



ADVIESRAPPORT LASROBOT

Een adviesrapport voor Wopereis vanuit de Minor
Smart Industry

Door: Tim Reijmer, Jim Sommers & Stijn Postmus

ADVIESRAPPORT LASROBOT

Een adviesrapport voor Wopereis vanuit de Minor Smart Industry

T. Reijmer

1637397

Automotive Engineering

HAN University of Applied Sciences

S. Postmus

2143765

Mechatronica

Fontys Hogeschool Techniek en Logistiek

J. Sommers

1601528

Technische Bedrijfskunde

HAN University of Applied Sciences

Bedrijf: Wopereis Groep

Locatie: Fabriekstraat 33, 7005 AP Doetinchem

Bedrijfsbegeleider: Ayla Odemaere

Schoolbegeleider: Mariëlle Seegers

Periode: maart – juni 2024

Inhoudsopgave

Inleiding.....	1
Aanleiding.....	1
Achtergrondinformatie Wopereis Groep	1
1 Break-even analyse	2
1.1 Opstellen parameters	2
1.2 Rekenmodel opstellen.....	3
1.3 Het break-even point.....	4
1.4 Gewenste situatie.....	5
1.5 Conclusie.....	5
2 Huidige situatie lasrobot	6
2.1 Programmeren van de Lasrobot	6
2.2 De mal.....	6
2.3 Ons ontwerp.....	6
2.4 Plaatsing op de Lasrobot.....	7
2.5 Programmeren van de Lasrobot	7
3 Limitaties Lasrobot	8
3.1 Rotaties	8
3.2 Programmeerbaarheid	9
3.3 Gebruik van lasmallen.....	10
3.4 Tolerantieanalyse	11
4 Advies: Offline programmeren.....	13
4.1 Offline programmeren	13
4.2 Nieuwe situatie	14
4.3 Vereiste skills	14
4.4 GOTIK-methode	15
4.5 Voorbeeldprogramma's.....	17
5 Advies: Modulaire mal	18
5.1 Ontwerpprincipes.....	18
5.2 Hoeveelheid Mallen verkleinen	18
5.3 Voorbeelden van Modulaire Malontwerpen	18

5.4	GOTIK-Methode	19
6	Bronvermelding	21
7	Bijlagen	22
7.1	DESTEP.....	22
7.2	Vijf krachten model Porter	24
7.3	Use case Wopereis	26
7.4	Visgraatdiagram	28
7.5	Procedures.....	30
7.6	Gesprekken	32

Inleiding

Aanleiding

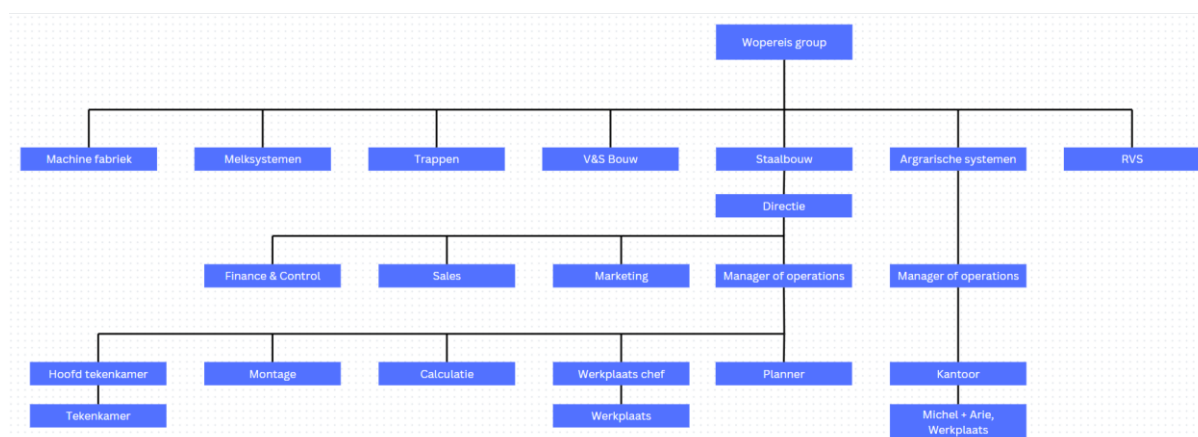
De Wopereis groep levert diverse staalproducten. De Wopereis groep heeft verschillende locaties, waaronder in Doetinchem. Voor de bewerking van de staalproducten wordt het overgrote deel van de laswerkzaamheden handmatig uitgevoerd. Een paar jaar geleden heeft het bedrijf een lasrobot aangeschaft om een deel van deze laswerkzaamheden over te nemen. Het is echter zo dat de lasrobot slechts een klein gedeelte van de tijd ingezet wordt. De opdracht is daarom om een oplossing te vinden zodat de lasrobot meer gebruikt wordt.

Achtergrondinformatie Wopereis Groep

Wopereis is in 1931 opgericht en is begonnen met het verkopen van metalen onderdelen zoals stalinrichting aan de landbouwsector. Over de tijd is het bedrijf uitgebreid naar de industriële sector. Hierin wordt in de verschillende bedrijfstakken gespecialiseerd in machinebouw en de voedselverwerkende industrie.

Nu werken ongeveer 150 mensen bij Wopereis. De opdracht speelt zich af op de vestiging in Doetinchem. Hier wordt alles gemaakt voor de agrarische sector en staalbouw. Deze vestiging is gespecialiseerd in stalbouw, stalinrichting en melksystemen. Maar ook de projecten voor de bedrijfsbouw worden hier gerealiseerd.

Wopereis heeft alle kennis in huis om een compleet project op te leveren. Dit strekt van het leggen van een betonnen fundering tot het plaatsen van machines in de hal. Dit geeft Wopereis een gunstige marktpositie. Daarnaast is het zo dat een project volledig op maat kan worden gemaakt naar de wensen van de klant.



Figuur 1: Organogram van Wopereis, gefocust op de voor deze opdracht relevante afdelingen.

1 Break-even analyse

In de break-even analyse wordt doormiddel van een eenvoudig Excel rekenmodel gekeken naar de tijdsduur voor het produceren van bepaalde producten binnen Wopereis. Voor deze analyse is een scheidingshek gepakt die dient als voorbeeld. Verder wordt in dit hoofdstuk de verschillen bij andere complexere producten beschreven.

1.1 Opstellen parameters

Om te beginnen zijn dit algemene parameters die ingezet zouden kunnen worden op verschillende producten binnen Wopereis. Voor dit voorbeeld is gekozen om gebruik te maken van een scheidingshek. Dit is gedaan omdat hiervoor een programma geschreven is op de robot en dit hek ook daadwerkelijk geproduceerd wordt op de lasrobot. Voor complexere producten is dit nog niet het geval, waardoor dit het ook lastig maakt om tijden van verschillende stappen op de robot te kunnen meten. Daarnaast mist er ook een stukje kennis om dit op complexere producten in te kunnen stellen. Een aanname is wel dat op de complexere producten met de daarbij geschreven programma's het break-even point veel lager uit zal vallen.

Voor dit hek zijn er dus als volgt een aantal parameters opgesteld:

Parameters lasrobot:

- Instellen lasrobot
- Programma ophalen
- Lassen met de robot
- Mal plaatsen
- Mal verwijderen
- Materiaal inladen
- Materiaal verwijderen

Parameters handlassen:

- Handlassen hek

Met deze parameters kan doormiddel van een berekening het break-even point berekend worden. Hierbij wordt de tijdsduur per stap gemeten in twee verschillende situaties. In de eerste situatie is het programma nog niet geschreven voor de robot. In de tweede situatie is het programma al wel geschreven op de robot en hoeft deze alleen nog te worden geselecteerd op de robot zelf.

1.2 Rekenmodel opstellen

Aan de opgestelde parameters wordt een tijd gekoppeld. Op de werkvloer is gemeten hoelang iedere stap duurt. De tijdsduur per stap binnen het proces is als volgt:

instellen lasrobot	08:00:00
Programma ophalen	00:00:10
Lassen robot	00:06:10
Inladen materiaal	00:02:00
Uithalen materiaal	00:00:45
Handlassen	00:10:00
Mal plaatsen	00:05:00
Mal eraf halen	00:05:00

Figuur 1.1: Tijdsduur parameters.

Verantwoording tijden

In figuur 1.1 hierboven is te zien dat het instellen van de robot erg lang duurt. Dit maakt het dan ook dat de drempel voor het gebruiken van de robot erg hoog ligt. Zie hoofdstuk 2: 'Huidige situatie lasrobot' waarom dit zo lang duurt. Daarnaast is er voor deze berekening gekozen dat er een mal aanwezig is. Als dit niet het geval is zal het break-even point hoger uitvallen, omdat er bij het handlassen dan eerder begonnen kan worden.

Rekenmodel Excel

Nu de tijdsduur van de parameters zijn gemeten kan er een berekening gemaakt worden om te bepalen wanneer het loont de lasrobot in te zetten. Dit wordt gedaan door het break-even punt te bepalen.

	Scheidingshek 1,5"-650-2950		
	Robotlassen		Handlassen
	Mal (ja), programma (ja)	Mal (ja), programma (nee)	Mal (ja)
Hek 1	00:13:20	08:13:20	00:17:45
Hek 2	00:19:30	08:19:30	00:27:45
Hek 3	00:25:40	08:25:40	00:37:51
Hek 4	00:31:50	08:31:50	00:47:57
Hek 5	00:38:00	08:38:00	00:58:03
Hek 6	00:44:10	08:44:10	01:08:09

Figuur 1.2: Resultaten rekenmodel van hekken 1-6.

Zoals hierboven te zien is (figuur 1.2) zijn er 3 kolommen opgesteld om de tijdsduur van het produceren van dit hek weer te geven:

- 'Mal (ja), Programma (ja)' simuleert de huidige situatie van dit scheidingshek. Hierin is voor het eerste hek de volgende berekening gemaakt: (mal plaatsen) 5:00+ (inladen materiaal) 2:00+ (inladen programma) 0:10+ (lassen robot) 6:10= (hek 1) 13min:20sec. Vanuit daar is er per hek de tijdsduur van het lassen van 1 hek erbij opgeteld.
- 'Mal (ja), Programma (nee)' simuleert de situatie waarin het programma van dit scheidingshek nog geschreven moet worden. Dit vergt ongeveer een werkdag en is er dus bij hek 1 8uur opgeteld. Vervolgens wordt er per hek weer de tijdsduur van 1 hek lassen bij opgeteld.
- 'Mal (ja) handlassen' simuleert hoelang het duurt om de hekken te lassen. In deze situatie geldt de volgende berekening voor hek 1: (mal plaatsen) 5:00+ (materiaal inladen) 2:00+ (handlassen) 10:00+ (materiaal uitladen) 00:45= (hek 1) 17min:45sec. Voor hek 2 is gekozen om er per hek 10min x 1,01 bij op te tellen. Dit is omdat de lassers aangeven dat hoe meer hekken er geproduceerd worden hoe langer het uiteindelijk per hek duurt. Daarnaast is dit ook om eventuele afleidingen op te vangen.

Verantwoording

De berekening hierboven betreft een ideale situatie. Hierin wordt uitgegaan van het gebruik van beide werkstations van de lasrobot. De ene kant wordt dan uitgeladen en ingeladen terwijl de robot op de andere tafel aan het lassen is. Hierdoor loopt het proces zo optimaal mogelijk. Daarnaast zijn in de berekening eventuele storingen die stilstand veroorzaken ook niet meegenomen. Dit geldt voor de beide situaties waarin de robot gebruikt wordt.

Voor het handlassen is een tijd van tien minuten per hek genomen. Hierin is wel een korte buffer meegenomen door de tijd per hek te vermenigvuldigen met factor 1,01. Ook dit simuleert eigenlijk een ideale situatie waarin de lasser aan een stuk aan het lassen is. Echter, zal dit in werkelijkheid waarschijnlijk hoger uitvallen door bijvoorbeeld pauzes en andere oorzaken die stilstand veroorzaken. Deze resulteren uiteindelijk in een lager break-even point.

1.3 Het break-even point

Met de berekening kan nu gekeken worden naar wanneer de robot ingezet kan worden.

Hek 120	12:27:10	20:27:10	20:19:33
Hek 121	12:33:20	20:33:20	20:29:39
Hek 122	12:39:30	20:39:30	20:39:45
Hek 123	12:45:40	20:45:40	20:49:51
Hek 124	12:51:50	20:51:50	20:59:57

Figuur 1.3: Resultaten rekenmodel. Het break-even point ligt op ongeveer 122 hekken.

Situatie 1: Er is al een robotprogramma geprogrammeerd

Als het programma al ingesteld is blijkt dan ook dat het vanaf hek 1 al voordeliger is om de lasrobot te gebruiken. Op hek 1 wordt in dit geval dan al 4:25 bespaart wat per hek vervolgens uitbreidt met $3:50 \times 1,01$.

Situatie 2: Er is nog geen robotprogramma geprogrammeerd

Als het programma nog niet ingesteld is op de robot zal de eerste 8 uur aan insteltijd ingehaald moeten worden.

Zoals hierboven te zien is vindt het break-even point plaats bij ongeveer 122 hekken. Dit betekent dat het pas vanaf 122 hekken loont om de lasrobot in te zetten. Daarbij is het goed om te vermelden dat er op dit moment eigenlijk nooit grote getallen aan hekken in productie zijn waardoor het break-even point van 122 hekken erg hoog is. Als er binnen Wopereis serie productie van bijvoorbeeld deze hekken was geweest het in batches van 100 hekken uiteindelijk wel kunnen lonen, maar dit is helaas het niet het geval.

1.4 Gewenste situatie

Uit de huidige situatie zoals beschreven in de kopjes hierboven blijkt dat de insteltijd het grootste probleem veroorzaakt. Er zijn verschillende manieren waarop deze insteltijd verlaagd zou kunnen worden. Voor een verlaging van de tijd wordt een aanname gedaan. Hiervoor is binnen dit rekenmodel de insteltijd van de robot aangepast naar 2 uur. Het break-even point ziet er dan als volgt uit:

Hek 28	02:59:50	04:59:50	04:50:21
Hek 29	03:06:00	05:06:00	05:00:27
Hek 30	03:12:10	05:12:10	05:10:33
Hek 31	03:18:20	05:18:20	05:20:39
Hek 32	03:24:30	05:24:30	05:30:45

Figuur 1.4: Resultaten rekenmodel.

Hierin is te zien dat het break-even point nu plaats vindt bij ongeveer 30 hekken. Dit is een drastische verandering die de keuze voor het inzetten van de lasrobot ook zou moeten motiveren.

1.5 Conclusie

Uit de berekeningen blijkt dus dat de lange insteltijd van de robot ervoor zorgt dat het break-even point erg hoog komt te liggen. Dat dit te hoog is komt mede door de hoge variëteit en lage volume productie en de limitatie aan de huidige situatie met de robot. Wanneer de robot dus nog niet ingesteld is voor een bepaald product maakt het de drempel veel te hoog voor de medewerkers om de lasrobot in te zetten en wordt er dus voor gekozen om de kleine aantallen met de hand te lassen.

Echter, zoals in de gewenste situatie te zien is wanneer de insteltijd van de robot omlaaggaat dat het break-even point ook veel lager uitvalt. Hiermee wordt de drempel om de robot te gebruiken een stuk verlaagd en loont het om de robot ook te gebruiken bij de lagere aantallen zoals bij Wopereis het geval is.

2 Huidige situatie lasrobot

2.1 Programmeren van de Lasrobot

Om meer kennis over de robot te verzamelen is een plan opgesteld om een eigen programma te schrijven voor de lasrobot. Hiervoor is het belangrijk om het proces goed te documenteren om zo geen kennis verloren te laten gaan.

De lasrobot maakt gebruik van een tafel waarop de te lassen producten geplaatst worden. Op deze tafel worden product specifieke mallen geplaatst zodat alle losse onderdelen op de goede plek liggen voordat ze gelast kunnen worden. Voor het programmeren van ons eigen product is het van belang om een van deze mallen te hergebruiken. Dit zal ervoor zorgen dat de beschikbare tijd beter besteed kan worden aan het verzamelen van kennis en het programmeren van een eigen programma.

2.2 De mal

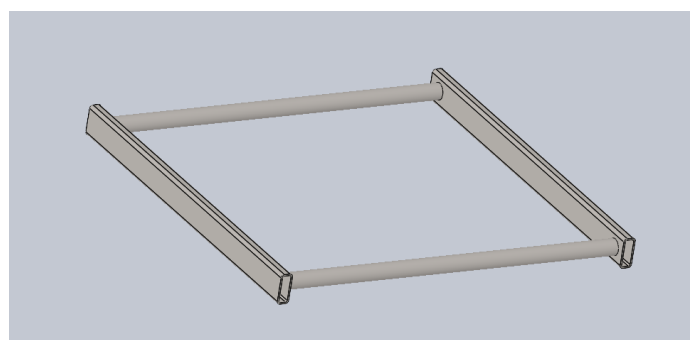
Vlak naast de robot staan een aantal stellingen met daarin de verschillende mallen die gebruikt worden op de lasrobot. Uit deze mallen is een mal gekozen waarop een eigen ontwerp op gebaseerd kan worden. Er is hier gekozen voor een relatief simpele mal met klemmen om zo een aantal vierkante buizen te monteren.

2.3 Ons ontwerp

Nadat er een aantal maten van de mal zijn opgenomen is het mogelijk om met deze maten een ontwerp te tekenen. Eerst moet alleen nog worden bepaald welke materialen er allemaal gebruikt kunnen worden. Bij de voorraad rekken van het bedrijf zijn een aantal profielen een buizen geselecteerd die gebruikt zouden kunnen worden in het ontwerp, dit is een combinatie van rechthoekige kokers en ronde buizen. In afbeelding 2 is het ontwerp uit SolidWorks te zien.



Figuur 2.1: Mal voor op lasrobot.



Figuur 2.2: Ontwerp eigen product.

2.4 Plaatsing op de Lasrobot

Nadat de goede mal op de tafel van de lasrobot is geplaatst door middel van een van de kranen in de fabriekshal kunnen de producten op de mal geplaatst worden. Hiervoor zijn eerst de kokers en buizen op maat gezaagd aan de hand van het ontwerp in SolidWorks. Ook zijn de klemmen die op de mal zitten verplaatst om de losse onderdelen beter op de juiste plek te houden.

2.5 Programmeren van de Lasrobot

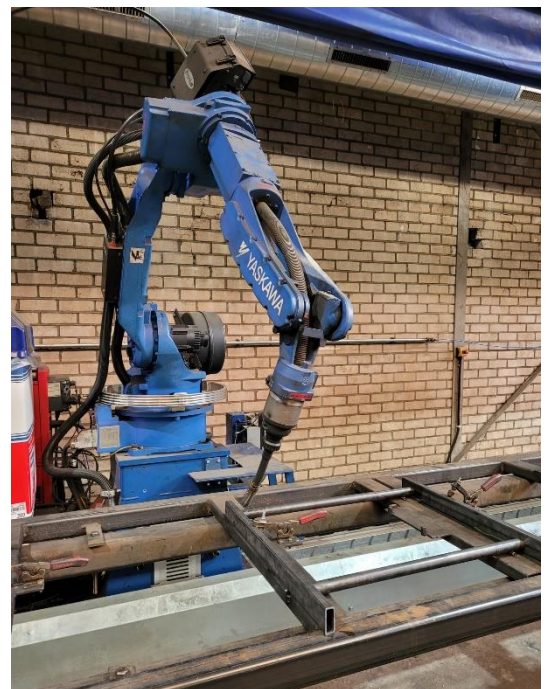
Nadat de producten geplaatst zijn kan het programmeren beginnen. Zo kan met het DX100 bedieningspaneel de robot op de goede plaats gepositioneerd worden.

Het programmeren van de lasrobot is zonder scholing een grote uitdaging. Door gebruik van de handleiding, het bekijken van al bestaande programma's en het experimenteren kan er geleerd worden hoe de robot gebruikt kan worden en wat er allemaal mogelijk is.

Ook kunnen simpele vragen aan Nico, een lasser in de werkplaats met een beperkte kennis over de robot, gesteld worden om oplossingen te vinden. Hierbij is wel geconcludeerd dat de kennis binnen de vestiging met de lasrobot niet de kennis aanwezig is om de robot volledig te kunnen benutten. Dit is duidelijk geworden doordat ook collega's binnen het bedrijf geen verdere kennis beschikken over de lasrobot.



Figuur 2.3: Eigen product op de lasrobot.



Figuur 2.4: Positioneren van de lastoorts.

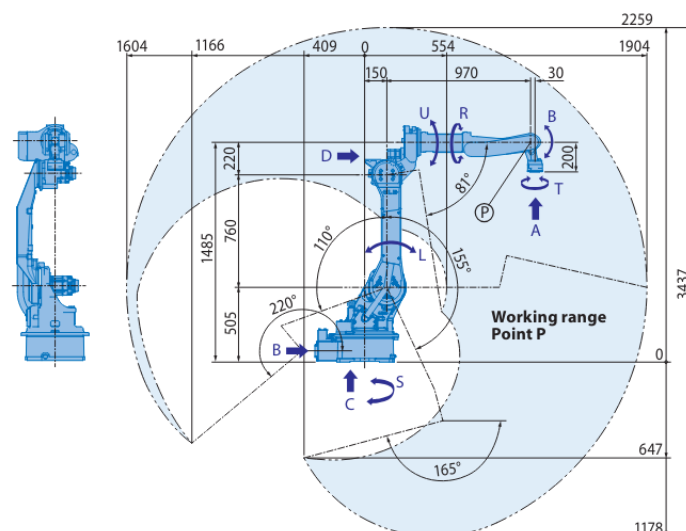
3 Limitaties Lasrobot

3.1 Rotaties

De Motoman MA1900 is een zesassige robotarm. Echter is het zo dat deze rotaties niet eindeloos zijn en in acht genomen moeten worden tijdens het programmeren van een lasprogramma.

In tabel 3.2 op deze pagina zijn de maximale rotatiemogelijkheden van de Motoman MA1900 te zien. Deze hoeken worden aangeduid met meerdere getallen. Als voorbeeld nemen wij hier gewricht B, Dit gewricht kan 180° in de plus-richting draaien, en 45° in de min-richting.

Deze richtingen zijn gedefinieerd op het bedieningspaneel van de robot in een positieven en een negatieve draairichting en zijn daarmee ook de aansturing van de lasrobot. Tijdens het programmeren van een lasprogramma moet er rekening gehouden worden met het maximale bereik van ieder individueel gewricht. Zo kan het bij het positioneren van de lastoorts vanuit een eerdere handeling dat de robot niet het bereik heeft om direct door te kunnen met de volgende stap, maar zal eerst een tussenstap in geprogrammeerd moeten worden om de gewenste positie van de volgende stap te kunnen bereiken.



Figuur 3.1: Bewegingsruimte lasrobot.

Specifications MA1900		
Axes	Maximum motion range [°]	Maximum speed [°/sec.]
S	± 180	197
L	$+155/-110$	175
U	$+220/-165$	185
R	± 150	410
B	$+180/-45$	410
T	± 200	610

Tabel 3.2: Maximaal bereik en rotatiesnelheden lasrobot.

3.2 Programmeerbaarheid

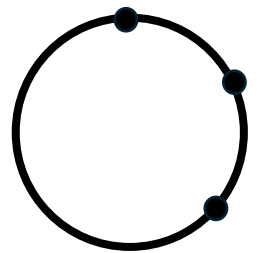
Een belangrijk aspect van de inzetbaarheid van de robot is de snelheid waarmee deze ingesteld kan worden. Tijdens het testen met de robot is ook ervaring opgedaan over het programmeren van de robot samen met de persoon die dit binnen Wopereis normaal gesproken doet. Uit deze ervaring is gebleken dat bepaalde handelingen op de robot veel tijd kosten om in te programmeren, hieronder volgen een aantal voorbeelden:

Het programmeren van een puntlas

Het programmeren van een puntlas is een van de meest essentiële stappen in het programmeerproces. Dit proces zorgt er namelijk voor dat de losse onderdelen die in de mal gelegd worden aan elkaar gehecht zitten zodat deze niet verschuiven tijdens het lasproces. Het plaatsen van een puntlas wordt gedaan door de lastoorts naar de juiste positie te bewegen door middel van het bedieningspaneel, en hiervolgens een lascommando te geven. Dit wordt gedaan met het commando ARCON. Vervolgens wordt een timer ingesteld met hoelang deze actief moet zijn, bij een puntlas is dit vaak 0.3 seconden. Hierna wordt het commando ARCOF gegeven, dit zorgt ervoor dat de lastoorts stopt met lassen.

Het programmeren van een tussenstap

Het programmeren van een tussenstap is een belangrijk onderdeel van het schrijven van een lasprogramma, het is namelijk zo dat de lasrobot uit zichzelf geen rekening houdt met de lastafel of het materiaal op deze tafel. Wanneer een nieuw punt ingesteld wordt op de robot zal de robot uit zichzelf de snelste route naar dit punt maken, dit noemt het programma een MOVJ. Dit staat voor Movement Joint, dat betekent dat de robot de gewrichten zo snel mogelijk in de correcte positie zet. Om te voorkomen dat de robot dan crasht, wordt nadat er een las is gelegd de robot lineair wegbewogen van de lasnaad. Dit wordt gedaan met een MOVL, oftewel Movement Linear. De robot wordt dan ver boven het werkstuk geplaatst om zo de beweging naar het nieuwe punt mogelijk te maken.



Figuur 3.3: Voorbeeld van opgeslagen punten.

Het programmeren van een ronde las

Veel van de hekwerken die op de robot geproduceerd worden binnen Wopereis bevatten ronde buizen. Deze buizen worden nadat ze met een puntlas op de juiste plek zijn vastgezet nog rondom afgelast. Om een ronde las in te programmeren kost veel tijd, dit is namelijk omdat er voor een MOVC, een Movement Circular, meerdere punten ingesteld moeten worden waardoor een radius getrokken kan worden. Voor het programmeren hiervan wordt eerst de lastoorts in het midden boven op de buis geplaatst. Hierna wordt het commando ARCON gegeven om aan te duiden dat het om een lasbeweging gaat. Dan worden vervolgens aan een kant van de buis nog 2 extra punten opgeslagen, dit is te zien in afbeelding 6. Hierna kan vervolgens een ARCOF - commando gegeven worden, dit zorgt ervoor dat de buis half rondom gelast is, dit proces moet nogmaals herhaald worden voor de andere kant van de buis.

3.3 Gebruik van lasmallen

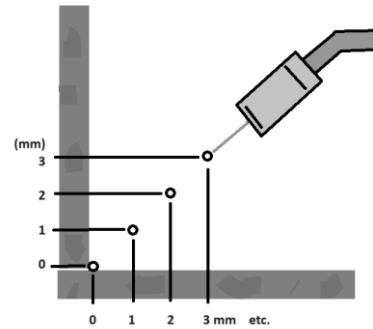
Elk product dat op de lasrobot geproduceerd wordt moet eerst een mal krijgen, dit zorgt ervoor dat de losse onderdelen van het eindproduct op een constante locatie op de robot geplaatst kunnen worden. Dit is nodig omdat het programma anders steeds aangepast zou moeten worden. Het creëren van een mal zorgt er ook voor dat er meer tijd nodig is voor het instellen van de robot, aangezien er ook de productietijd van een lasmal bovenop komt. De tijd die het produceren van een lasmal kost is afhankelijk van de complexiteit van het onderdeel

3.4 Tolerantieanalyse

De robot programmeren is een nauwkeurige taak. Ieder punt wordt met millimeterprecisie ingesteld. Hierdoor duurt het programmeren extra lang. Als in de toekomst gebruik wordt gemaakt van offline programmeren op een computer, is het belangrijk te weten hoe nauwkeurig de robot moet worden ingesteld, en hoeveel speling een mal mag hebben. Het is echter niet bekend hoeveel speling er zit in de plaatsing van de lastoorts om nog een goede las te plaatsen. Daarom wordt een meting gedaan om de tolerantie te bepalen.

De proefopstelling

Voor de metingen worden drie verschillende plaatdiktes gebruikt. Dit zijn de diktes: 3, 6 & 10 mm. Er worden twee platen van dezelfde dikte haaks tegen elkaar gezet en met schroefklemmen bevestigd. Vervolgens wordt de lastoorts op zes verschillende afstanden gepositioneerd om een puntlas te plaatsen (figuur rechts). De lastoorts staat hierbij onder een hoek van 45° en staat aan voor 300 ms.






Figuur 3.4: Visualisatie van de meetpunten.



Figuur 3.5: Afbeelding van de proefopstelling.

Resultaten

De tabel met de meetresultaten staat hieronder.

	Plaatdikte (mm)	Laspreset*	Afstand lasdraad 0-6 (mm)
Meting 1	3	Preset 1	
Meting 2	6	Preset 6	
Meting 3	10	Preset 6	

Tabel 3.6: Resultaten van de tolerantieanalyse.

*De laspreset is opgeslagen op de lasrobot en bepaalt de lasinstellingen, zoals de draadsnelheid en het amperage.

De verschillende plaatdiktes hebben vergelijkbare resultaten. Vooral in meting 1 valt op dat het laspunt op 0 mm niet goed is. Ook bij meting 2 is dat het geval. De laspunten zijn tussen 1-3 mm visueel goed. Vanaf 4 mm beginnen de laspunten zichtbaar kleiner te worden en in te zakken. Dit komt doordat er te weinig lasdraad het laspunt bereikt.

Conclusie tolerantieanalyse

Om de beste lassen te leggen, kan de lastoorts het best geplaatst worden zodat de lasdraad op een afstand van 1-3 mm van het laspunt zit. Dit is echter alleen geldig als de lastoorts recht boven het oppervlak staat. De optimale lasafstand van de lasrobot is dan 2 ± 1 mm, met een tolerantie van 1 mm.

4 Advies: Offline programmeren

Uit de analyses komen een aantal belangrijke punten naar voren waaruit blijkt dat het instellen van de robot veel tijd in beslag neemt. Hierdoor ligt de drempel binnen Wopereis erg hoog om gebruik te maken van de lasrobot. De hoge insteltijd van de robot wordt veroorzaakt door de limitatie aan de robot zoals het handmatig aan de robot instellen, de precisie van het instellen en ontbrekende kennis.

4.1 Offline programmeren

De lasrobot binnen Wopereis maakt het mogelijk om de programma offline op een computer te kunnen schrijven. Dit betekent dat er vanuit de tekenkamer een bepaald product omgezet kan worden in een STEP bestand en deze in aparte software voor de robot ingeladen kan worden. De aangewezen persoon moet dan eerst in deze software de mal en het product toevoegen. Vervolgens kan deze persoon de gewenste lasnaden toewijzen op dit product. Tot slot wordt dit geschreven programma opgeslagen en zou deze doormiddel van een usb-stick op de robot gezet kunnen worden. Hiermee hoeft de operator van de lasrobot alleen de laatste controle uit te voeren en eventueel kleine aanpassingen handmatig in te stellen. Dit moet ervoor zorgen dat de insteltijd drastisch omlaaggaat wat de drempel een stuk omlaag gooit voor het gebruik van de robot.

Daarnaast zou deze software het ook een stuk makkelijker moeten maken om complexere producten te kunnen produceren. Deze producten moeten in de software geladen worden zodat de lasnaden aangegeven kunnen worden.

4.2 Nieuwe situatie

In dit kopje wordt de nieuwe situatie beschreven waarin het offline programmeren geïntegreerd is binnen het proces van Wopereis. Hieronder volgt een stappenplan met de passende rollen voor de verschillende taken.

- Stap 1: Product ontwerp/tekenen. Hierin vindt één kleine verandering plaats voor de tekenaars op de tekenkamer. Zij moeten namelijk ervoor zorgen dat het getekende product omgezet wordt tot een STEP-bestand om deze op de robot te kunnen zetten
- Stap 2: Het offline programmeren. Het product moet als een STEP-bestand in de software geladen worden. Vervolgens geeft de medewerker de lasnaden aan op het product en moeten de parameters in het programma afgesteld worden. Tot slot moet het geschreven programma geupload worden op een usb-stick zodat het op de robot gebruikt kan worden. Dit wordt een nieuwe taak voor de tekenaars.
- Stap 3: De robot instellen. De operator moet vervolgens de usb met daarop het programma op de robot toevoegen. Vervolgens moet dit programma opgehaald worden op de robot. Daarnaast is het de verantwoordelijkheid van de operator dat de mal geplaatst wordt en het materiaal ingeladen wordt. De operator moet een test uitvoeren op de robot of het programma werkend is en hierbij indien nodig de laatste parameters handmatig afstellen. Tot slot zet de operator het programma aan en laad hij op de andere tafel het materiaal in zodat de robot direct verder kan.
- Stap 4: Kwaliteitscheck. Nadat het eerste hek geproduceerd is moet de operator een kwaliteitscheck uitvoeren om te controleren of alle lasnaden gelukt zijn en op de goede plek zitten. Als dit niet het geval is moet de operator de laatste parameters handmatig bijstellen.

4.3 Vereiste skills

Binnen de nieuwe situaties zijn een aantal nieuwe skills vereist in verschillende rollen.

Hieronder een lijst met deze nieuwe skills:

Tekenaars: Tekenaars moeten opgeleid worden in het gebruiken van het offline programmeren software.

Operator: Binnen Wopereis moet een operator komen die voornamelijk met de robot aan de slag moet. Deze persoon moet een opleiding hebben in het werken met de robot en daarnaast ook verstand hebben van de nieuwe software. Deze persoon wordt dan ook verantwoordelijk gesteld voor het optimaliseren van de geschreven programma's en het oplossen van storingen aan de robot.

4.4 GOTIK-methode

De GOTIK-methode is een methode die wordt gebruikt om de verschillende aspecten van een project te beheersen, met een opsomming van voor- en nadelen. Hierbij wordt gekeken naar de categorieën: geld, organisatie, tijd, informatie en kwaliteit.

Geld:

Kosten:

- Om gebruik te maken van een programma, moet een licentie aangeschaft worden. Dit kan een eenmalige aankoop zijn of een maandelijkse betaling. Per aanbieder kan dit verschillen. Aanbieders geven dit bedrag niet aan op hun website, dus een quote moet aangevraagd worden.

Baten:

- Doordat het computerprogramma sneller is dan een lasinstructeur, worden kosten bespaard op arbeidsuren.

Organisatie:

Kosten:

- Vooral in de eerste dagen waarin het programma wordt gebruikt, moet een lasoperator nagaan of het programma op de juiste plekken lassen legt, en of alles correct functioneert. Dit kost tijd.

Baten:

- De taken van het ontwikkelen van lasprogramma's wordt van de werkplaats verplaatst naar de tekenkamer. Dit kan zorgen voor een efficiënter tijdsverloop.
- Wanneer de robot vaker wordt ingezet, zijn minder lassers nodig in de werkplaats.

Tijd:

Kosten:

- Het programma is niet direct bruikbaar op de lasrobot, maar moet eerst ingesteld en gekalibreerd worden. Hier gaat tijd overheen voordat deze bruikbaar is.

Baten:

- Het programmeren van de lasrobot kan met het programma sneller gebeuren. Een case study van Verbotics weld geeft aan dat dit tot 25x sneller gaat dan handmatig programmeren. (Verbotics, 2023).

Informatie:**Kosten:**

- In de tekenkamer is nieuwe kennis nodig over de werking van het programma.
- Informatie uitgewisseld worden tussen de tekenkamer en de werkplaats, zodat de juiste lastypes en juiste lasinstellingen gebruikt worden.
- Voor het programma moeten alle parameters van de lasrobot bekend zijn, zodat een digitale simulatie gemaakt kan worden. Ook moeten hiervoor alle producten en alle mallen gedigitaliseerd zijn.

Baten:

- Het programmeren gebeurt niet meer op de werkvloer, dus is daar minder kennis nodig over de lasrobot.
- Het programma werkt eenvoudiger dan op handmatig instellen, werknemers hebben minder opleiding nodig om de lasrobot in te stellen.

Kwaliteit:**Kosten:**

- Om een goede kwaliteit te garanderen, moet de robot goed worden afgesteld.

Baten:

- De lasrobot kan veel consistentere lassen dan een werknemer, waardoor de kwaliteit van de producten hoger is.

4.5 Voorbeeldprogramma's

Hieronder geven wij een aantal geschikte opties van partijen die offline programmering software leveren.

Verbotics weld

Verbotics Weld is een bedrijf gevestigd in Australië, maar heeft ook systemen geleverd in o.a. Europa. Verbotics is gespecialiseerd in het programmeren van lasrobots. Gedurende het onderzoek naar offline programmeren is van de demoversie van dit bedrijf gebruikgemaakt.

Visual components

Visual components is gevestigd in o.a. Amerika en Duitsland. Dit bedrijf specialiseert zich in programmering van diverse robotsystemen, waaronder lasrobots. Met Visual components kan de volledige werkvloer gesimuleerd en geautomatiseerd worden.

Almacam

Almacam is gevestigd in o.a. Amerika en Duitsland. Dit bedrijf maakt diverse software-tools voor lasrobots, maar ook voor bijvoorbeeld snijmachines en cnc-machines. Met Almacam kan de lasrobot gesimuleerd en offline geprogrammeerd worden.

5 Advies: Modulaire mal

5.1 Ontwerpprincipes

Modulaire opspansystemen bevatten vaak een reeks gestandaardiseerde componenten die eenvoudig kunnen worden gemonteerd en opnieuw geconfigureerd. Dit omvat:

- Tooling Plates: Deze platen hebben meerdere schroefgaten en zijn ontworpen om vlak en stevig te zijn, waardoor ze een veelzijdige basis vormen voor andere componenten.
- Klemmen en Locators: Deze worden gebruikt om het werkstuk op zijn plaats te houden en zorgen ervoor dat het nauwkeurig geplaatst is voor bewerking of meting.
- Steunen en Stops: Deze elementen bieden extra stabiliteit en referentiepunten voor het werkstuk.

5.2 Hoeveelheid Mallen verkleinen

Herbruikbare Modules: Door gebruik te maken van modulaire componenten die voor verschillende onderdelen of processen kunnen worden hergebruikt, kan het aantal benodigde mallen aanzienlijk worden verminderd.

Configuratie-aanpassing: Ontwerp de mal zo dat deze gemakkelijk kan worden aangepast aan verschillende productvarianten door middel van uitwisselbare modules of inzetstukken. Dit verhoogt de flexibiliteit en reduceert de kosten.

5.3 Voorbeelden van Modulaire Malontwerpen

- Carr Lane Manufacturing: Carr Lane biedt een uitgebreid modulair opspansysteem met gestandaardiseerde tooling plates, klemmen en locators. Dit systeem is ontworpen om zeer flexibel te zijn, waardoor gespecialiseerde werkhouders van standaardcomponenten kunnen worden gecreëerd. Deze modulaire aanpak vermindert de behoefte aan aangepaste mallen, wat het ideaal maakt voor werkplaatsen en kleine productieruns.
- Vention's Modulaire Systemen: Vention biedt een ontwerp-gids voor het creëren van mallen en opspanmiddelen met behulp van modulaire componenten. Hun systeem benadrukt het gebruik van T-sleuf aluminium extrusies met hoge stijfheid en gestandaardiseerde tooling plates. Dit zorgt voor maximale flexibiliteit en herconfigureerbaarheid, waardoor het geschikt is voor evoluerende productiebehoeften en verschillende werkstukgeometrieën.

Voor meer gedetailleerde voorbeelden en bronnen kunnen de websites van deze fabrikanten en de online aangeboden ontwerp-gidsen geraadpleegd worden, zoals die van Renishaw, Carr Lane en Vention. Deze bronnen bieden uitgebreide inzichten in het effectief ontwerpen en implementeren van modulaire opspansystemen.

5.4 GOTIK-Methode

Hier is een invulling van de GOTIK-methode met informatie over kosten en baten voor het toepassen van modulaire malontwerpen binnen het productieproces met de lasrobot.

Geld:

Kosten:

- Initiële investering in de aanschaf van modulaire componenten en opspansystemen.
- Mogelijke training van personeel voor het gebruik en onderhoud van modulaire systemen.
- Eventuele kosten voor aanpassingen aan bestaande productieprocessen om modulaire systemen toe te passen.

Baten:

- Langere termijn besparingen door verminderde behoefte aan aangepaste mallen en herbruikbare componenten.
- Verbeterde efficiëntie en productiviteit door snellere opstelling en herconfiguratie van opspansystemen.
- Potentiële kostenbesparingen door flexibiliteit in productie en gemakkelijke aanpassing aan verschillende productvarianten.

Organisatie:

Kosten:

- Mogelijke aanpassingen aan de organisatiestructuur om modulaire ontwerp- en productiemethoden te integreren.
- Mogelijke weerstand tegen verandering van werknemers die gewend zijn aan traditionele methoden.

Baten:

- Verbeterde flexibiliteit van de productielijn, waardoor organisatie beter kan reageren op veranderingen in de marktvraag.
- Vereenvoudigde logistiek en voorraadbeheer door gestandaardiseerde componenten.

Tijd:

Kosten:

- Mogelijke vertragingen in productie tijdens de overgangsperiode naar modulaire systemen.
- Tijd besteed aan training van personeel voor het gebruik van modulaire systemen.

Baten:

- Kortere opsteltijden en snellere productiecyclus dankzij eenvoudigere montage en herconfiguratie van opspansystemen.
- Mogelijke vermindering van uitvaltijd door gemakkelijke vervanging van defecte of versleten componenten.

Informatie:

Kosten:

- Mogelijke kosten voor het verkrijgen van kennis en informatie over modulaire ontwerpen en systemen.
- Kosten voor het updaten van documentatie en procedures om modulaire systemen op te nemen.

Baten:

- Verhoogde kennis en expertise binnen het bedrijf over modulaire ontwerp- en productiemethoden.
- Verbeterde communicatie en tussen werkplaats en kantoor dankzij gestandaardiseerde componenten.

Kwaliteit:

Kosten:

- Mogelijke kosten voor kwaliteitscontrole en testen van modulaire systemen om aan de vereiste kwaliteit te voldoen.
- Potentiële opstartproblemen bij het toepassen van nieuwe modulaire systemen.

Baten:

- Verbeterde productkwaliteit door nauwkeurige positionering en herhaalbaarheid van opspanningen.
- Mogelijke vermindering van fouten en afval dankzij betere controle over het productieproces.

6 Bronvermelding

IRS Robotics. (2023). *Brochure MA1900*. Geraadpleegd van https://www.irsrobotics.com/wp-content/uploads/2023/04/MA1900_E.pdf

Renishaw. (Z.d.). Modulaire en op maat gemaakte opspanmiddelen voor metrologie. Renishaw. Geraadpleegd op 4 juni 2024, van <https://www.renishaw.com/en/modular-and-custom-fixturing-for-metrology--48218>

Carr Lane Manufacturing. (Z.d.). Wat is modulaire opspanning. Carr Lane Manufacturing. Geraadpleegd op 4 juni 2024, van <https://www.carrlane.com/engineering-resources/technical-information/design-standards-engineering-information/what-is-modular-fixturing>

Vention. (Z.d.). Designing Jigs and Fixtures: The Definitive Guide. Geraadpleegd op 4 juni 2024, van <https://vention.io/resources/guides/designing-jigs-and-fixtures-73>

Verbotics weld (19-04-2023) How does programming time in Verbotics compare? Geraadpleegd op 4 juni 2024, van <https://verbotics.com/news/2023-05-19-programming-comparison/>

Ishikawa, K. (1976). Guide to Quality Control. Tokyo, Japan: Asian Productivity Organization. Geraadpleegd van <https://www.scribbr.nl/modellen/visgraatmodel/>

7 Bijlagen

7.1 DESTEP

Om de externe omgeving van Wopereis in kaart te brengen wordt gebruik gemaakt van de DESTEP-analyse. Hierbij worden de externe factoren behandeld waar Wopereis geen invloed op heeft, maar die invloed kunnen hebben op de externe omgeving van Wopereis. De DESTEP is gericht op de afdeling stalbouw waar de lasrobot staat en een stukje staalbouw.

Demografisch

Wopereis is op bijna elk continent wel actief in de stalbouw. Hierbij moet dus ook gekeken worden naar de bestaande markt van boeren die van invloed kunnen zijn op de vraag naar nieuwe stallen. Op het bijkomen of minder worden van het aantal boeren heeft Wopereis verder geen invloed, maar het is wel van invloed op de vraag naar stallen.

Uit onderzoek blijkt dat een grote afname in het aantal boeren wereldwijd zal plaatsvinden. Volgens de Mehrabi, Z. is de afname in het aantal boeren van 616 million (95% CI: 495–779 million) in 2020 naar 272 million (95% CI: 200–377 million) in 2100. Dit is van invloed op de afname van stallen binnen de markt en is dus ook direct van invloed op markt stalbouw waarin Wopereis bevindt. Mehrabi, Z. Decline in the number of farms globally by the middle of the century. *Nat Sustain* 6, 949–954 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01110-y>

Daarnaast is de huidige markt voor bedrijfshallen flink aan het stijgen. Het aanbod van bedrijfsruimten op de vrije markt liep in een jaar tijd terug met 3,3 miljoen m² tot 7,63 miljoen m² aan het eind van Q1 2022, oftewel een daling van maar liefst 30%. De fikse afname is deels te verklaren door de grote vraag vanuit de markt.

https://www.nvm.nl/media/d1mhteai/nvm_bedrijfsruimtemarkt_2022_enkel.pdf

Economisch

Economische factoren zijn zeker ook van invloed op de omgeving waarin Wopereis zich bevindt. Denk hierbij aan bijvoorbeeld een groei in de vraag van de consument die de economie stimuleren om te groeien. Bedrijven profiteren van een stijgende economie en kunnen hierdoor meer investeren in bijvoorbeeld nieuwe stallen/bedrijfshallen. Echter, kan het ook zo zijn dat de economie krimpt wat schadelijk kan zijn voor de huidige markt.

Wopereis is een projectbedrijf die vooral in de business to business markt opereert. Hierbij zijn de voornaamste klanten boeren die stallen nodig hebben, maar ook andere bedrijven die een bedrijfshal nodig hebben. Voor deze bedrijven is het wel belangrijk dat zij groei ervaren om te kunnen investeren in een nieuwe bedrijfshal.

Aan de andere kant van de supplychain spelen de leveranciers van Wopereis ook een belangrijke rol. Als de prijs van stalen buizen stijgt door verschillende factoren in de economie heeft dit direct invloed op de eindklant van Wopereis. Hier kan Wopereis geen invloed op uitoefenen.

Sociaal

Ook sociale en culturele factoren zijn van belang bij de vraag naar staalbouw beïnvloeden. Veranderingen in sociale normen en attitudes ten opzichte van gezondheid en welzijn kunnen leiden tot een dalende of stijgende vraag naar staal binnen de industrie.

Het is mogelijk dat uit een onderzoek blijkt dat bij het maken en bewerken van staal veel schadelijke stoffen vrijkomen. Dit leidt dan tot een dalende vraag in staal, omdat dit schadelijk is voor de gezondheid. Bedrijven zullen dan op zoek gaan naar alternatieven zoals bijvoorbeeld 3D printen met beton en andere methoden die minder schadelijk zijn.

Een ander punt is dat het in bepaalde landen bijvoorbeeld nog niet gebruikelijk is om veel met staal te bouwen. Dit kan bijvoorbeeld door de economie, maar ook door de cultuur zelf komen. Een verandering hierin kan wel een bevordering in de vraag naar staal en bedrijfshallen stimuleren. Echter is dit iets waar je geen invloed op uit kunt oefenen.

Technologisch

De technologische factoren van invloed zijn door innovaties op de staalmarkt die de vraag naar staal stimuleert. Zo stimuleert bijvoorbeeld de vraag van duurzame bedrijfshallen de vraag naar nieuwe bedrijfshallen. Ook veroudering van bestaande stalen en bedrijfshallen kunnen de vraag naar staalbouw stimuleren.

Wopereis kan eigenlijk alles wat met staal heeft te maken bouwen. Dus alle technologische ontwikkelingen die naar staalbouw constructies vragen is iets waar Wopereis op in zou kunnen spelen. Echter, bestaat er ook het gevaar dat alternatieven op de markt komen die bijvoorbeeld beter aan wet- en regelgeving voldoen dan staal. Dit zou de vraag naar staal negatief beïnvloeden en is iets waar je als bedrijf geen invloed op uit kunt oefenen.

Ecologisch

Milieu is de afgelopen jaren een van de belangrijkste punten voor bedrijven geworden om de focus op te leggen. Dit betreft alles van het uiteindelijke product en het produceren hiervan, maar ook hoe duurzaam je als bedrijf opereert. Eisen die nu al in plaats zijn zoals het niet vervuilen van grondwater en lucht, afvalverwerking en het gebruik van energie van bedrijven om regels te treffen met milieu als doel (KvK).

Voor de toekomst heeft de politiek gesteld dat er in Nederland in 2030 een reductie van tenminste 55% CO₂ reductie is behaald. Dit betekent ook voor alle bedrijven in Nederland dat zij zich actief bezighouden met duurzaam produceren en het bijdragen bij deze CO₂-reductie (Rijksoverheid). Ook Wopereis zal dus net als alle andere bedrijven moeten gaan kijken naar een zo duurzaam mogelijke productie- en bedrijfsomgeving om aan de gestelde doelen van de overheden te voldoen.

Politiek

De politieke en juridische factoren kunnen ook invloed uitoefenen bij het bouwen van bedrijfshallen. Eisen die aan bijvoorbeeld de panden gesteld worden moet als bedrijf rekening mee gehouden worden om kwaliteit en veiligheid te kunnen waarborgen.

Ook is Wopereis afhankelijk van vergunningen die door gemeenten verstrekt moeten worden om hallen te mogen bouwen. Hierop zijn bijvoorbeeld de huidige milieuzorgen van invloed om in bepaalde gebieden nieuwe hallen te bouwen. Hier kun je als bedrijf weinig tot geen invloed op uitoefenen.

Daarnaast krijg je met bedrijfshallenbouw ook te maken met de ISO1090 – Vervaardigen van staalconstructies (isoregister.nl). Hierbij moet ook gedacht worden aan verschillende eisen met betrekking tot veiligheid en kwaliteit binnen de constructie van bedrijfshallen zoals VCA-certificaten waaraan voldoen moet worden.

Conclusie DESTEP

Uit de DESTEP-analyse komen dus een aantal aandachtspunten die ook zeer van belang zijn voor Wopereis. Zo is het zaak om aan de gestelde eisen en richtlijnen te voldoen. Daarnaast zou met de huidige krimpende markt in stalbouw en met de strenge eisen aan milieu die nieuwe bouw belemmeren het voor Wopereis interessant kunnen zijn om te kijken naar een andere markt.

7.2 Vijf krachten model Porter

Het 5S model van Porter (Porter, 1979) wordt toegepast op Wopereis groep stal- en bedrijfshallenbouw. Hiervoor is gekozen omdat hier de lasrobot van toepassing is en dit een aanzienlijk andere markt betreft dan dat van Wopereis machinebouw en Barendsen. Het 5S model van Porter dient als een kapstok model met daaronder individuele modellen.

Afnemers

De afnemers worden geanalyseerd middels het 5W model van Ferrel.

Wie zijn de huidige klanten?

De huidige afnemers van Wopereis zijn boeren en bedrijven die bedrijfshallen nodig hebben. Denk hierbij aan boeren over de hele wereld, maar ook aan verschillende bedrijfshallen op verschillende industrieterreinen in Nederland.

Wat doen klanten met de producten?

Klanten van Wopereis kopen een gehele bedrijfshal of gedeeltes ervan. Bij stalbouw bedraagt dit bijvoorbeeld de gehele stal dus de bedrijfshal, melksystemen, voerhekken, etc. Dit doet Wopereis

ook voor bedrijfshallen. De klant gebruikt haar eindproduct dus vooral om haar werk er in uit te kunnen voeren.

Waar kopen klanten de producten?

Wopereis hoopt de one-stop oplossingen te zijn voor bedrijven. Haar klanten kopen dus direct bij Wopereis.

Wanneer kopen klanten de producten?

Klanten van Wopereis kopen indien zij een bedrijfshal nodig hebben, maar ook indien er bijvoorbeeld nieuwe voerhekken nodig zijn voor in een stal.

Waarom (en hoe) selecteren klanten de producten?

Wopereis specialiseert zich als organisatie op maatwerk. Waar concurrenten meer standaardmaten levert kan de klant bij Wopereis binnen de gehele hal alles op maat bestellen. Dit gebeurt in een gesprek met verkoop van Wopereis.

Leveranciers

Binnen Wopereis staal worden halffabricaten bewerkt tot producten. Het staal komt dus bijvoorbeeld als platen en buizen binnen en deze worden binnen Wopereis bewerkt. De inkoop van het staal en bijvoorbeeld de gaasmatten wordt bij verschillende leveranciers ingekocht.

Toetreders

De markt voor de bouw van bedrijfshallen is redelijk makkelijk te penetreren als beginner. Met de juiste apparatuur en middelen zou iedereen in deze markt kunnen opereren. Echter is naam in deze markt wel van belang waardoor het als beginnend bedrijf lang kan duren voor deze opgebouwd is en hier een groot marktaandeel te verkrijgen.

Substituten

In de bouw van stallen en bedrijfshallen zijn er verschillende materialen die als substituten voor staal kunnen dienen, afhankelijk van de specifieke behoeften, vereisten en omstandigheden van het project. Enkele alternatieve materialen die kunnen worden overwogen zijn:

- **Hout:** Hout is een veelvoorkomend alternatief voor staal in de bouw van stallen en bedrijfshallen, vooral voor kleinere structuren of projecten met een lichtere belasting. Houten balken, kolommen en spanten kunnen worden gebruikt voor de constructie van het frame, en houten platen kunnen worden gebruikt voor dak- en wandbekleding.
- **Beton:** Beton wordt vaak gebruikt in de bouw van grotere industriële structuren vanwege zijn sterkte en duurzaamheid. Gewapend beton kan worden gebruikt voor het frame van het gebouw, terwijl betonpanelen of metselwerk kunnen worden gebruikt voor wanden en vloeren.

- **Glasvezelversterkte** kunststoffen (GVK): GVK-materialen bieden een lichtgewicht en duurzaam alternatief voor staal. Ze kunnen worden gebruikt voor het construeren van spanten, dakbedekking en wandpanelen. GVK-materialen zijn corrosiebestendig en kunnen goed presteren in agressieve omgevingen zoals die in stallen en bedrijfshallen.
- **Aluminium:** Aluminium is lichter dan staal en biedt goede corrosiebestendigheid. Het kan worden gebruikt voor spanten, profielen en bekledingsmaterialen in de bouw van industriële structuren. Hoewel aluminium duurder kan zijn dan staal, kan het geschikt zijn voor specifieke toepassingen waarbij gewichtsbesparing een belangrijke factor is.
- **Composietmaterialen:** Composietmaterialen, zoals vezel versterkte kunststoffen (FRP), kunnen worden gebruikt als alternatief voor staal in bepaalde toepassingen. Deze materialen bieden een hoge sterkte-gewichtsverhouding, corrosiebestendigheid en ontwerpvrijheid, waardoor ze geschikt zijn voor specifieke toepassingen in de bouw.

Het kiezen van het juiste substituuat voor staal hangt af van verschillende factoren, waaronder structurele vereisten, budget, milieufactoren, en esthetische overwegingen. Het is belangrijk om een grondige analyse uit te voeren en de eigenschappen en voordelen van elk materiaal te evalueren voordat een beslissing wordt genomen.

Concurrenten

Zoals bij toetreders beschreven is de barrière laag om in de stal- en bedrijfshalbouw te opereren. Logisch dat er dus veel concurrentie bestaat op deze markt. Logisch dus dat wanneer je op bijvoorbeeld google op 'Bedrijfshal en staalbouw' zoekt er veel verschillende bedrijven naar voren komen.

Conclusie 5S model van Porter

Wopereis is een gevestigd bedrijf op de markt in constructiebouw en staalbouw. Op deze markt onderscheidt Wopereis zich door een volledig op maat geleverde oplossing aan de klant te kunnen geven. Echter is het product dat Wopereis levert niet iets wat in grote series gemaakt wordt. Hierdoor ben je als bedrijf dus erg afhankelijk van verschillende factoren die de vraag naar nieuwbouw kunnen beïnvloeden. Daarnaast is de concurrentie op deze markt ook erg hoog door de lage toetreding barrières waar naamsbekendheid ook een rol speelt. Het zou dus goed kunnen zijn voor Wopereis om ook te kijken naar andere markten met betrekking tot de staalbouw waar haar kennis en specialisatie voor maatwerk ingezet kan worden.

7.3 Use case Wopereis

De opdracht binnen Wopereis is om de lasrobot meer in te zetten binnen haar proces. Hiervoor gaat de groep van Smart industry een use case maken waarin de robot efficiënt gebruikt wordt. Hiervoor wordt in eerste instantie een willekeurig product gekozen die niet van toepassing is binnen Wopereis.

Wat is het doel van de use case?

Een werkend scenario creëren met daarin een efficiënte inzet van de lasrobot:

- Scenario dat als handleiding gebruikt kan worden met daarin een serieproduct.
- Uitgewerkt proces voor het produceren van set product.
- Als er voor uitbesteding gekozen wordt, een werkende afdeling die opgezet kan worden om daarop (serie) productie te kunnen gaan draaien om aan potentiële klanten te laten zien.
 - o Kostenberekening
 - o Levertijd
- Lean geoptimaliseerd proces.
- Optimale inzet robot.

Wat is voor de use case nodig?

- Een product kiezen om te produceren (het beste is een serie product/onderdeel of iets wat in grote aantallen gemaakt kan worden). Beste is iets met staal.
- Huidige proces in kaart hebben (van klantorder tot aan de levering van het eindproduct).
- Beschrijving van de lasrobot.
 - o Huidig gebruik
 - o Kennen en kunnen van de robot
 - o Beperkingen
 - o Optimale inzet
- Nieuw werkproces opzetten
 - o Processchema met beschrijving
 - o Lean toepassen op deze werkvloer
 - o VMware simulatie inzetten voor optimale toevoer proces (optioneel)
- Kosten en batenberekening.
- Benodigdheden in kaart brengen.
 - o Kennis
 - o Apparatuur
 - o Werkwijze

Op te leveren producten

- Processchema
- Werkvloerindeling
- Kosten- en batencalculaties

7.4 Visgraatdiagram

Het visgraatdiagram is een ondersteunend model dat op zes verschillende gebieden oorzaken in kaart brengt die leiden tot een bepaald kernprobleem/kernproblemen. Dit model is gevuld op basis van verschillende bevindingen en bronnen binnen Wopereis. (Ishikawa, K; 1976)

Machines

- De huidige lasrobot is niet geschikt voor de hoge complexiteit
- Robot moet handmatig ingesteld worden via het panel aan de robot
- Lasrobot is blind en kan dus geen afwijkingen opvangen
- Ieder product heeft een eigen mal nodig
- Limitatie door de grote van de tafel
- Het bereik van de robotarm

Methoden

- Binnen de ontwerpfases wordt niet specifiek rekening gehouden met de lasrobot
- Geen modulaire productie
- Niemand met de primaire taak als operator
- Geen gerichte handleiding voor het produceren met de robot

Mensen

- Lassers weten niet hoe zij de robot in moeten stellen
- Lassers kiezen bewust in bepaalde situaties om de robot niet in te zetten
- Eén persoon die de cursus heeft gevolgd en één persoon binnen locatie stalbouw die er een beetje mee kan werken

Materialen

- Niet alle materialen kunnen op de lasrobot gebruikt worden door bijvoorbeeld de afmetingen van de materialen
- Vooral gericht op zwart staal

Milieu

- Milieuriichtlijnen gericht op boeren die de markt voor het stallenbouw negatief beïnvloeden
- Staat in een fabriek met zwart staal en kan dus niet gemixt worden met bepaalde andere metalen

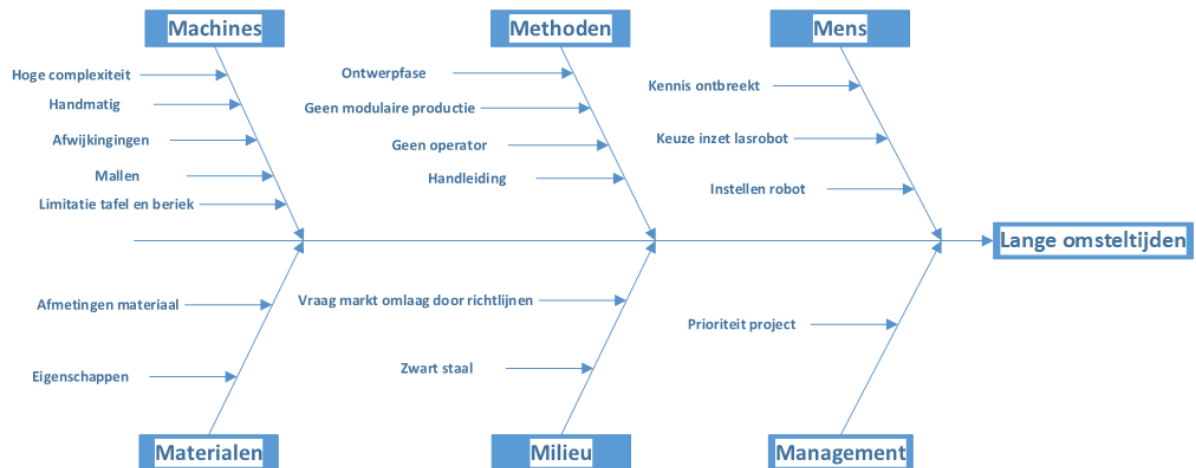
Management

- Prioriteit voor het project ligt te laag binnen de oude werksfeer

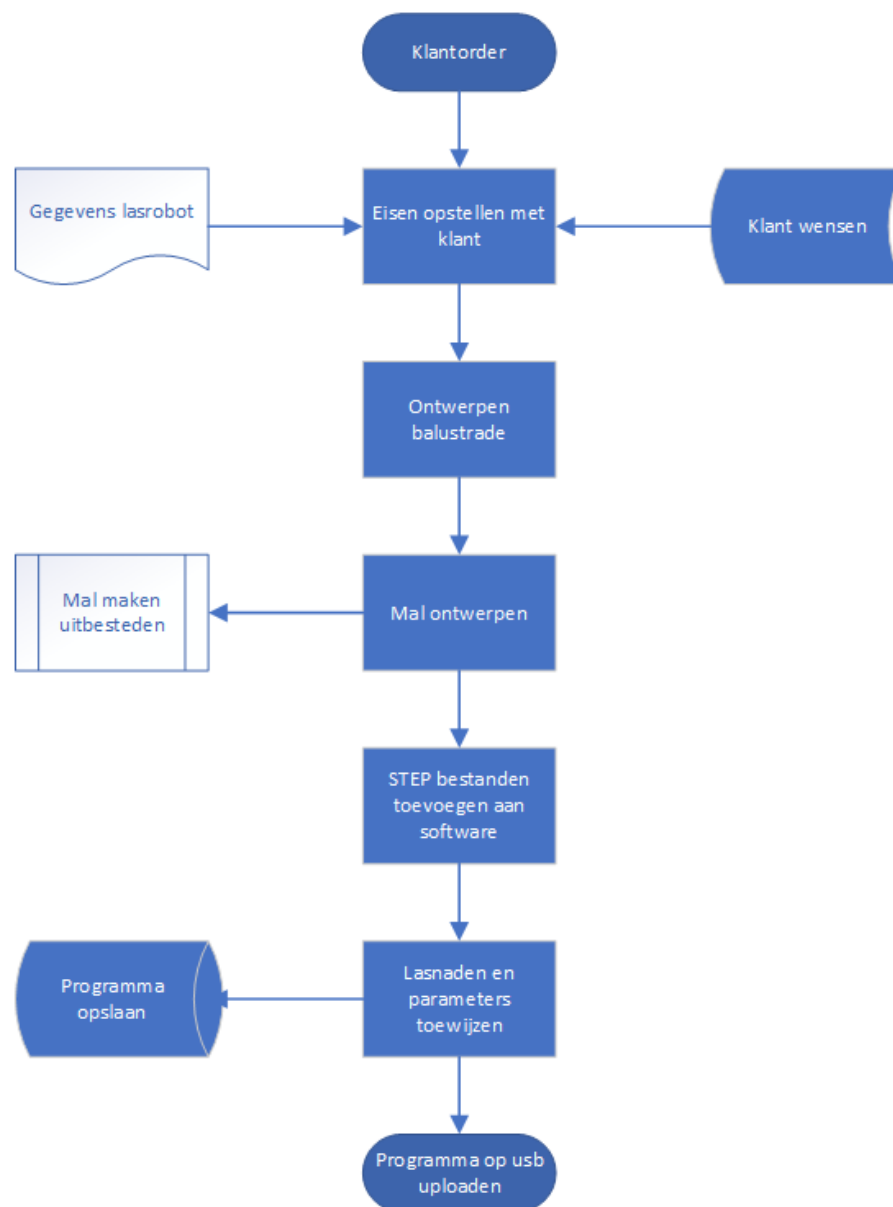
Probleem

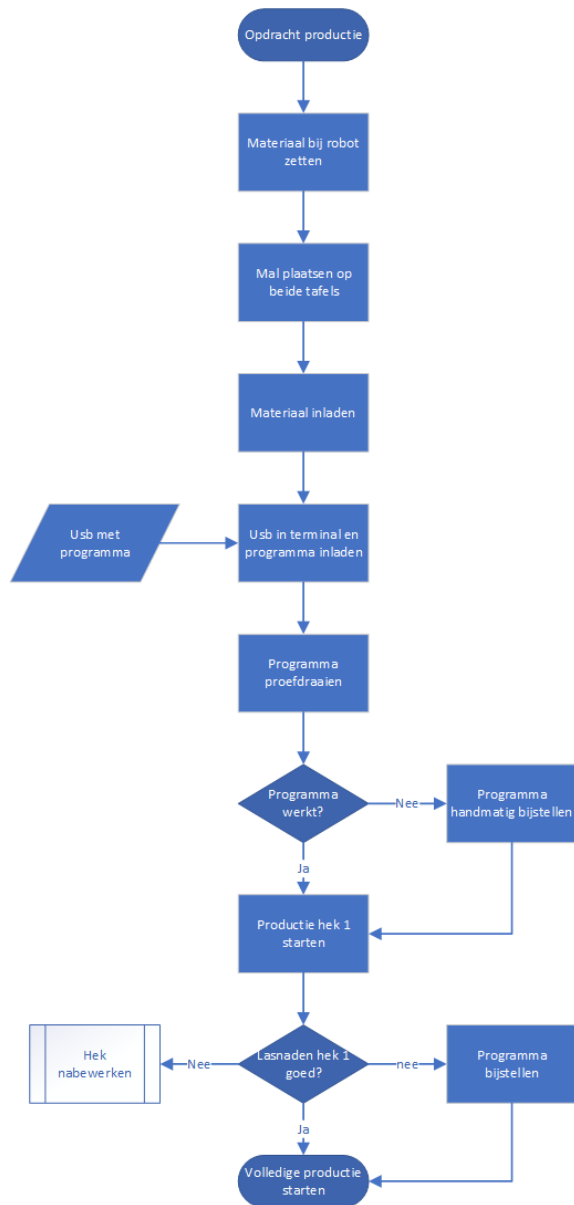
Lange omsteltijden door:

- Ontbrekende kennis met betrekking tot het omstellen
- Handmatig instellen kost veel tijd en weinig mensen die dit kunnen
- De orderstroom die vooral bestaat uit laag volume en hoge variëteit
- De productie is niet modulair
- Limitatie door de lasmallen



7.5 Procedures





7.6 Gesprekken

Uitwerking gesprek Erik

Een aantal producten die binnen Wopereis terugkomen zijn de voerhekken voor groot vee en voor jongvee. Voor de grootvee hekken staat het programma al in de lasrobot en wordt deze ook hierop gemaakt. De jongvee voerhekken worden specifiek op klantorder gemaakt waardoor deze veelal per klant afwijken en deze (nog) niet op de robot gemaakt worden. Echter bestaan veel van de orders op het moment uit kleine batches voor de klanten. Dit komt doordat de vraag op het moment vanuit de agrarische markt erg laag is. Hierdoor is het op dit moment niet rendabel om de lasrobot om te stellen, omdat het omstellen en produceren met de robot vaak langer duurt dan dat de lassers er handmatig mee bezig zijn.

De productie binnen Wopereis stalinrichting bestaat uit kleine batches met een hoge variëteit.

Het sterktepunt van Wopereis ten opzichte van de concurrent is het maatwerk wat Wopereis levert. Dit is tevens ook wat het bedrijf zou willen blijven doen.

De verwachting van de agrarische markt met betrekking tot stalinrichting is dat de vraag hooguit gelijk zal blijven, maar zeer waarschijnlijk af zal nemen.

Binnen Wopereis stalinrichting is op het moment geen product dat voor serieproductie gebruikt wordt, maar wel mag gekeken worden om eventueel een andere markt in te slaan. Hierbij kan gedacht worden aan uitbesteding van bepaalde onderdelen die gelast moeten worden voor producten van andere bedrijven.

Gesprek Nico/ Informatie lasrobot

De lasrobot is een robot die op basis van een programma lassen maakt. De lasrobot zelf bestaat uit twee hoofdonderdelen: de las-arm en de baan. Door de baan heeft de arm een beter lasbereik, en kan deze tussen twee werkstations wisselen.

De arm is de Yaskawa MOTOMAN MA1900 lasrobot. Deze 6-assige arm heeft een bereik van 1905 mm. De arm staat op de baan. Hierdoor kan deze bewegen tussen twee werkstations. Het geheel maakt de robot in staat om flexibel ingezet te worden. Het systeem wordt aangestuurd door de hoofdcomputer, deze is tussen de twee lasstations geplaatst. Aan deze zit het besturingssysteem. Dit is een kastje met een scherm en knoppen, waarmee de operator de arm bedient.

Gesprek Niki

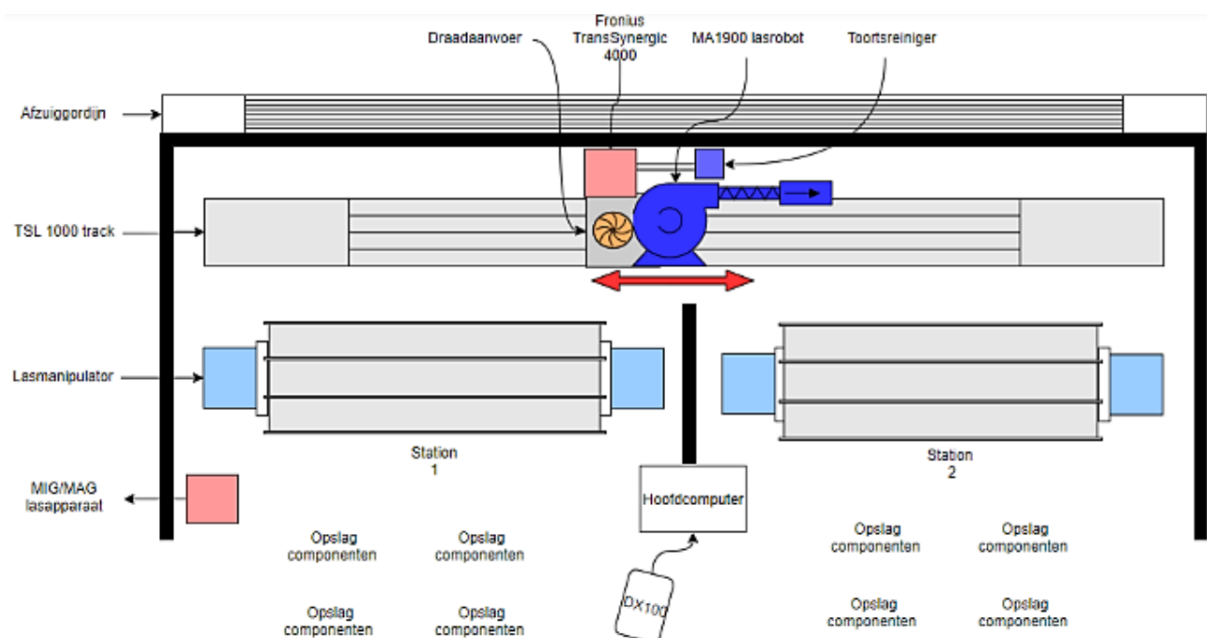
De lasrobot maakt gebruik van een DX100 controller, hiermee worden de programma's aan de robot geschreven. Via deze controller is het mogelijk een USB aan te sluiten om back-ups te maken en programma's te uploaden. Er is nog niet eerder gekeken naar off-line programmeren volgens Niki, vlak nadat Niki de cursus van Yaskawa in Eindhoven heeft gehad was een ander bedrijf genaamd Chroma wel bezig met het off-line programmeren van een Yaskawa lasrobot.

Niki is werkzaam bij Barendsen, dat is een tak die onder Wopereis valt. Ook is aan hem gevraagd of er binnen die tak van het bedrijf repeterende producten aanwezig zijn die misschien goed op de robot geproduceerd kunnen worden.

Ook hebben wij een kopie gekregen van de bestanden die op de robot geprogrammeerd zijn en gebruikt worden om de verschillende producten te kunnen lassen.

Telefoongesprek Thijs

Er is contact opgenomen met Thijs van de afdeling melksystemen binnen Wopereis. Thijs maakt deel uit van het montageteam binnen Wopereis. Hierbij is gevraagd naar meer informatie over de kwantiteit van de begeleidingshekken die geïnstalleerd worden bij de melkrobots. Hierbij gaf Thijs aan dat er op jaarbasis gemiddeld 20 van deze hekken



Figuur 7.1: Plattegrond van de lasarm (P Uijlen, 2020)

In de figuur zie je een bovenaanzicht van de opstelling. Er zijn twee werkbanken waar de arm kan bewegen. Zo is het mogelijk om, terwijl de arm op station 1 aan het lassen is, de tweede werkbank al in te stellen.

Gebruik

Gebruik van de las arm gaat in een aantal stappen:

- 1) Werkvoorbereiding. Hieronder valt het plaatsen van de correcte mal in het station. De mal zorgt dat het product wordt vastgeklemd en altijd precies hetzelfde is gepositioneerd. Deze mal is zwaar en wordt vaak met een heftruck gepositioneerd. De mal is per product anders, en is van tevoren gemaakt. Hierna worden de benodigde componenten klaargelegd, dit bespaart tijd wanneer je meerdere producten achter elkaar maakt. Deze worden vervolgens in de mal geplaatst. Dan kunnen deze worden vastgezet met klemmen.
- 2) Lasrobot aansturen. Met de hoofdcomputer kan een programma gemaakt of geselecteerd worden. Het gebruik nu gaat voornamelijk met al geschreven programma's. Straks iets meer over het programmeren.
- 3) Als de robot klaar is met lassen, kan het product gecontroleerd worden. Ten slotte kan deze uit de mal gehaald worden en is het proces voltooid.

In de huidige situatie kan programmeren alleen op de robot zelf. Met de HMI (Human machine interface) moet iedere individuele stap opgeschreven worden. Dit kost veel tijd. Om de robot in positie te brengen zijn er per as drukknoppen. Je selecteert de afstand die de as moet bewegen, en met de drukknoppen positioneert de instructeur de arm.



Figuur 7.2: HMI-lasrobot.

De positie van de arm kan dan worden opgeslagen in het programma. Dan beweegt de instructeur de arm naar het volgende laspunt, en stelt in of de arm in een rechte of gebogen lijn de las maakt. Dit wordt voor alle laspunten herhaalt. Het is ook mogelijk om een deel van het programma te kopiëren. In bijvoorbeeld een hek heb je veel herhalende laspunten. De instructeur kan de robot dan voor de eerste las instellen en deze stappen voor de volgende punten herhalen.

Vooral het instellen van de laspunten kost nu veel tijd. Dit komt voornamelijk doordat het verplaatsen en in positie brengen van de arm erg nauwkeurig (± 2 mm) gedaan moet worden en de instructeur dit voor iedere las moet doen. De huidige HMI is suboptimaal om regelmatig nieuwe programma's te schrijven.

Kennis binnen Wopereis

Binnen Wopereis zijn twee personen die de lasrobot kunnen bedienen. Dit zijn Nico en Niki. Niki heeft als enige een cursus gevolgd over de lasrobot. Hij staat op een andere locatie in Doetinchem waardoor Nico momenteel de enige is op locatie met kennis over de robot. Nico is door Niki opgeleid om de lasrobot in te stellen en te gebruiken.

Vragen:

1. Wie kan de lasrobot bedienen?

Alleen Nico en Niki, waarbij Niki standaard op een andere locatie in Doetinchem werkt.

2. Is er een standaard instelproces?

Alle eerder gemaakte programma's worden op de computer opgeslagen. Deze kunnen relatief eenvoudig geselecteerd worden. Verder gebruik zoals boven beschreven.

4. Wat zijn beperkingen qua lastypes, formaat etc?

- a) Het te lassen onderdeel moet dicht bij de robot liggen.
- b) Er is een maximaal formaat van het product.
- c) De lastoorts kan niet 360 graden draaien. Bijvoorbeeld cirkellassen worden daarom in twee halve cirkels gelast.

3. Hoe wordt de robot ingesteld voor een nieuw onderdeel?

Programmeren kan alleen op de hoofdcomputer van de lasarm zelf. Met de HMI moet iedere individuele stap opgeschreven worden. Dit kost veel tijd. Vooral het positioneren van de arm, doordat dit nauwkeurig moet gebeuren en hier op de HMI maar beperkte knoppen voor zijn.