3D-ontwerp van de plooi machine

#### 3. Automatisering

Testen van PLC, drive en stappenmotor -> werking begrijpen (Figuur 11).

Nodige parameters bepaald die ingesteld moeten worden in drive.



Figuur 11: Testopstelling

#### 4. Kostenanalyse

- totale kosten van de onderdelen is **17 250 euro;**
- na 1.5 jaar machine al terugverdient.

#### 5. PLC-programma

Stappenplan met voorwaarden om naar volgende stap te gaan (Figuur 12).

Volledig programma geschreven en gesimuleerd in Tia portal.

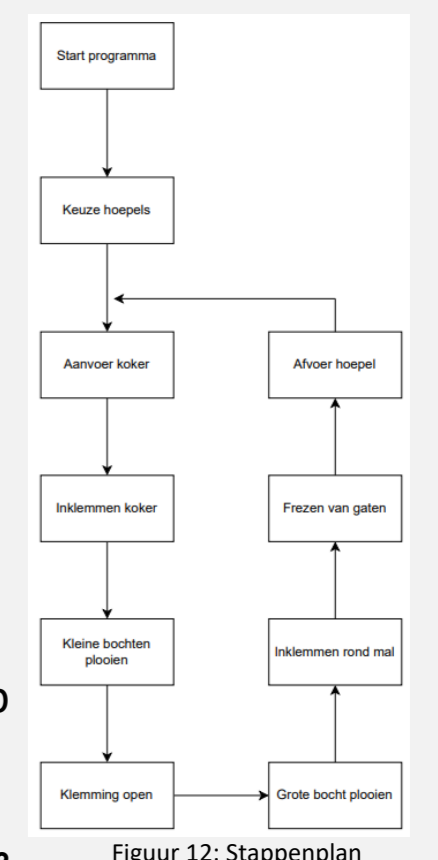
Soort hoepel geselecteerd -> maken tot magazijn leeg is.

#### 6. Testen

Grote plooiing getest op proefopstelling. Procestijd verlaagd naar **6 min** Nauwkeurigheid verhoogd van **1.5°** naar **0.12°** op de te plooiën hoek.

#### 7. Toekomst

- maken van de aanvoer;
- afmaken van plooi machine (Figuur 13);
- Kuka robot programmatie.



Figuur 12: Stappenplan



Figuur 13: Opbouw van het frame