

Elektrificeren van hydraulische voorpers

Student: Walcarius Victor,

Promotoren: Vandoorne Marc, Dereyne Steve

In samenwerking met: Valvan

Academiejahr 2022- 2023

I. INLEIDING

Valvan Baling Systems is een engineeringbedrijf dat deel uitmaakt van de Valtech Group. Ze spitsen zich toe op het produceren van hydraulische balenpersen. Deze worden hoofdzakelijk gebruikt om vezels, vezelachtige materialen, materialen voor recycling, gebruikte kledij, poetslappen, enz. tot balen te persen.

II. DOELSTELLINGEN

Voor Valvan Baling Systems wordt onderzoek uitgevoerd om de voorpers van hun carrouselfers te elektrificeren. Ze willen een stap voor blijven op hun concurrenten en besloten begin 2022 onderzoek te starten naar het elektrificeren van zijn balenpersen. De grote slaglengte en krachten van de hoofdpers kunnen elektrisch nog zeer moeilijk behaald worden. Daarom is het onderzoek toegespitst op het elektrificeren van de voorpers.

Er wordt gezocht naar een elektrisch concept om de hydraulische cilinder in de voorpers te vervangen. De slaglengte van 2500 mm, de lineaire snelheid van 1 m/s en maximale kracht van 150 kN maken dit een uitdaging van formaat.

Er wordt van het elektrisch alternatief verwacht dat deze minder energie zal verbruiken en dat het minder materiaal zal vervuilen. Bij hydraulische persen zijn olieklekken namelijk bijna onvermijdbaar.

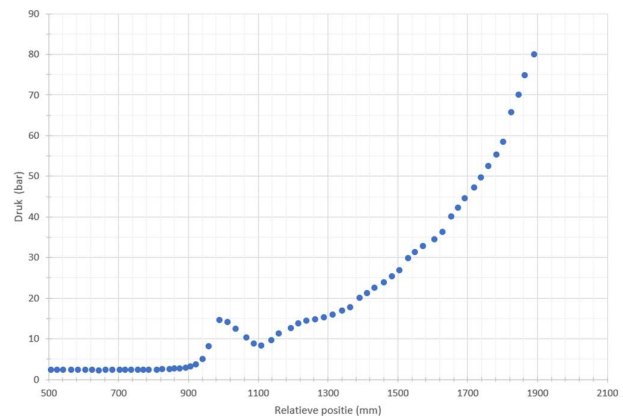
De masterproef omvat het theoretisch onderzoek, de berekeningen en het conceptueel ontwerp. Verschillende mogelijke oplossingen worden onderzocht en vergeleken. Ten slotte wordt een energetische vergelijking opgesteld.

III. RESULTATEN

Eerst wordt de hydraulische voorpers onderzocht. Uit metingen en de gebruikte hydraulische componenten worden de eigenschappen van de machine bepaald. De bestudeerde pers behaalt een snelheid van 1,242 m/s, heeft een slaglengte van 2500 mm en is gebouwd om een perskracht van 150 kN te kunnen uitoefenen.

Om een elektrisch alternatief te kunnen dimensioneren moet het volledig krachtverloop gekend worden. Deze wordt bepaald a.d.h.v. bestaande drukmetingen die gebeurd zijn op een andere soort pers, de GSA.

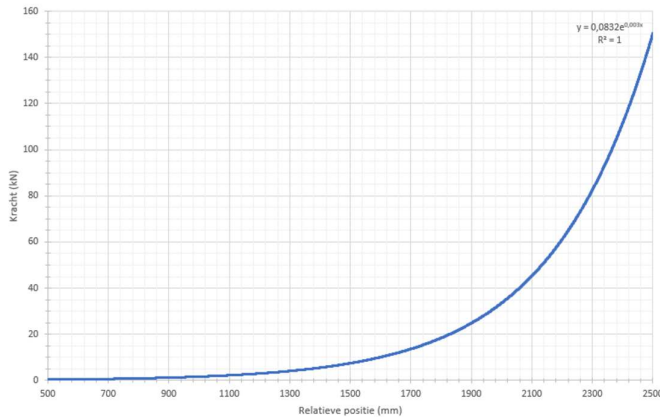
Op figuur 1 staat het krachtverloop dat uit de drukmetingen van de GSA-pers gehaald werd. Deze meting wordt bewerkt, gezuiverd en aangepast om er een zuiver krachtverloop met een slaglengte van 2500mm van te maken.



figuur 1: drukmetingen GSA-pers

Met de aangepaste datapunten wordt een trendlijn gemaakt om een functie te hebben voor het verloop dat gebruikt wordt voor de rest van de berekeningen. Het definitief verloop staat op figuur 3.

De elektrische voorpers moet aan de meeste van bovenstaande eigenschappen ook voldoen. De gewenste snelheid is 1 m/s of hoger.



figuur 3: geschat krachtverloop van de voorpers



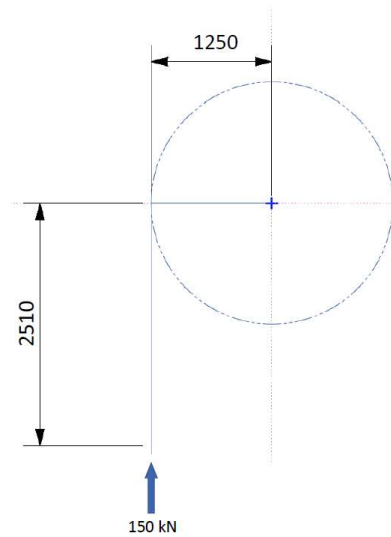
figuur 4: lineaire actuator Parker

Na het bestuderen van de huidige machine en het krachtverloop bepaald te hebben wordt een marktonderzoek uitgevoerd. Hier wordt gezocht naar kant en klare lineaire actuatoren die de voerpers kunnen aansturen. Verschillende fabrikanten zoals Parker, HYDAC, Bosch Rexroth en Ewellix bieden lineaire actuatoren aan maar deze kunnen de perskracht van de voerpers niet aan. Als deze het wel kunnen dan is de snelheid of de slaglengte beperkt.

Omdat er op de markt nog geen bestaande oplossingen zijn wordt er gezocht naar mogelijke concepten om de voerpers aan te drijven.

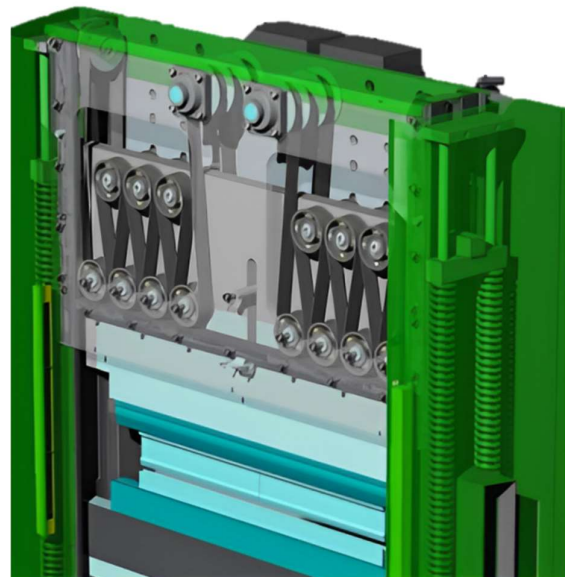
Het eerste onderzocht concept is het kruk-drijfstang mechanisme. Om een lange slaglengte te behalen moeten de stangen lang zijn. De draaiende stang, 1250 mm op figuur 2, is bepalend voor de slaglengte en voor het motorkoppel. Als in de toestand uitgebeeld op figuur 2 de maximale kracht van 150 kN uitgeoefend wordt, dan is het

koppel: $T = 150000 \text{ N} \times 1,25 \text{ m} = 187500 \text{ Nm}$. Zulke koppels kunnen zonder vertragingskast niet gerealiseerd worden. Een belangrijk nadeel van dit concept is dat het enorm veel plaats inneemt.



figuur 2: schets kruk-drijfstang

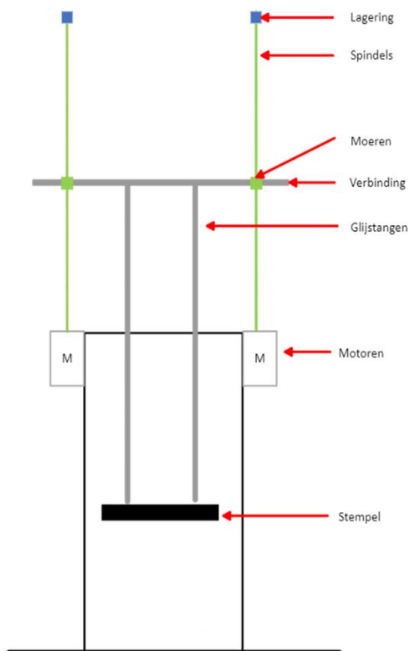
Het volgend concept is een riemoverbrenging. Dit wordt gebruikt bij sommige plooibanken in de metaalbewerkingindustrie. Hier wordt het katrolprincipe uitgevoerd om de kracht naar de motor zo klein mogelijk te houden. De stempel wordt in beweging gebracht door de katrollen op de stempel naar beneden te trekken terwijl de veer ervoor zorgt dat de stempel niet valt. Dit kan bij de voerpers niet gebruikt worden omdat de slag te lang is. Er zou een te lange veer nodig zijn. Dit zou dus te grote krachten veroorzaken.



figuur 5: elektrische plooi bank

Het derde en laatste concept is een spindelaandrijving. Hier zijn drie verschillende opstellingen mogelijk. Eerst zou een centrale spindel kunnen gebruikt worden. Deze vervangt de hydraulische cilinder één op één. Dit heeft als gevolg dat een grote diameter nodig is en hoe dikker de as hoe lager de maximale hoeksnelheid. Er moet dus een grote spoed gebruikt worden om aan de lineaire snelheid van 1 m/s te komen. Door de grote spoed is er ook een groter koppel aan de motorzijde.

Om dat koppel te verlagen wordt gezocht naar een opstelling waar twee spindels de voorpers



figuur 6: opstelling met spindels

aandrijven. Eerst wordt gekeken naar een versie waar de spindels op druk belast worden. Door de lange slaglengte kan dit knik veroorzaken. Daarom wordt de opstelling uit figuur 6 toegepast. Hier worden de spindels belast op trek. Zo is er zeker geen problemen met knik. Er is ook de mogelijkheid om aan de bovenkant de spindels lagers te plaatsten. Ook dit zorgt ervoor dat de spindels beter tegen knik kunnen.

De gekozen spindel voor deze toepassing zijn de SRF 56x24 spindels van Ewellix. Dit zijn planeetrolspindels waarvan de spil een diameter heeft van 56 mm en de spoed een lengte van 24 mm. SRF staat voor een spindel uit de standaardklasse met een schroef waar een gecentreerde flens op staat. De schroef wordt

bevestigd op een horizontaal onderdeel die ervoor zorgt dat de stempel meebeweegt met de spindel. Dit concept kan lineaire snelheden tot 1,14 m/s aan. In theorie kan de spindel 9 jaar meegaan voordat de L10 waarde overschreden wordt. Dit is natuurlijk een theoretische benadering omdat de kracht op de spindel afhankelijk is van de vezel en hoe groot de baal moet zijn. In de berekening wordt gerekend met een dynamisch equivalent en dus niet het werkelijk krachtverloop.

Om voor dit concept een aandrijving te kiezen wordt de TIA Selection Tool gebruikt. Daarom werd er enkel naar Siemens motoren gekeken. Omdat er een hoog koppel bij stilstand geleverd wordt moet ervoor gezorgd worden dat de motor genoeg gekoeld wordt. Na overleg met Siemens wordt gekozen voor een synchrone motor. Deze wordt aangeraden omdat het nodige koppel, 350 Nm bij stilstand, zorgt voor opwarming binnen de machine. Bij synchrone machines van het 1PH8-gamma zit er intern al koeling. Bij asynchrone machines zou een aparte motor nodig zijn om de motor te koelen.

De gekozen motoren hebben een vermogen van 35,6 kW. Deze worden afzonderlijk aangestuurd door G120 power modules PM240-2 met een CU240E-2 control unit.

Om te bepalen als deze methode wel energie-efficiënter is dan de hydraulische cilinder werden metingen uitgevoerd op een bestaande machine. Uit deze metingen bleek dat de pompgroep 0,102 kWh per slag verbruikt. Om een idee te krijgen van wat de nieuwe aandrijving zou verbruiken werd de dimensioneringstool van Lenze gebruikt. Hieruit bleek dat elke spindel 0,012 kWh zou verbruiken. Voor de totale voorpers is dit dus 0,024 kWh per slag. Dit is iets minder dan 25% van het verbruik van de pompgroep. Deze resultaten zijn wel met een korrel zout te nemen. Hier wordt verondersteld dat de pompgroep volledig weggelaten kan worden. Terwijl in de werkelijkheid deze meestal blijft om de hoofdpers aan te drijven. Bij sommige machines zijn er twee pompgroepen. Dan kunnen deze resultaten kloppen.

De totale kostprijs voor deze aandrijving is ongeveer 70 000 euro. De spindels kosten elk 10000 euro en de motoren met

frequentieregelaars kosten 45 000 euro. De rest van de kostprijs wordt gebruikt om de motoren op de machine te bevestigen en voor de andere aanpassingen. Als er gerekend wordt met een energieprijis van 0,25 €/kWh, de machine 400 slagen per uur uitvoert en 6600 uren per jaar draait, dan is de investering in minder dan één jaar terugverdiend.

IV. BESLUIT

Omschakelen naar een elektrisch alternatief voor de voorpers is financieel een goed idee omdat de ROI klein is. Er is nog steeds een pompgroep nodig voor de hoofdpers maar de besparingen gemaakt door de voorpersgroep weg te halen zijn niet te verwaarlozen. Op mechanisch vlak is 150 kN een grote last voor de spindel. Theoretisch houdt de spindel het 9 jaar vol maar doordat de hoge last op een klein deel van de spindel inwerkt bestaan er twijfels over de levensduur van dit onderdeel.