

Bachelor Scriptie

Haalbaarheidsonderzoek

“geautomatiseerd beladen en ontladen van bewerkingscentrums”



Bachelor Scriptie

Haalbaarheidsonderzoek

“geautomatiseerd beladen en ontladen van bewerkingscentrums”

Auteur:	Hanneke van der Meij
Datum:	16-12-2016
Email:	hannekevandermeij@gmail.com 12090786@student.hhs.nl
Adres:	Buitenbaan 9 4206VR Gorinchem
Instelling:	De Haagse Hogeschool vestiging Delft
Opleiding:	Werktuigbouwkunde
Afstudeer begeleider:	Dhr. Bram van der Vlugt
Afstudeer periode:	augustus 2016 - december 2016
Organisatie:	Matrix Metaalbewerking
Bedrijfsmentor:	Dhr. Jan Kees Drijver
Adres:	Scheepmakerstraat 27 3334 KG Zwijndrecht

Voorwoord

Voor u ligt de scriptie 'Haalbaarheid van automatisering'. Het onderzoek van deze scriptie is uitgevoerd bij Matrix Metaalbewerking BV en geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de opleiding werktuigbouwkunde van de Haagse Hogeschool vestiging Delft. Het onderzoek heeft als doel Matrix Metaalbewerking BV te informeren of automatisering toepasbaar is binnen de CNC freesafdeling en zo ja, op welke wijze.

Gedurende dit onderzoek kon ik een beroep doen op mijn bedrijfsbegeleider Jan Kees Drijver en mijn twee begeleiders vanuit school Dhr. van der Vlugt en Dhr. Valkenberg. Met al mijn vraagstukken kon ik bij hen terecht zodat ik verder kon met mijn onderzoek. Bij deze wil ik hen daarvoor bedanken.

Tot slot wil ik mijn vriend bedanken, zijn motiverende woorden en onvoorwaardelijke vertrouwen hebben mij, in het bijzonder de laatste weken, enorm geholpen.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Hanneke van der Meij

Gorinchem, december 2016

Verklarende woorden en afkortingen lijst

Woord	Betekenis
Beladen	Het werkstuk/materiaal in de machine plaatsen
ERP systeem	Staat voor Enterprise Resource Planning. Software die ondersteunend is aan alle processen binnen een bedrijf
Ontladen	Het werkstuk/materiaal uit de machine halen
Takt tijd	Is een maatstaf voor het ritme of tempo van het werk in een proces

Samenvatting

De opdrachtgever, Matrix Metaalbewerking BV, is de afgelopen twee jaar verdubbeld in machine capaciteit. Echter is het vinden van gekwalificeerd personeel een probleem van structurele aard. Ook bepalen de personeelskosten op dit moment een aanzienlijk deel van de kostprijs per product. Dit heeft gemaakt dat de interesse in automatisering zich heeft ontwikkeld.

Het doel van dit onderzoek is om te achterhalen hoe de capaciteit verhoogd kan worden doormiddel van automatisering. Hiervoor is de volgende onderzoeksvraag opgesteld: *Is het haalbaar om het beladen en ontladen van het CNC bewerkingscentrum (Quaser MV184) te automatiseren?* Het is haalbaar als de complete investering circa € 75.000 is met een terugverdientijd van maximaal 4 jaar. Daarnaast dient de product kwaliteit minimaal gelijk te blijven.

Om op de onderzoeksvraag een antwoord te kunnen geven is er eerst oriënterend onderzoek gedaan naar de huidige situatie bij Matrix Metaalbewerking BV. Zij willen de productie capaciteit verhogen, flexibel zijn in seriegrootte en in serieduur. Naast het automatisch beladen en ontladen dient er een automatische opspanmethode te worden toegepast, hier is verder onderzoek naar gedaan. De seriegrootte ligt tussen de 10 en 100 stuks, de productafmetingen liggen tussen de 10x10x10mm en 285x80x50mm en het merendeel wordt geproduceerd in RVS.

Vanuit de kennis over de huidige situatie is onderzoek gedaan naar de verschillende automatiseringsmethode; transferstraat, palletwisselaar, robots, stafaanvoer, portaalbelading en pendelend bewerken. Automatisering doormiddel van een robot is de beste optie en daar is dan ook verdiepend onderzoek in gedaan.

Er is contact geweest met 3 robot leveranciers, namelijk: Halter CNC automation, Rijlaarsdam factory automation en BMO Automation. Zij hebben ieder een standaard robotcel aangeboden met de eigen kwaliteiten. Het grootste verschil is de opslag capaciteit, halter kan helaas niet de complete product range hanteren, RFA heeft een opslagruimte van 800x800mm en als laatste heeft BMO 4 lades opslagruimte.

Voor de in gebruik name is er een implementatieplan geschreven, de tijd en kosten hiervan zijn meegenomen in de investeringen. Vanuit de complete investering en de mogelijkheden per robotcel is er een terugverdienmodel gemaakt.

Aan de hand van de totale investering en terugverdientijd per robot is het zeker aan te bevelen om een automatiseringssysteem toe te passen binnen de productie. Met behulp van de Kessel ring – methode wordt de robotcel van RFA aangeraden, deze valt binnen het budget (€ 68.866,00) en is ruim binnen de 4 jaar terugverdient (2,4 tot 1,2 jaar).

Als laatste wordt er aangeraden een volledige productieprocesanalyse uit te voeren. Dit heeft te maken met het niet of nauwelijks registreren van de productie processen, de dubbel geproduceerde series en de voorraad. Wanneer deze analyse vooraf uitgevoerd wordt kan het automatiseringssysteem nog beter geïmplementeerd worden.

Inhoudsopgave

Voorwoord	iii
Verklarende woorden en afkortingen lijst	iv
Samenvatting	v
Inleiding.....	1
1 Introductie bedrijf en opdracht	2
1.1 Het bedrijf	2
1.2 De opdracht omschrijving	3
2 Bedrijfsoriëntatie	5
2.1 De werkmethode	5
2.2 Proces analyse.....	7
2.3 Seriegrootte	8
2.4 Producttype.....	10
2.5 Maattoleranties	11
2.6 Samenvatting	13
3 Automatiseringsmethode	14
3.1 Transferstraat.....	15
3.2 Palletwisselaar	16
3.3 Robots	17
3.4 Stafaanvoer	18
3.5 Portaalbelading	19
3.6 Pendelend bewerken	20
3.7 Methodes toetsen aan eisen en wensen	21
4 Robotcellen	22
4.1 Halter	22
4.2 RFA	24
4.3 BMO Automation	25
4.4 Samenvatting	28
5 Opspanmethode	29
5.1 Machineklemmen	30
5.2 Klauwplaten	31

5.3	Opspanplaten.....	31
5.4	Snelspanners.....	32
5.5	Magnetisme & vacuüm.....	32
5.6	Wat is toepasbaar?	33
6	Implementeren	34
7	Investeringskosten	37
7.1	Halter	37
7.2	RFA	38
7.3	BMO Automation	39
8	Terugverdienmodel.....	40
8.1	Halter	41
8.2	RFA	42
8.3	BMO Automation.....	42
9	Keuze.....	43
10	Conclusie en aanbevelingen	44
11	Discussie.....	44

Inleiding

De afstudeerscriptie is gebaseerd op een onderzoek over de haalbaarheid van automatisering binnen een klein groeiend metaalbewerkingsbedrijf. Het onderzoek wordt uitgevoerd in opdracht van Matrix Metaalbewerking BV.

In hoofdstuk 1 wordt er een introductie gegeven van het bedrijf en wordt de opdracht omschreven. Vervolgens staat hoofdstuk 2 in het teken van de bedrijfsoriëntatie, wat is de werkmethode, welke seriegrootte en producten worden er geproduceerd? In hoofdstuk 3 worden de verschillende automatiseringsmethodes behandeld.

Vanuit de oriëntatie in hoofdstuk 3 is hoofdstuk 4 verdiepend in verschillende robotcellen en is hoofdstuk 5 gebruikt voor de mogelijkheid van de verschillende opspanmethode.

Na het onderzoek wordt er in hoofdstuk 6 een implementatieplan geschreven, geeft hoofdstuk 7 de totale investeringskosten weer en staat hoofdstuk 8 in het teken van het terugverdienmodel.

Hoofdstuk 9 vergelijkt de verschillende mogelijkheden om in hoofdstuk 10 de conclusie en aanbevelingen te kunnen doen. In hoofdstuk 11 wordt de discussie behandeld.

1 Introductie bedrijf en opdracht

Dit verslag gaat over een onderzoek met als onderwerp de haalbaarheid van automatisering in een klein groeiend bedrijf. Matrix Metaalbewerking BV verder genoemd als Matrix, is hierbij de basis.

1.1 Het bedrijf

Matrix is een universeel metaalbewerkingsbedrijf met opdrachtgevers uit diverse sectoren. Denk hierbij aan machinebouw, offshore, voedingsmiddelen industrie en meet & regeltechniek. Matrix heeft zich gespecialiseerd in het verwerken van RVS, staal, Non Ferro en diverse kunststoffen. Bewerkingen die uitgevoerd worden zijn CNC draaien, frezen, lassen en zagen. Alle bewerkingen zijn klantspecifiek. Op de verspaanafdeling staan momenteel 6 CNC bewerkingscentrums, 5 CNC draaibanken en 1 conventionele draaibank.

Op de website www.matmet.nl beschrijft Matrix zichzelf als volgt:

“Matrix Metaalbewerking is specialist in het vervaardigen van kleine tot middelgrote fijnmechanische onderdelen. Flexibiliteit en kwaliteit staan bij ons hoog in het vaandel, dit vertaald zich terug in het meedenken met de klant en het binnenhuis ontwikkelen van producten”

“Matrix Metaalbewerking beschikt over een modern en compleet machinepark en kan de productie van A t/m Z verzorgen. Verspanen, lassen, assembleren, kwaliteitscontrole, inkoop standaard delen en technische uitbestedingen zijn enkele voorbeelden hiervan. Door middel van een nauwe samenwerking met de klant, de tekenkamer en CAD/Cam integratie produceren wij componenten van hoge kwaliteit en nauwkeurigheid”

Matrix is groot geworden door het aanbieden van een compleet pakket. Van engineering tot en met productie, waar overal de kwaliteit en betrouwbaarheid voorop staat. De aandacht voor duidelijke externe- en interne communicatie zorgt voor snelle doorlooptijden van de bestellingen binnen de productie. Matrix staat voor goed overleg van de noodzakelijke details en duidelijke afspraken.

De werkplaats heeft een oppervlak van 1600m² waarvan 300m² bezet wordt door de freesafdeling. Momenteel is er een werknemersaantal van 30 personen. De gemiddelde omzet is berekend over de afgelopen 4 jaar en bedraagt € 2,3 miljoen per jaar. Het klantenbestand bestaat voornamelijk uit middelgrote bedrijven met een werknemersaantal van 50 tot 100 mensen.

Daarnaast heeft Matrix een gelijkwaardige dochteronderneming in het Duitse Kaltennordheim. Eventueel kan hier productie, vanuit de vestiging te Zwijndrecht, worden ondergebracht.

1.2 De opdracht omschrijving

De opdracht komt voort uit het feit dat Matrix de afgelopen twee jaar is verdubbeld in machine capaciteit. Het vinden van gekwalificeerd personeel met een mentaliteit die aansluit bij de Matrix cultuur, is een probleem van bijna structurele aard. Ook de invloed van goede en daarmee duurder arbeidskrachten bepalen op dit moment een aanzienlijk deel van de kostprijs per product.

Daarnaast wil Matrix zich graag klaarmaken voor de toekomst, hieronder verstaan zij; flexibel kunnen zijn in seriegrootte en serieduur, capaciteit verhogen en multifunctioneel zijn. In verband met de problematiek rondom de personeelswerving, wordt het interessant om te onderzoeken of het mogelijk is een deel van de productie mens-arm te maken en de mogelijkheid tot onbemand produceren te creëren.

In de markt worden momenteel kleine beladingssystemen voor CNC bewerkingscentrums aangeboden. Daarom wil Matrix oriënteren of deze systemen toepasbaar zijn binnen hun productie en ze daarmee hun doel bereiken (klaar voor de toekomst).

Hieruit is de opdracht ontstaan: Onderzoek of het haalbaar is om automatisering in de productie processen toe te passen.

1.2.1 De hoofdvraag

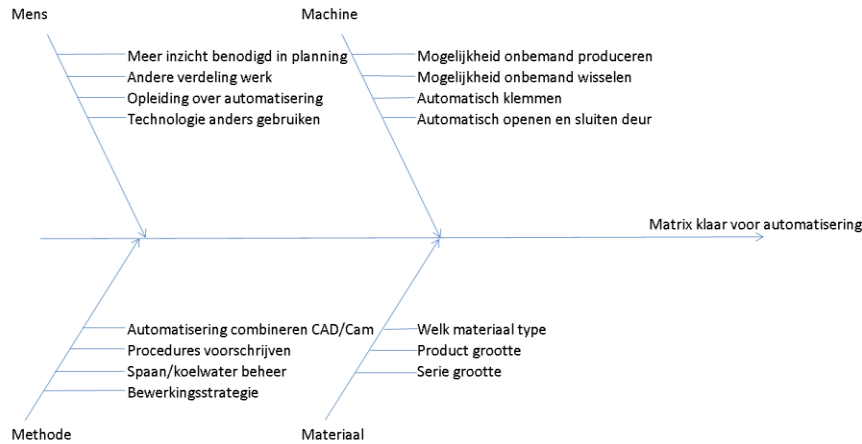
Is het haalbaar om het beladen en ontladen van het CNC bewerkingscentrum (Quaser MV184) te automatiseren?

Wanneer is het voor Matrix haalbaar?

Matrix heeft gesteld dat het haalbaar is wanneer de complete investering circa € 75.000 is, mits dit met 4 jaar is terugverdiend. Ook dient de machine goed toegankelijk te blijven zodat er ook bemand gebruik van gemaakt kan worden. Daarnaast dient het automatiseringssysteem toepasbaar te zijn op kleine series en daarmee flexibel. Dit zal gedurende het onderzoek onderbouwd worden.

1.2.2 Deelvragen

Wanneer een proces geautomatiseerd wordt, wordt er op een andere manier gebruik gemaakt van de technologie. De werkverdeling verschuift en het proces heeft een duidelijke structuur nodig. Om inzicht te krijgen in wat er benodigd is om correct te automatiseren is er gebruik gemaakt van een visgraat diagram (figuur 1). Standaard is dit opgebouwd uit 4M primaire groepen; mens, materiaal, (werk)methode en machine (bewerkingscentrum).



figuur 1 visgraat diagram

Vanuit dit visgraat diagram zijn deelvragen opgesteld.

- Hoe werkt Matrix momenteel?
- Wat moet er geautomatiseerd worden?
- Om welke serie grootte gaat het?
- Om welk type producten gaat het?
- Hoe kan er geautomatiseerd worden?
- Hoe wordt er geïmplementeerd?
- Wat zijn de investeringskosten?
- Wat is de terugverdientijd?

De deelvragen worden gebruikt om tot een juiste conclusie te komen.

1.2.3 Eisen en wensen

De eisen en wensen worden gebruikt om randvoorwaarden en limieten te definiëren. Vanuit Matrix zijn vooraf een aantal eisen en wensen voorgedragen. Gedurende het onderzoek is het mogelijk dat deze verder aangevuld worden.

Eisen

- Het automatisch beladen en ontladen van het CNC bewerkingscentrum (Quaser MV184)
- Toepasbaar op de huidige locatie / in de huidige werkomgeving
- Er is mens-arme productie mogelijk
- Er moet met dezelfde kwaliteit geleverd worden

Wens

- Er is onbemande productie mogelijk
- De productie snelheid gaat omhoog
- De spindeluren gaan omhoog
- De prijs per product gaat omlaag

2 Bedrijfsoriëntatie

Tijdens het oriënterende onderzoek wordt er gebruik gemaakt van de deelvragen. Door het beantwoorden van deze deelvragen kunnen diverse eisen onderbouwd en uitgebreid worden. Deze informatie is van belang voor het verdiepende onderzoek.

2.1 De werkmethode

Om tot een goed advies te komen is er verder onderzoek gedaan naar Matrix, wat willen zij met de opdracht bereiken en hoe is de huidige werkmethode.

2.1.1 Het idee achter automatiseren

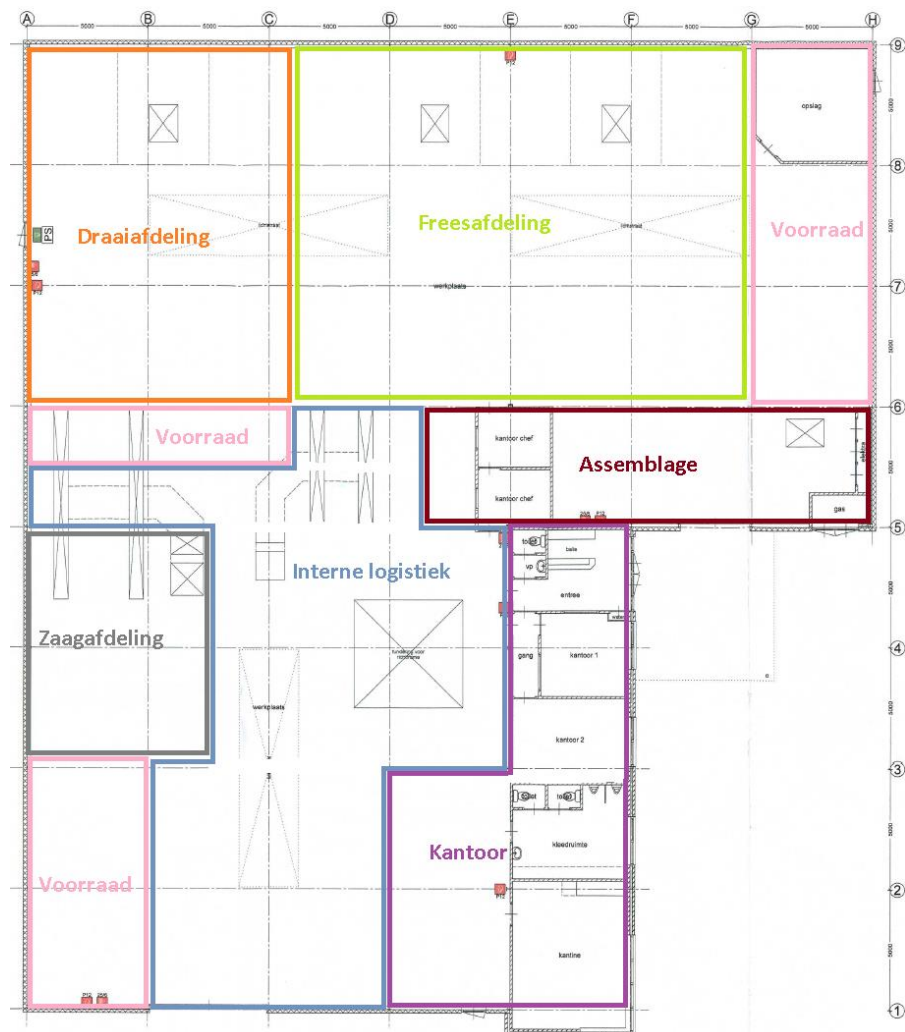
Zoals eerder benoemd is Matrix een groeiend bedrijf. Ook de klanten groeien mee, dit zorgt voor nieuwe producten en extra herhaalorders, de serie grootte stijgt en men verwacht korte levertijden. Om met dezelfde kwaliteit te blijven leveren dient de capaciteit van de productie verhoogd te worden.

Matrix heeft aangegeven de capaciteit van de freesafdeling te willen uitbreiden door middel van automatisering. Hiermee willen ze de mogelijkheid creëren om onbemand en mens-arm te produceren. Het doel is om flexibel te automatiseren en daarmee ongeveer 2 à 3 uur per dag buiten reguliere werktijd automatisch te produceren. Tevens willen ze de mogelijkheid om goedkoper de grotere series te kunnen produceren.

2.1.2 Huidige situatie

De vraag is het automatisch beladen en ontladen van de Quaser MV184. Dit is een 3-assig CNC bewerkingscentrum met een verticaal aangedreven spindel. Het machine bed heeft de afmeting van 2,5x2,8m. Het CNC bewerkingscentrum heeft standaard een interface die extra M-codes kan aansturen. Een volledige robotinterface moet worden gemaakt door middel van een PLC.

In figuur 2 is een grof getekende bedrijfsindeling van hal 1 gemaakt. In hal 2 bevindt zich de lasafdeling en een extra magazijn. Hier wordt in de toekomst extra kantoor en kantine ruimte gerealiseerd.



figuur 2 bedrijfsindeling hal 1

Het proces verloopt als volgt:

- de order komt binnen en wordt verwerkt in het ERP systeem
- afdrukken productie formulier (voorbeeld in bijlage 01)
- het productie formulier wordt bij de zaagafdeling gebracht
- materiaal wordt gezocht
- wanneer nodig wordt er gezaagd
- het product en formulier worden bij de vervolgfabricaties gebracht

De halffabricaten worden vervoerd en opgeslagen op karretjes.

De algemene productie planning wordt wekelijks gemaakt of indien nodig bijgesteld. Dit wordt gebaseerd op de levertijden, materiaalsoort en bewerkingen. Het uitgangspunt is, naast de gewenste leverdatum, de machines zo min mogelijk van materiaalsoort, opspanmiddel en gereedschap te laten wisselen.

Op de freesafdeling lopen 1 of 2 operators en 1 frezer, iedere werknemer bedient 2 of 3 machines. Er worden afbraamwerkzaamheden of externe bewerkingen gedaan, er wordt geprogrammeerd en producten worden gecontroleerd. Behalve het CNC bewerkingscentrum is er geen automatisering aanwezig bij Matrix.

2.1.3 Werkplaats onderzoek

Om een duidelijk beeld vanuit de werkplaats te krijgen is er een klein onderzoek gehouden onder de werknemers van de freesafdeling. Er is een formulier gemaakt waar de freestijd, wisseltijd, insteltijd en externe bewerkingen van verschillende series zijn bijgehouden. Ook de start en eindtijd van de totale productiecyclus is bijgehouden.

Als tweede heeft het personeel een formulier ingevuld met de werkdrukverdeling. Aan de hand hiervan kan men het takenpakket zien en wordt het duidelijk hoeveel procent van de dag men de machine aan het beladen en ontladen is. Dit geeft een beeld hoeveel werk een automatiseringssysteem op de reguliere werkdag over kan nemen (bijlage 02).

Uit dit onderzoek is gebleken dat het personeel gemiddeld 40% van de dag bezig is met de machine beladen en ontladen. De gemiddelde wisseltijd per product ligt op 27,5 sec. Daarnaast is gebleken dat de totale procestijd vele malen hoger ligt dan de benodigde procestijd. Een voorbeeld is het proces van een deksel aanpassen. Wanneer de gemeten insteltijd, productie tijd en wisseltijd bij elkaar opgeteld worden, komt de totale procestijd op 0,6 uur. Echter wanneer er naar de start en eindtijd gekeken wordt, is het proces pas klaar na 1,5 uur. De exacte oorzaak is onbekend maar hieruit blijkt wel dat de machine niet continue in gebruik is (bijlage 03).

Daarnaast is duidelijk geworden dat Matrix in zijn productie de seriegrootte met enige regelmaat verdubbeld en dit als voorraad opslaat. Dit verlaagt de instelkosten per product en geeft de mogelijkheid klanten te voorzien van een 'direct van de plank' levertijd.

2.2 Proces analyse

In de hoofdvraag staat het automatiseren van het beladen en ontladen van het bewerkingscentrum centraal. Wanneer deze stap genomen wordt en er daarmee onbemand wordt geproduceerd, dient het complete proces volledig beheersbaar te zijn. Dit zorgt ervoor dat ook andere stappen geautomatiseerd moeten worden.

Om inzicht te krijgen in welke stappen er zijn en wat er geautomatiseerd moet worden, is het huidige proces geanalyseerd en omgezet in een procesflowdiagram (figuur 3).

Een aantal stappen, die momenteel handmatig worden uitgevoerd, kan men integreren in het CNC programma.

- 3D taster oproepen
- nulpunten bepalen
- schoonblazen product
- product controleren
- gereedschappen controleren
- klemmen schoonblazen

Voor de volgende stappen dient het automatiseringsproces uitgebreid te worden.

- materiaal plaatsen / verwijderen
- klemmen sluiten / openen
- deur sluiten / openen

Nadat het werkstuk uit de machine komt, worden er handmatig afbraamwerkzaamheden uitgevoerd. Bij automatisering en onbemande productie stapelen deze werkzaamheden zich op. Dit kan voorkomen worden door

het afbramen te integreren in het CNC programma.

Samenvattend kan er gezegd worden dat naast de verplaatsing van materiaal, ook de opspanning en deurbesturing geautomatiseerd moet worden.



figuur 3 Procesflowdiagram

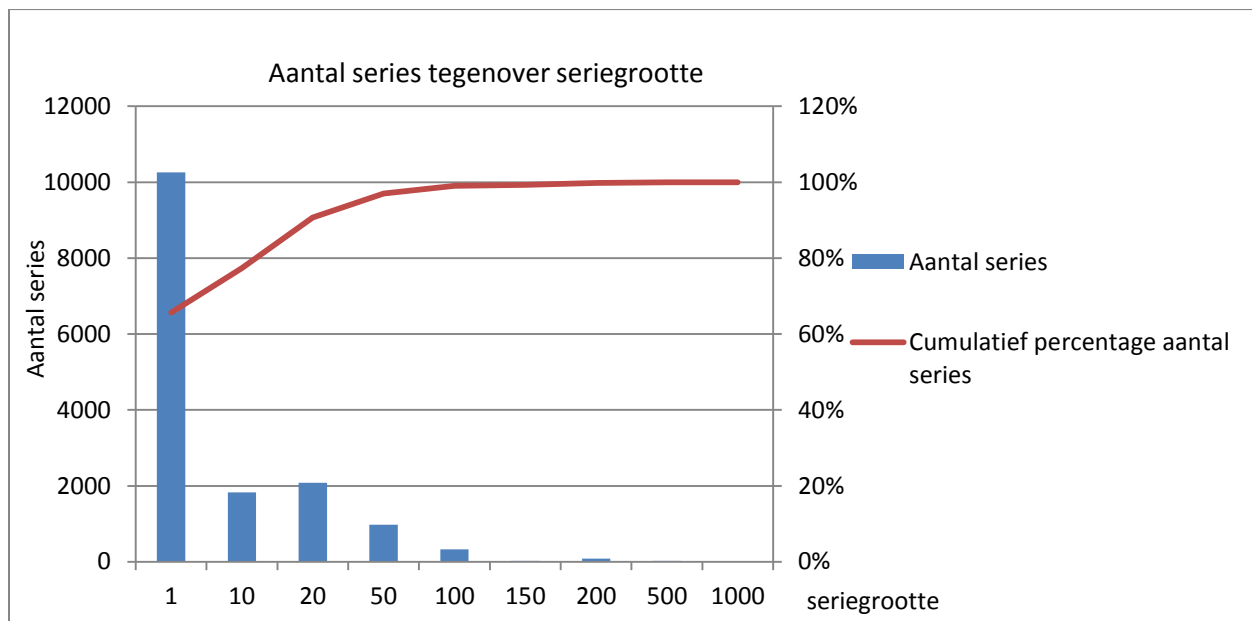
2.3 Seriegrootte

Het antwoord op de hoofdvraag is volledig afhankelijk van de seriegrootte en het producttype. Er is een onderzoek gedaan vanuit het ERP systeem binnen de huidige orders. Met betrekking tot de seriegrootte is er van 2,5 jaar informatie geëxporteerd (vanaf 2014 tot en met augustus 2016). In bijlage 04 zijn de verwerkte gegevens bijgevoegd.

Bij dit onderzoek (vanuit het ERP systeem) is alle informatie verwerkt in het ERP systeem als waarheid aangenomen. Eerder is het werkplaats onderzoek besproken, hieruit is gebleken dat er met regelmaat dubbele series als voorraad geproduceerd worden. Omdat hier geen registratie van is, is dit niet mee genomen in deze informatie.

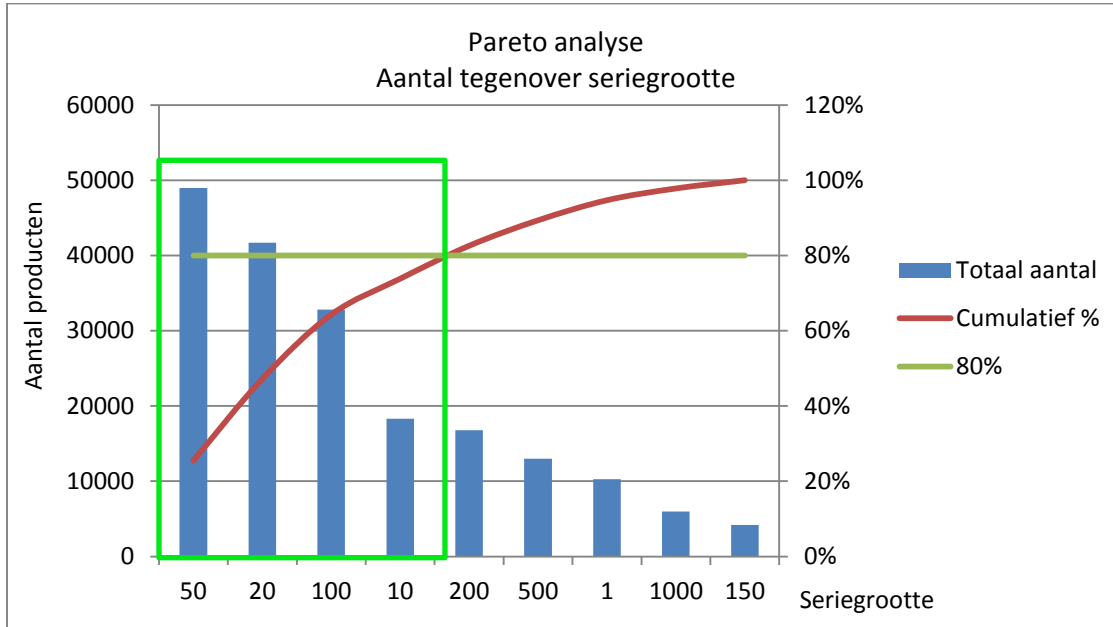
Afhankelijk van de seriegrootte kan er gekozen worden voor een bepaald automatiseringssysteem. Wanneer men alle orders wil kunnen automatiseren wordt het systeem duurder dan wanneer er op een bepaalde seriegrootte gefocust wordt. De vraag is daarom: in welke seriegrootte wordt het meest geproduceerd bij Matrix? Met behulp van de pareto analyse, ook wel 80 / 20 regel, is er een selectie gemaakt (Schreuder).

In grafiek 1 is de informatie verwerkt en weergegeven op basis van aantal series tegenover de seriegrootte. Hierin is zichtbaar dat circa 65% van alle orders bij Matrix om enkelstuk productie gaat.



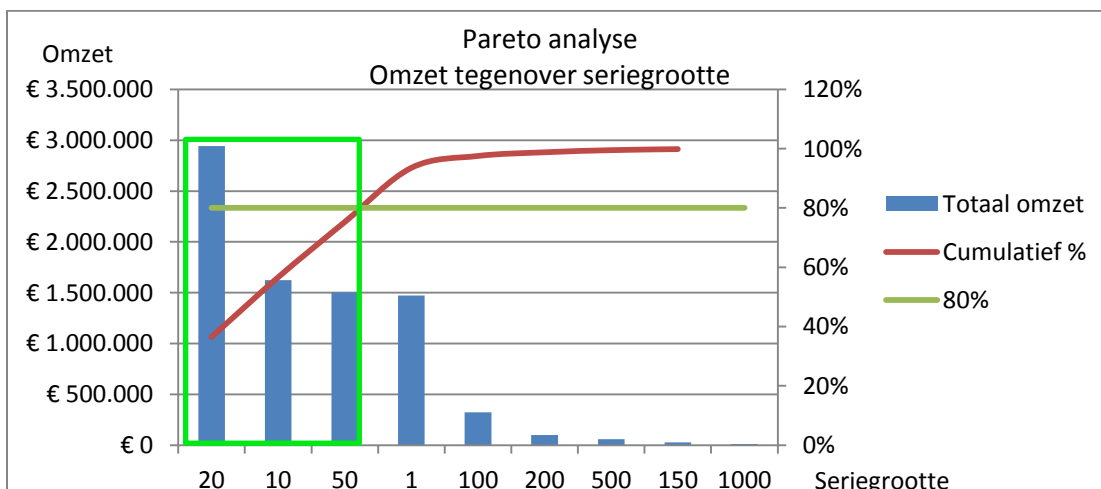
grafiek 1 Aantal series tegenover serie grootte afgezet

Wanneer er wordt geautomatiseerd is het aantal producten van belang. Daarom is in grafiek 2 het aantal producten tegenover de seriegrootte afgezet. Tevens is hier het cumulatieve percentage over berekend dit laat zien dat 80% van de productie wordt gevuld door seriegrootte 10 tot 100 stuks (groen omlijnd).



grafiek 2 Aantal producten tegenover seriegrootte afgezet

Vanuit de seriegrootte is er gekeken naar de omzet. In grafiek 3 is de omzet afgezet tegenover de seriegrootte. Hier is te zien (groen omlijnd) dat 80% van de omzet wordt verkregen door de seriegrootte 10, 20 en 50 stuks.



grafiek 3 Omzet tegenover seriegrootte afgezet

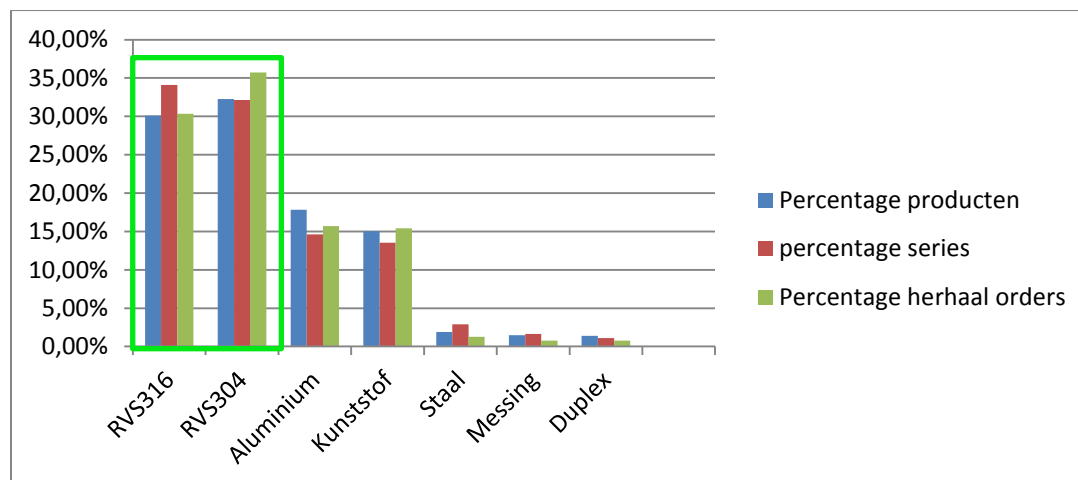
Samenvattend komt het erop neer dat Matrix in de huidige situatie, naast de enkelstuk productie, voornamelijk series van 100, 50, 20 en 10 stuks heeft. Deze seriegroottes zorgen samen voor 80% van de

productie en voor meer dan 80% van de omzet. Het onderzoek wordt gericht op het automatiseren van minimaal de seriegroottes 10 tot 100 stuks.

2.4 Producttype

Naast de seriegrootte zijn ook de producttype van belang, hieronder worden de eigenschappen zoals het materiaal en de dimensies verstaan. Om dit te onderzoeken is er van 6 maanden data geëxporteerd vanuit het ERP systeem. Deze orders zijn gefilterd op bewerkingen, alleen de freesproducten zijn van belang. De producten bevatten geen passingen of extreem hoge toleranties. Daarnaast is alleen gebruik gemaakt van de eerder genoemde seriegrootte (10-100 stuks).

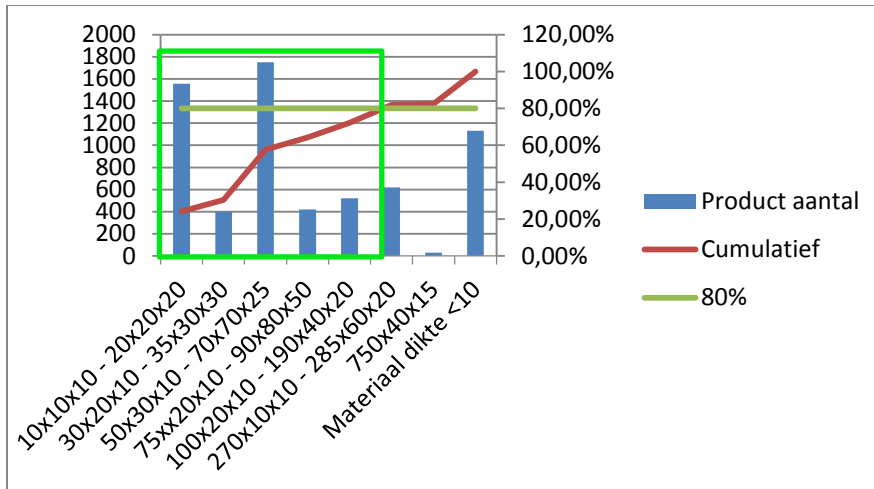
De gefilterde orders zijn aangevuld met een materiaalsoort en vervolgens gesorteerd. Per materiaalsoort is er onderscheid gemaakt tussen het aantal producten, aantal series en de herhaalorders. In grafiek 4 zijn deze gegevens weergegeven, hier is te zien dat in de meerderheid van de processen RVS bewerkt wordt. Ook aluminium en kunststof worden noemenswaardig vaak bewerkt. In verband met de verschillende bewerkingsmethode en gereedschappen tussen RVS, aluminium en kunststof wordt het verdere onderzoek gericht op RVS (groen omlijnd).



grafiek 4 percentages t.b.v. materiaalsoort

Bij een geautomatiseerd proces is een hoge proceszekerheid van belang. Omdat deze zekerheid bekend is bij herhaalorders is het automatiseren van juist deze groep interessant. Om deze reden wordt het verdere onderzoek gebaseerd op de herhaalorders.

Vanuit de orders binnen de gestelde seriegrootte (10 – 100 stuks), de materiaalsoort (RVS) en de herhaalorders, zijn de product dimensies opgezocht, geregistreerd en verwerkt. De orders zijn verdeeld in 8 groepen en verwerkt in grafiek 5. Ook hier is een cumulatief percentage berekend en om 80% van de orders te kunnen automatiseren is de minimale range van afmetingen gesteld op 10x10x10mm tot en met 285x80x50mm. Bij gebruik van RVS komt dit op een maximaal gewicht van 9kg.



grafiek 5 Aantallen tegenover materiaal dimensies (series gedurende 6 maanden van RVS)

Van de geselecteerde orders is de totale freestijd berekend. Dit komt uit op een totaal van 667 uur over een periode van 6 maanden, dit is gemiddeld per dag 5,5 uur. De gemiddelde serieduur ligt op 3,5 uur frezen.

2.5 Maattoleranties

Om de kwaliteit te kunnen waarborgen zijn de benodigde maattoleranties van belang. Geleverde producten moeten voldoen aan de gestelde toleranties.

De productnauwkeurigheid is bij Matrix vastgesteld met de norm NEN2365-m (figuur 4). Er zijn producten of bewerkingen waar een hogere tolerantie benodigd is, omdat dit de minderheid betreft zijn deze in dit onderzoek uitgesloten.

Waarden in mm

tolerantieklasse		toelaatbare afwijkingen voor de reeks nominale maten							
		0,5 ¹⁾	groter dan	groter dan	groter dan	groter dan	groter dan	groter dan	groter dan
aanduiding	omschrijving	t.m. 3	3 t.m. 6	6 t.m. 30	30 t.m. 120	120 t.m. 400	400 t.m. 1000	1000 t.m. 2000	2000 t.m. 4000
f	fijn	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5	–
m	gemiddeld	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2
c	grof	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	± 3	± 4
v	zeer grof	–	± 0,5	± 1	± 1,5	± 2,5	± 4	± 6	± 8

1) Voor nominale maten kleiner dan 0,5 mm moeten de afwijkingen direct naast de betreffende nominale maat worden aangegeven.

figuur 4 bron: NEN 2365

Of toleranties behaald worden hangt af van de manier van opspannen en de nauwkeurigheid van het CNC bewerkingscentrum. Momenteel worden producten handmatig opgespannen in een machineklem met 1 vaste bek en 1 bewegende bek. Daarnaast wordt er, in verband met de repeteerbaarheid, gewerkt met een vaste aanslag. Het eerste product wordt opgespannen en van daaruit wordt het nulpunt bepaald. Het volgende product kan door de aanslag bijna exact op dezelfde plek worden geplaatst.

De repeteerbaarheid van het plaatsen en van de bewerkingen zijn van belang. Volgens de specificaties van het CNC bewerkingscentrum (Quaser MV184) heeft deze een positioneernauwkeurigheid van 0,008mm en een repeteerbaarheid van 0,004mm (figuur 5)(BIJLAGE 06). Dit is volgens de norm ISO 230-2 (Engels). Daarnaast zijn ook de normen VDI 3441 (Duits) en JIS 6338 (Aziatisch) opgenomen. Bij oplevering van het bewerkingscentrum is getest of de machine daadwerkelijk aan deze eisen voldoet en hierop goedgekeurd.

Accuracy Positioning / Repeatability	
ISO 230-2	0.008 / 0.004
JIS 6338 (300 mm)	± 0.003 / ± 0.002
VDI 3441	0.008 / 0.004

figuur 5 nauwkeurigheid en herhaalbaarheid Quaser MV184

De repeteerbaarheid en positioneernauwkeurigheid zijn 2 verschillende maatstaven. Het proces start met de positioneernauwkeurigheid, wanneer de programmeur hier in het vervolg proces rekening mee houdt kunnen kleine afwijkingen worden opgevangen. Bij het tweede product wordt de repeteerbaarheid belangrijk, de opspanning en het programma is bij product 1 afgesteld en men wil nu eenzelfde product produceren.

Met betrekking tot het correct opspannen kan er gesteld worden dat de repeteerbaarheid van grotere invloed is dan de positioneernauwkeurigheid. Mocht de benodigde repeteerbaarheid niet gehaald kunnen worden, kan men dit opvangen door bij elk product opnieuw de nulpunten te bepalen. Momenteel is dit niet gewenst in verband met de tijd, echter is bij een geautomatiseerd proces de proceszekerheid van groter belang dan een korte productietijd.

De combinatie van de Quaser MV184 en de producttolerantie geeft een benodigde repeteerbaarheid af. De producten hebben een tolerantie van $\pm 0,1\text{mm}$, met de repeteerbaarheid van de Quaser MV184 van $\pm 0,002\text{mm}$. Bij 2 opspanningen van hetzelfde product komt de benodigde maattolerantie per product op $\pm 0,05\text{mm}$. Het automatiseringssysteem moet minimaal een repeteerbaarheid hebben van $\pm 0,048\text{mm}$.

2.6 Samenvatting

Uit het oriënterende onderzoek is gebleken dat Matrix flexibel wil zijn in seriegrootte en serie duur, de capaciteit wil verhogen en multifunctioneel wil zijn. Zij willen onderzoeken of het automatisch beladen en ontladen van de CNC bewerkingsmachines hier aan kan bijdragen.

Daarnaast is gebleken dat de productie regelmatig vertraging oploopt door onbekende reden. Ook worden er dubbele series geproduceerd als voorraad zonder terugkoppeling naar het ERP-systeem. Op beide situaties wordt niet verder ingegaan gedurende dit onderzoek.

Naast het automatisch beladen en ontladen moeten er een aantal dingen geïntegreerd worden in het CNC programma. Ook de opspanningen en deur bediening moeten de mogelijkheid krijgen tot automatisering. Hier wordt een extra maar klein onderzoek aan gewijd.

Het verdere onderzoek wordt gebaseerd op de seriegrootte van 10 tot 100 stuks, met als grondstof RVS304 of RVS316. De hoofdafmetingen van de producten liggen van 10x10x10mm tot 285x80x50mm, hiermee komt het maximale gewicht op 9kg.

De nauwkeurigheid van de producten ligt op $\pm 0,1\text{mm}$, in combinatie met het CNC bewerkingscentrum komt dit op een benodigde repeteerbaarheid van $\pm 0,048\text{mm}$.

3 Automatiseringsmethode

Om een goed advies te kunnen geven is het van belang de mogelijke opties in kaart te brengen. Er is dan ook eerst een algemeen onderzoek gedaan naar de automatiseringsmogelijkheden. Dit onderzoek is beperkt tot het automatisch beladen en ontladen van verspanende bewerkingsmachines.

Wat houdt automatisering in? Er wordt geautomatiseerd wanneer de computer en / of de machine (een deel) denk-, regel- en / of sorteerwerk overneemt. Omdat het onderzoek is gericht op het beladen en ontladen van een machine wordt er naast denkwerk ook spierkracht vervangen, dit noemt men mechanisatie.

De verschillende automatiseringsconcepten zijn:

- transferstraat
- palletbanen / Palletwisselaar
- robots
- stafaanvoer / Stangenmagazijn
- portaalbelading

Naast deze methode kan men ook gebruik maken van pendelend bewerken. Dit is geen automatisering van het beladen en ontladen, maar zorgt wel voor een verhoging van de spindeluren. Ook de mogelijkheid om het systeem nog enige tijd onbemand te laten doordraaien wordt hiermee gecreëerd.

Om de juiste keuze te kunnen maken is er verder onderzoek gedaan, worden de methodes omschreven en getoetst aan de gestelde eisen.

3.1 Transferstraat

In een transferstraat worden een aantal machines in één lijn opgesteld. Elke machine voert een deel van de bewerkingen uit, aan het einde van de straat is het product gereed.

Een transferstraat (figuur 6) kan bestaan uit:

- zaagstation
- draaimachine
- freesmachine
- graveerstation
- afbraamstation
- spoelcabine
- slijpmachine
- meetmachine
- product inpakker



figuur 6 voorbeeld transferstraat (Horkos.co, 2016)

De output van de transferstraat wordt bepaald door de takt tijd. Om deze te verhogen kunnen bepaalde stations in meervoud worden toegevoegd.

In een transferstraat wordt één vast product of een familie van producten bewerkt. Dit is compleet geoptimaliseerd. Om andere producten te gaan produceren dient de transferstraat omgebouwd te worden.

Voordelen

- complete productie van A tot Z, zonder tussenkomst van personeel

Nadelen

- niet geschikt voor kleine series
- niet geschikt voor veel variabelen

3.2 Palletwisselaar

De palletwisselaar (figuur 7) is ontstaan om de productwisseltijden in de bewerkingsmachine te verkorten. Met deze methode worden producten buiten de machine gewisseld en opspanningen opgebouwd. Om na afloop van het CNC programma de pallet te laten wisselen. Door buiten de machine op te spannen worden de spindeluren verhoogd. De machine draait tijdens het extern opspannen, zo maakt de operator gedurende de dag meer opspanningen.

De palletwisselaar bestaat in verschillende varianten, de meest voorkomende is voor twee pallets. Deze methode is uit te breiden tot enkele tientallen pallets. Bij grote aantallen maakt men gebruik van stellingen, hierdoor is er minder vloeroppervlak nodig. Het palletwisselsysteem kan worden aangesloten op meerdere machines tegelijk.

Palletsystemen worden toegepast bij producten waar de opspanning van groot belang is. Hierbij kan men denken aan producten die tussentijds naar de meetkamer moeten en daarbij in exact dezelfde opspanning moeten blijven.

Voordelen

- verhoging spindeluren
- betrouwbare opspanning
- relatief eenvoudig toe te passen
- onbemand produceren mogelijk

Nadelen

- starre automatisering
- geen mens –arme productie
- relatief dure oplossing



figuur 7 Voorbeeld palletwisselaar (Metaalmagazine, 2016)

3.3 Robots

Een robot (figuur 8) kan op diverse manieren worden toegepast, dit komt door de grote bewegingsvrijheid gecreëerd door 6 assen. De robot kan dan ook verschillende werkzaamheden uitvoeren, denk aan: beladen en ontladen, logistiek, afbramen, producten schoonspoelen, pallets beladen, meten en gereedschap in de machine plaatsen. Deze mogelijkheden zorgen ervoor dat bij een continue productie er geen nevenwerkzaamheden opstapelen (denk aan afbramen). Zo wordt de operator tijdens zijn dagdienst niet geconfronteerd met deze werkzaamheden. Tijdens de dagdienst kan er volledig gefocust worden op programmeren en instellen van de machines.

De gripper haalt het product uit een box, pallet of een stelling waar ruwe delen zijn klaargelegd. Deze ruwe delen worden door de robot in de machine geplaatst, opspanmiddelen dienen automatisch open en dicht te gaan. Wanneer de machine klaar is met bewerken plaatst de robot het werkstuk terug in de stelling, het omkeerstation of in een volgende machine. Naast het plaatsten van een product kan de robot ook pallets handelen. De eerder genoemde palletbaan wordt vervangen door een stelling en robot.

Een robot is de meest vrije vorm van automatiseren en toepasbaar voor grootte en kleine series. De robot kan de complete automatisering zijn of een deel uitmaken van een proces.



figuur 8 Voorbeeld robotarm (istockphoto.com, 2016)

Voordelen

- grote bewegingsvrijheid
- flexibel
- niet van seriegrootte afhankelijk
- zowel producthandling als pallethandling mogelijk
- automatisch beladen en ontladen
- onbemand produceren mogelijk
- hoge herhaalbaarheid

Nadelen

- relatief lage nauwkeurigheid Afhankelijk van de opspanmethode

3.4 Stafaanvoer

Bij stafaanvoer wordt het materiaal door de hoofdspil van de draaimachine of multitask machine naar binnen geschoven. Tijdens het bewerken zorgt een hydraulisch bediende spantang voor het vastklemmen. Deze spantangen kan men zeer eenvoudig wisselen zodat er ook met een ander materiaal gewerkt kan worden.

De aanvoer lengte kan maximaal 6000 mm zijn, tijdens het draaien wordt deze gestabiliseerd door een oliefilm. Naast de stafaanvoer bestaat er ook de mogelijkheid van het stangenmagazijn (figuur 9), in de basis werkt deze hetzelfde. Echter kan men in het stangenmagazijn een voorraad stangen plaatsen, als de staf verbruikt is rolt er een nieuwe staf in de stafaanvoer. De maximale lengte voor het stangenmagazijn is meestal 1500mm.

Bij gebruik van stafaanvoer kunnen de onbemande uren efficiënt gebruikt worden. Ook geeft deze manier van werken de mogelijkheid om één operator meerdere machines te laten bedienen. Automatiseren met behulp van de stafaanvoer is geschikt voor nagenoeg alle seriegrootte.



figuur 9 voorbeeld stangenmagazijn (Vdgrijp.nl, 2016)

Voordelen

- rechte reeks ruw materiaal plaatsen
- lage omsteltijden
- behoorlijk lange tijd onbemand werken mogelijk

Nadelen

- benodigde ruimte
- concessies met betrekking tot het toerental (maximale lengte)
- materiaal moet door de aangedreven hoofdspil naar binnen geschoven kunnen worden
- geen half fabricaat
- voornamelijk rond of gelijkzijdig materiaal

3.5 Portaalbelading

Portaalbelading is een relatief eenvoudig automatiseringssysteem (figuur 10). Het bestaat uit een transportband en twee beweegbare assen. Het portaal dient ervoor om de grijper van de ene zijde naar de andere zijde te verplaatsen (horizontale as 1). Daarnaast zorgt de 2^{de} as ervoor dat de grijper verticaal kan verplaatsen.

Portaal belading wordt voornamelijk gebruikt bij draaibanken en multitask machines. Dit heeft ermee te maken dat de machine klem of klauwplaat van bovenaf bereikbaar moet zijn.

Voordelen

- Relatief eenvoudig
- Op meerdere machines tegelijk aan te sluiten
- Automatisch beladen en ontladen

Nadelen

- Niet flexibel
- Slecht toepasbaar bij een verticale (hoofd)spil



figuur 10 Voorbeeld portaalbelading (ridder.net, 2016)

3.6 Pendelend bewerken

Wanneer er een bewerkingscentrum met lange spantafel beschikbaar is kan er gebruik gemaakt worden van pendelend bewerken (figuur 11). De machine pendelt over de spantafel heen. Er kunnen lange producten bewerkt worden of er worden diverse opspanningen gemaakt. In principe heeft dit hetzelfde effect als produceren door middel van pallets, alleen dient er nu een lange spantafel beschikbaar te zijn.

Het beladen en ontladen wordt bij pendelend bewerken niet geautomatiseerd, maar deze methode zorgt wel voor extra spindeluren en maakt onbemand produceren mogelijk. De operator is ook hier gedurende de dag meer tijd kwijt aan opspannen (vergelijkbaar met de palletwisselaar).



figuur 11 Voorbeeld pendelend bewerkingsmachine (Calvet)

Ook biedt een pendelende bewerkingsmachine de mogelijkheid om lange en zware materialen te bewerken. Het machine bed is een vast gegeven en heeft zo (bijna) geen risico op doorbuiging.

Voordelen

- verhoging spindeluren
- opspan nauwkeurigheid gegarandeerd
- onbemand produceren mogelijk
- flexibel in zijn toepassing
- mogelijkheid om lange en zwaardere stukken te bewerken

Nadelen

- niet automatisch beladen en ontladen
- langere spantafel → meer werkruimte benodigd
- niet mogelijk man- arm te produceren

3.7 Methodes toetsen aan eisen en wensen

Als de vraag gesteld wordt “welke automatiseringsmethode is toepasbaar bij Matrix?” kan daar nu antwoord op worden gegeven.

Er dient een automatisering te komen op het beladen en ontladen van de machine, hiermee wordt een fabricage cel gecreëerd. De eisen en wensen toepasbaar in dit stadium zijn verwerkt in Tabel 1 inclusief de beoordeling vanuit de automatiseringsmethode. Hierin is zichtbaar dat alleen de robot aan alle eisen voldoet. Daarnaast heeft de palletbaan eenmaal nee, dit is bij de mogelijkheid tot mens – arme productie. Bij gebruik van pallets wordt ieder werkstuk alsnog handmatig opgespannen. Daarnaast heeft de portaalbelading eenmaal nee, dit heeft ermee te maken dat dit niet toepasbaar is op de gevraagde machine (Quaser MV184).

In deze selectie is alleen gefocust op functionele eisen. De investering en terugverdientijd is meegenomen in het verdiepende onderzoek.

Tabel 1 Methodes getoetst aan eisen en wensen

Eisen	Transferstraat	Palletbaan	Robot	Stafaanvoer	Portaalbelading	Pendelend bewerken
Automatisch beladen en ontladen CNC bewerkingscentrum	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nee
Toepasbaar huidige locatie / in de huidige werkvorm	Nee	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee
Er is mens – arme productie mogelijk	Ja	Nee	Ja	Ja	Ja	Nee
Afmetingen tussen de 10x10x10mm en 285x80x50mm	Nee	Ja	Ja	Nee	Ja	Ja
Minimaal een gewicht tot 9 kg per product kunnen handelen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Wens						
Er is onbemande productie mogelijk	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
De productie snelheid gaat omhoog	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
De spindeluren gaan omhoog	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

4 Robotcellen

Vanuit het oriënterende onderzoek naar automatiseringsmethodes is gebleken dat de robot de beste methode is voor Matrix. Vanuit deze wetenschap is er verdiepend onderzoek gedaan naar robotcellen. Hierbij is gekozen voor 2 robotcellen gericht op producthandling en 1 robotcel geschikt voor product en pallethandling. Iedere cel wordt geleverd door een andere leverancier, zo wordt er gebruik gemaakt van de kennis en ervaring van 3 verschillende bedrijven.

4.1 Halter

De missie van Halter CNC automation wordt op de website zo omschreven:

“Verspanende bedrijven in staat stellen om direct meer winst te maken, door middel van het leveren van laagdrempelige, toegankelijke automatische beladingssystemen voor de productie van series van 10 tot 1000 stuks”
(<https://haltercncautomation.nl/missie/> 27-10-2016).

Momenteel heeft Halter 3 standaard robotcellen in zijn assortiment waar de Load assistant Universal (figuur 12) het best aan de eisen voldoet. Deze heeft een minimum afmeting van 10x10mm tot een maximum van 230x230mm, de maximum hoogte is 250mm. Afhankelijk van de productafmeting heeft de Load assistant een capaciteit van 6 tot 176 werkstukken.

De load assistant is opgebouwd uit een voorgeprogrammeerde universele rasterplaat en een robotarm van Fanuc. Het nut van voorprogrammeren is dat er vaste referentiepunten ontstaan, dit bespoedigt het instellen. De rasterplaat is opgebouwd uit 2 halve cirkels, dit geeft de mogelijkheid een nieuwe serie te plaatsen terwijl de huidige serie nog loopt (figuur 13).

Fanuc geeft een herhaalbaarheid van $\pm 0,08$ mm op voor de robotarm, het technisch document is toegevoegd in bijlage 09.

Veiligheid wordt gegarandeerd door middel van een vloerscanner. Deze scanner zorgt ervoor dat de robotarm vertraagt of stopt wanneer de operator in zijn werkveld komt. Dit maakt hekwerk overbodig en zo blijft de machine goed toegankelijk voor de operator. Echter wordt het werkveld bepaald door gestelde veiligheidseisen, de vloerscanner weet immers niet waar de operator met zijn arm is. Hierdoor is het werkveld een stuk groter dan nodig en moet er dus voldoende ruimte om de robotcel zijn.



figuur 12 Halter load assistant universal (bijlage 13)



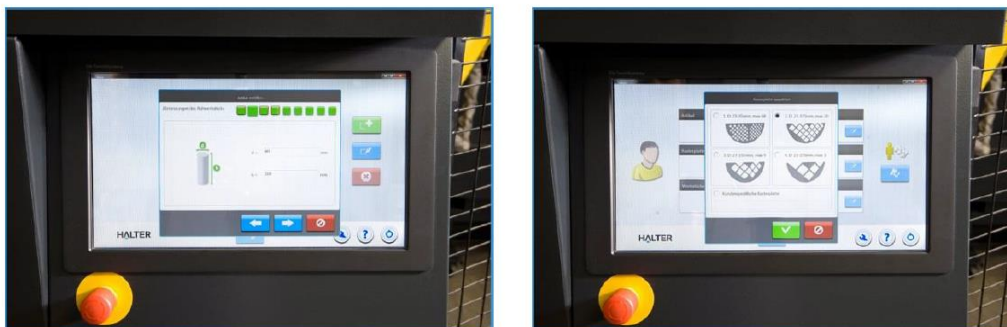
figuur 13 Rasterplaat halter (bijlage 13)

Er wordt gebruik gemaakt van een universeel grijpersysteem met 2 of 3 vingers. Dit zijn handmatig verstelbare grijpers met ingebouwde veiligheidssensoren voor de open en dicht controle. De gripper is uitgevoerd met een airblow systeem, dit geeft de mogelijkheid het product, de klauwplaat of machineklem schoon te blazen. Om de wisseltijd naar beneden te brengen kan er een tweede gripper toegevoegd worden (dubbele gripper). De robot legt dan een enkele weg af voor het beladen en ontladen van de machine.

Installatie wordt volledig verzorgd door gecertificeerde monteurs. Zij zorgen voor de koppeling tussen loadassistent en CNC machine. De vaste locaties in de CNC machine en robot programmering wordt hierbij uitgevoerd. Na installatie geven de monteurs 4 tot 6 uur training en instructie zodat de operator zelfstandig aan de slag kan.

Het systeem is eenvoudig verplaatsbaar met behulp van een palletwagen. Door middel van zelf centrerende ankers vindt positionering plaats. Zodra de robot wordt aangesloten herkent het systeem de machinegegevens direct.

Het instellen gebeurt met behulp van het systeem HALTER smart control (figuur 14). Er is geen robot kennis nodig en een nieuw programma is geschreven in 12 stappen. De operator geeft de materiaalgrootte en het type rasterplaat in, omdat de robot voorgeprogrammeerd is weet hij exact de positie van het materiaal. Zo kan de robot vrijwel direct starten met produceren.



figuur 14 weergave halter smart control (BRON offerte)

Van de loadassistent zijn er verschillende uitvoeringen, het verschil zit hem in het draaggewicht namelijk een 10, 20 en 35 kg variant. Bij de keuze moet er rekening gehouden worden met het gewicht van de gripper. Een gripper weegt 4 kg en daarmee een dubbele gripper 8 kg. Het mogelijke gewicht per product komt bij een enkele gripper op 6, 16 of 31 kg. Bij een dubbele gripper op 1, 6 of 13,5 kg.

Voor gebruik van het loadassistent systeem moet de deur en de machineklem geautomatiseerd worden. Halter biedt de verzorging hiervan aan, de deur wordt geautomatiseerd met een riemaandrijving en Siemens gestuurde servomotor. Halter maakt gebruik van de machineklemmen geleverd door Schunk, zij leveren diverse automatische klemmen.

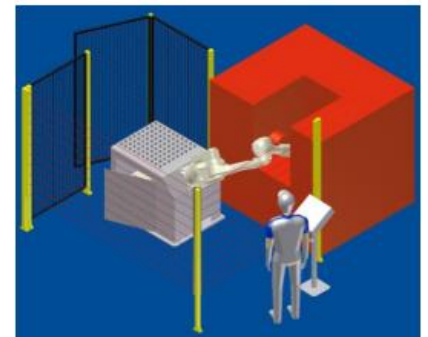
4.2 RFA

De organisatie van Rijlaarsdam Factory Automation, verder genoemd als RFA, wordt op de website zo omschreven (<http://www.rijlaarsdam.eu/> - 28-10-2016):

“RFA is een dynamisch familiebedrijf met een platte organisatiestructuur. Er wordt veel waarde gehecht aan harmonieuze samenwerking met elkaar, leveranciers en klanten. RFA’s medewerkers hebben veel gedelegeerde verantwoordelijkheid en worden geacht zelfstandig verstandige beslissingen te nemen. RFA streeft ernaar weloverwogen te werken en zorgvuldig om te gaan met mensen, relaties, tijd en middelen. RFA’s beleid is om te streven naar een optimale werkomgeving op het gebied van veiligheid, gezondheid en milieu.”

RFA is gespecialiseerd in het ontwikkelen en leveren van robotladers in de metaalverwerkende industrie. Naast klant specifieke robotsystemen verkopen zij een aantal standaard oplossingen. De RFA robotlader met RFA raster met de robot RS020N voldoet aan de gestelde eisen.

De robotlader is opgebouwd uit een voorgeprogrammeerde rasterplaat en een robotarm van Kawasaki. Standaard heeft de rasterplaat de afmetingen van 800x800mm, deze is te allen tijde aanpasbaar. De robotarm heeft in de standaarduitvoering een draagvermogen van 6 kg, de arm wordt geüpgrade tot 20 kg, de opgegeven repetiteerbaarheid is $\pm 0,05\text{mm}$ (bijlage 09). Om de repetiteerbaarheid te verhogen heeft RFA een tussenstop. Het product wordt hier op exact gepositioneerd door een schuin vlak. Vervolgens pakt de robot het opnieuw op en plaatst het in de machine. De robot staat stil wanneer het raster gevuld wordt.



figuur 15 RFA robotlader met RFA raster

Het systeem wordt beveiligd met een combinatie van hekwerk en een lichtscherm, dit is weergegeven in figuur 15. Door het lichtscherm blijft de machine toegankelijk, wanneer het lichtscherm wordt doorbroken schakelt de robot uit. Het lichtscherm zorgt voor zo min mogelijk ruimte verlies en tevens voorkomt het onnodig stoppen van de robot.

RFA maakt gebruik van een dubbele 3 of 2 punt gripper van Schunk, zo kunnen de werkstukken snel gewisseld worden. De gripper is tevens voorzien van een nozzle, hiermee wordt de klem of klauwplaat en het werkstuk met perslucht schoon geblazen.

Installatie wordt volledig verzorgd door RFA en daarnaast wordt er voor 1 werkstuk een robotprogramma geschreven. Na installatie is er 2 dagen assistentie bij het opstarten van de productie. Daarnaast biedt RFA eenmaal een dag programmeertraining aan, om stilstand te voorkomen kan deze gevolgd worden tijdens installatie.

Voor het instellen van de machine wordt een tablet met RFA-raster software mee geleverd (figuur 16). Door het



figuur 16 RFA raster software

eenvoudige menu is het bedieningsgemak hoog en wordt de robot binnen enkele tikken op de tablet ingesteld. De operator kan eenvoudig zelf het raster wijzigen. Verder dient de werkstukgrootte opgegeven te worden, hoe het product wordt vastgepakt en op welke positie het wordt ingeklemd. Daarnaast wordt de lengte van de vingers en de gegevens van de machineklem ingevoerd. Om vervolgens het programma te laten starten.

Bij gebruik van de robotlader moeten tevens de deur en machineklem geautomatiseerd worden. RFA werkt tevens met machineklemmen van Schunk. Standaard bieden zij geen deurautomatisering aan.

4.3 BMO Automation

Op de website van BMO Automation staat de missie als volgt omschreven (<http://www.bmoautomation.nl/> 25-10-2016):

“Onze missie is om uw wensen om te zetten in een perfect passende automatiseringsoplossing. BMO verdiept zich in uw bedrijfsprocessen, luistert naar uw wensen en geeft op basis van kennis en ervaring een eerlijk advies op maat. Door de eigen engineering-, ontwikkel-, en service afdeling kan BMO bovendien snel inspelen op wensen uit de markt. Innovatie en vooruitstrevendheid zijn hierbij belangrijke kernwaarden.”

BMO heeft 3 basis mogelijkheden van automatiseringssystemen, binnen deze mogelijkheden zijn variaties mogelijk in maximaal gewicht en extra opties. De platinum serie biedt Matrix mogelijkheid tot uitbreiding en is geschikt om 2 machines te beladen.



figuur 17 BMO automation Platinum

Deze robotcel is opgebouwd uit 4 lades met de mogelijkheid dit uit te breiden tot 7, allen voorzien van een voorgeprogrammeerd raster. Met behulp van dit raster kunnen de werkstukken gepositioneerd worden. Daarnaast is de robot voorzien van de Yaskawa motoman robot met een eigen herhaalnauwkeurigheid van $\pm 0,06\text{mm}$ (bijlage 10).

De productladen hebben 3 standen, neutraal, operator en robot. Wanneer de lade in neutrale stand staat, kan deze door zowel robot als operator naar zich toegetrokken worden. Staat de lade in operator of robotstand? Dan is hij geblokkeerd voor de ander.

Naast de productladen is er ruimte voor 8 pallets met het formaat van vierkant 400mm. Deze pallets kunnen onder andere worden gebruikt voor extra machine klemmen. Tevens kan men zo gebruik maken van pallethandling, bijvoorbeeld wanneer er hogere product nauwkeurigheid wordt verwacht.

Op de BMO automation kunnen verschillende series worden geprogrammeerd, zodat deze achtereenvolgend geproduceerd kunnen worden, mits het bewerkingscentrum, de opspanning en de

grijpers dit toelaten.

De robot cel wordt aan de zijkant van het bewerkingscentrum geplaatst, dit geeft de operator te allen tijde volledige toegang tot het CNC bewerkingscentrum. De robotcel is volledig afgesloten tijdens gebruik, dit wordt gerealiseerd door de eerder genoemde neutrale, robot en operator stand. Hiermee blijft de veiligheid gegarandeerd.

Het grijpersysteem wordt opgebouwd uit 2 onderdelen, het Schunk snelwisselsysteem (figuur 18) en een (dubbele) gripper. Het snelwisselsysteem biedt de mogelijkheid snel te wisselen tussen de verschillende grijpers en hiermee tussen product en pallethandling.

Wanneer er gebruik gemaakt wordt van een dubbele gripper kan er, naast het verlagen van de wisseltijd, een tweede klemgrootte ingesteld worden. Dit geeft de mogelijkheid 2 series te doorlopen zonder tussenkomst van operator. De standaard grijpers worden vooraf handmatig ingesteld, dit kost tijd en is een belemmering voor het programmeren van achtereenvolgende series.

BMO automation heeft hier een oplossing voor, de Servo gripper.

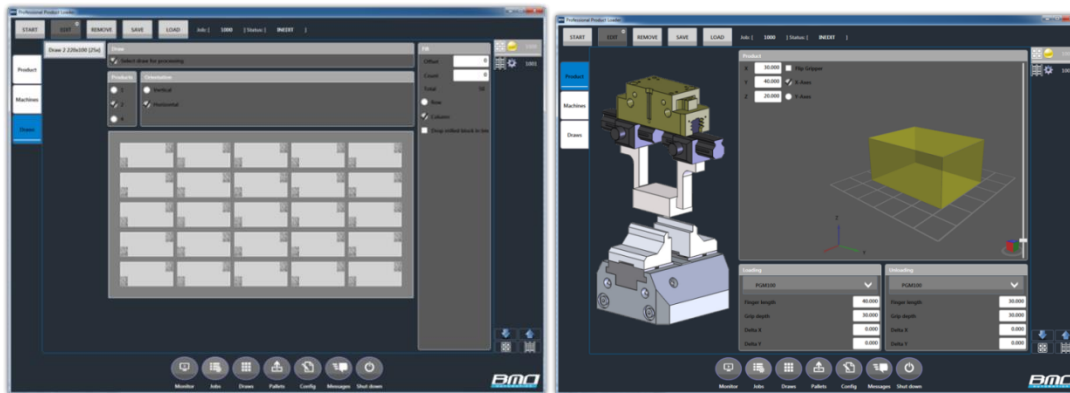
Voor gebruik kan de operator deze gripper programmeren en stelt deze zich automatisch in de juiste stand, dit biedt optimale flexibiliteit.



figuur 18 Schunk snelwisselsysteem (Schunk, 2016)

Voor opspanningen wordt ook hier de automatische machineklem van Schunk geadviseerd. BMO heeft tevens eigen ontworpen bekken, deze realiseren het sneller omstellen van de klem. Bij het achtereenvolgend produceren van verschillende series kan er gebruik gemaakt worden van meerdere machineklemmen. De klemmen staan vast op het bed of worden gepositioneerd met behulp van een nulpuntspansysteem.

De installatie wordt volledig uitgevoerd door BMO Automation. De software van BMO Automation fungeert op een pc met touchscreen, deze software werkt volledig onder Windows en is vanuit elke pc in het netwerk te benaderen. De monteurs verwijderen een zijwand van het CNC bewerkingscentrum en plaatsen hier een extra automatische deur. De robotcel wordt hier geplaatst en aangesloten. Er wordt gezorgd voor een correct werkende koppeling tussen de robotcel en het CNC bewerkingscentrum. Daarnaast wordt de robot volledig voorgeprogrammeerd zodat deze direct kan plaatsnemen in het productie proces.



figuur 20 raster

figuur 19 screenshot job manager

Het instellen van de robotcel gebeurt met behulp van de job manager, hier worden de hoofdafmetingen en de materiaalsoort ingevoerd. Ook waar het product en met welk formaat gripper het wordt vast gepakt, dient ingevoerd te worden (figuur 19). Het programma bepaalt met de ingevoerde gegevens waar en hoe het materiaal geplaatst dient te worden, dit wordt weergegeven in het digitale raster (figuur 20). Nadat het ruwmateriaal geplaatst is, kan de robotcel de productie starten.

De job manager biedt tevens de mogelijkheid gereedschap- en stand tijd beheer uit te voeren. Tooldata worden uit de CNC machine en programma's gehaald. De software waakt over een eventuele gereedschapsbreuk, dit helpt de operator om stilstand te voorkomen.

Tijdens automatisch produceren is tijdregistratie gewenst, daarom stuurt de robotcel na productie automatisch een email met de cyclus tijd, hoeveelheid producten en hoe laat de machine klaar was. Wanneer tijdens productie een storing optreedt, wordt er ook een email verstuurd. BMO Automation biedt nog een extra optie, zij kunnen een koppeling maken met willekeurige ERP systemen. Zo wordt de tijdregistratie automatisch verwerkt en ook de gereed melding van producten wordt geautomatiseerd.

Er zijn diverse varianten in de platinum serie, afhankelijk van het te handelen gewicht en het benodigde werkbereik kan men de keuze maken. Varianten zijn; 24 kg met 1730 mm bereik, 50 kg met 2061 mm bereik en de 80 kg variant eveneens met 2061 mm bereik.

4.4 Samenvatting

Alle robotcellen zijn voorzien van een voorgeprogrammeerd raster, dit zorgt voor een lage insteltijd. Daarnaast wordt de complete installatie door alle 3 de leveranciers uitgevoerd. Zij adviseren allen de machineklemmen en grijpers van Schunk.

Naast de overeenkomsten zijn er ook leverancier specifieke eigenschappen. Zo heeft de Halter load assistant de mogelijkheid om deze te verplaatsen en bij een andere machine te gebruiken. Een nadeel van deze robotcel is dat niet het complete product bereik kan hanteren. De veiligheid wordt gerealiseerd door een vloerscanner. Halter biedt aansluitend aan de installatie een training van 4 tot 6 uur aan.

De veiligheid bij RFA wordt gerealiseerd door hekwerk en een lichtschermb. De robot is zo volledig afgesloten, het werkveld blijft klein en bij intreden door een operator schakelt hij automatisch uit. Ook is de robot van RFA de enige die aan de repeteerbaarheid voldoet. RFA biedt eenmaal een cursus robotprogrammering aan en tevens 2 dagen assistentie.

BMO Automation heeft in vergelijking met Halter en RFA diverse extra's. Zo bestaat deze robotcel uit 4 lades hier kunnen verschillende series op worden klaargelegd. Ook geven de lades de mogelijkheid tijdens productie materialen aan te vullen. Om inderdaad aansluitend series te kunnen produceren biedt BMO de mogelijkheid om de grijper te voorzien van Servo aangestuurde vingers. Deze vingers kunnen zonder tussenkomst van operator ingesteld worden op een andere steek. BMO heeft de mogelijkheid van tijdregistratie en automatische terugkoppeling via email en ERP systeem. Als laatste wordt deze robot naast de machine geplaatst en is deze volledig afgesloten.

5 Opspanmethode

De leveranciers van de automatiseringssystemen adviseren allen het gebruik van Schunk machineklemmen. Om te kunnen concluderen dat dit inderdaad de beste opspanmethode is voor Matrix, is er een klein onderzoek gedaan naar de diverse mogelijkheden.

Tijdens het productieproces is een juiste opspanning van grote invloed op kwaliteit, de efficiëntie van bewerkingen en productietijd. Er mag geen belemmering gevormd worden voor bewerkingen, het materiaal mag niet vervormen, de positie moet hetzelfde blijven en er moet voldoende klemkracht worden overgebracht op het werkstuk. Het type opspanning heeft dan ook invloed op de kostprijs van een werkstuk. Afhankelijk van seriegrootte en de efficiëntie van het opspanmiddel kan er gekozen worden voor universele of speciaal gemaakte opspanmiddelen.

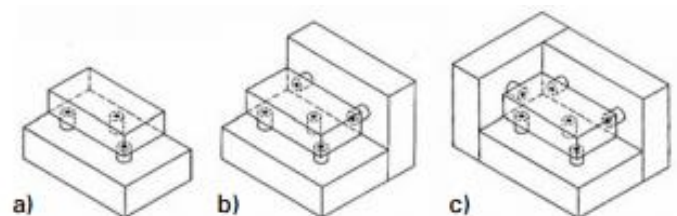
Diverse opspanmethode zijn:

- machineklemmen
 - zachte bekken
- klauwplaten
 - zachte bekken
- opspanplaten
- snelspanners
- magnetisme
- vacuüm

In combinatie van de opspanmethode kan men meervoudig opspannen, hydraulisch of geautomatiseerd opspannen. Dit zorgt voor productiviteit verhoging.

Het belang van een juiste opspanning is groot, dit moet zodanig worden geconstrueerd dat alle werkstukken op dezelfde positie komen. Ieder willekeurig werkstuk of lichaam heeft 6 vrijheidsgraden, drie rotaties en drie translaties. Om goed te positioneren wordt er gewerkt volgens het basisprincipe van de 3-2-1 regel, dit gaat uit van 6 positioneerpunten ($3+2+1=6$).

In figuur 21 zijn de positioneer stappen weergegeven. Bij stap a wordt er gewerkt met 3 oplegpunten, er worden 2 rotaties en 1 translatie geblokkeerd. Stap b blokkeert 1 translatie en 1 rotatie met behulp van 2 oplegpunten. Als laatste stap c, hier wordt alle bewegingsvrijheid van het blokje geblokkeerd (1 translatie). Resultaat is een statisch bepaalde oplegging.



figuur 21 Volgorde van positioneren (3-2-1 methode)
(induteq, 2016)

De volgende vraag is hoe de robot het werkstuk positioneert, ook dit is van invloed op de keuze van de opspanmethode. Een robot werkt vanuit het center van de grijper en pakt, mits niet anders geprogrammeerd, het werkstuk in het center op. De locatie van het werkstuk wordt aangegeven vanuit het hart, dit maakt centrisch opspannen het meest logisch. Wanneer men wil werken met een aanslag moet hier een terugkoppeling naar de besturing in komen, dit heeft te maken met de toleranties op het aangevoerde materiaal.

Een centrische opspanning heeft de voorkeur, daarnaast dient het automatisch bestuurbaar te zijn, lage ombouw en omspantijden, bruikbaar bij alle materiaalsoorten en relatief flexibel in product afmetingen.

Wanneer een product bewerkt wordt komen er grote krachten op, deze krachten worden bepaald door de materiaalsoort en de bewerking (voornamelijk snedediepte en voeding). De bewerkingskracht bepaalt de benodigde opspankracht welke op zijn beurt garandeert dat het product op de juiste positie blijft. De specifieke snijkracht voor RVS ligt tussen de 1990N en 2250N (verspanersforum, 2016). De benodigde snijkracht verschilt per bewerking, voor de berekening is daarom uitgegaan van de hoogst benodigde snijkracht. Voor de berekening is gebruik gemaakt van een calculator op het verspaners forum (berekening verspanersforum, 2016) (bijlage 18). Het materiaal is RVS en heeft een hardheid van 147 en een specifieke snijkracht van 1990. Er wordt gebruik gemaakt van een frees met een diameter van 60mm en 4 snijplaten. De snedediepte is 0,05. Met deze gegevens komt de totale snijkracht uit op 26,5kN.

5.1 Machineklemmen

De machineklem is het meest gebruikte opspanmiddel. Ze kunnen een grote opspankracht overbrengen en met grote betrouwbaarheid. Machineklemmen zijn er in vele uitvoeringen met vaste en verwisselbare bekken, door deze verscheidenheid zijn ze universeel inzetbaar. Daarom is de machineklem vaak de eerste keus.

De machineklem is er geautomatiseerd en als centrisch opspanmiddel. Voor aanvang van de productie dient men de bekken op de juiste afmeting te zetten, tijdens productie is er een slag van 3 tot 4 mm per bek. De klem is zonder tussenkomst van operator niet erg flexibel. Bij achtereenvolgend verschillende series produceren moet er gebruik worden gemaakt van meerdere klemmen.

Machineklemmen waarvan de klemkracht wordt gecreëerd door middel van hydrauliek hebben een maximale kracht van 45kN

De klem is te optimaliseren met een ander type bek of een zachte bek. Deze zachte bekken worden voornamelijk gemaakt van aluminium en zijn vaak product specifiek. Bij grotere series kan er, in verband met de levensduur, gekozen worden voor staal of gehard staal.

5.2 Klauwplaten

Klauwplaten zijn gebaseerd op centrisch opspannen, het is daarom ook het meest gebruikte opspanmiddel in draaibanken. De bekendste klauwplaat is de 3 klauw, deze benadert het 3-2-1 principe het best. Daarnaast bestaan er ook 2-, 4- of meervoudige klauwplaten.

De hydraulisch gecreëerde klemkracht varieert tussen de 57kN en de 144kN afhankelijk van de diameter.

De automatische klauwplaten hebben een slag van 1,7% en ook deze dienen voor productie te worden afgesteld. Ook de klauwplaten kunnen geoptimaliseerd worden doormiddel van andere bekken, dit gaat volgens hetzelfde principe als de machineklem.

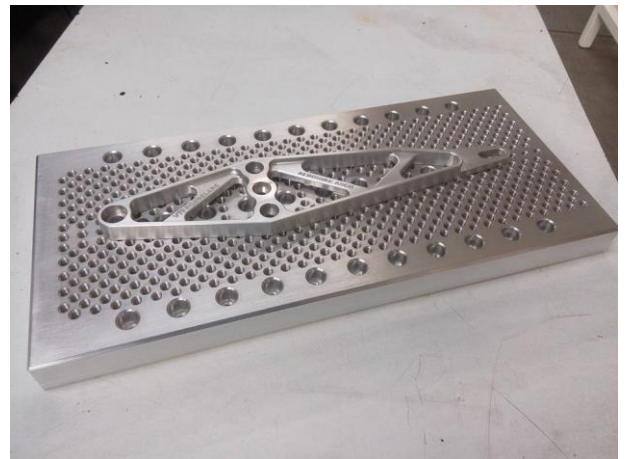
5.3 Opspanplaten

Voor het opspannen van geometrisch ingewikkelde producten (figuur 22) wordt veelal gebruik gemaakt van opspanplaten. Deze platen zijn in verschillende vormen verkrijgbaar of kunnen binnenshuis geproduceerd worden.

Opspanplaten zijn zeer flexibel in gebruik, een vereiste is gebruik volgens het 3-2-1 principe. De flexibiliteit wordt gerealiseerd door onder andere het gebruik van verschillende (snel)spanners, spanmoeren, spanbouten en spanijzers. Opbouwen van een opspanning is een arbeidsintensieve methode met relatief veel verschillende opspanmodulen, daarom wordt deze methode alleen gebruikt wanneer er geen andere optie (aanwezig) is.

Wanneer er goed gedocumenteerd is, is een opspanning door gebruik van opspanplaten relatief goed en snel te reproduceren.

Spanhaken kunnen een kracht opvangen van 6,5kN tot 13,5kN.



figuur 22 Voorbeeld opspanplaat incl. geometrisch ingewikkeld product (Aerobike.vtir.be, 2016)

5.4 Snelspanners

Bij gebruik van snelspanners kan er gewerkt worden met horizontale en verticale krachten, hierbij moet te allen tijde met het 3-2-1 principe opgespannen worden. Snelspanners zijn in combinatie met opspanplaten te gebruiken of om het werkstuk direct op het machinebed te spannen. In dit laatste geval wordt de snelspanner met behulp van een T-groefstuk op het bed geplaatst.

Een opspanning bouwen is behoorlijk arbeidsintensief en zonder gebruik van opspanplaat is reproduceren tijdrovend. Het opspannen tijdens productie gaat simpel en met de juiste aanslagen is herproduceren eenvoudig.

Wanneer er gepraat wordt over gecreëerde klemkracht, kan de gemiddelde snelspanner een kracht leveren tussen de 500N en 8000N. Bij gebruik van een zware schuifstangspanner is er een houdkracht mogelijk van 25kN (Hoffmann-group, 2016).

5.5 Magnetisme & vacuüm

Het principe van magnetisch of vacuüm opspannen is dat de kracht gelijkmatig wordt verdeeld over het aanlegvlak. Dit aanlegvlak is tevens het referentievlak en het geeft geen belemmeringen aan de omtrek van het product. Daarnaast kan de machine rondom bewerken.

Beide methodes worden voornamelijk gebruikt voor platen en strippen. Dit heeft te maken met de benodigde opspankracht en daarbij het raakvlak. Wanneer er ten opzichte van het product een klein raakvlak is, neemt de spankracht af. Daarnaast is magnetisme alleen toepasbaar bij produceren van magnetisch materiaal en is vacuüm niet geschikt voor poreuze materialen, dit laatste in verband met de luchtdoorlaat.

Schunk is onder andere een leverancier van magnetische opspanplaten. Zij geven een klemkracht van 24kN tot 555kN af, mits er gebruik gemaakt wordt van alle polen en de luchtsleuf 0 mm is. De uiteindelijke kracht is afhankelijk van de materiaalsoort en het aanlegvlak. Matrix werkt voornamelijk met RVS 304 en RVS 316, beide materialen zijn austenitisch en hierdoor niet magnetisch. Wanneer koud vervorming optreedt, kunnen er magnetische eigenschappen ontstaan. Dit heeft te maken met de veranderde kristal structuur.

Daarnaast levert Schunk ook vacuüm opspanplaten waarvoor ze een klemkracht van 8 N/cm^2 afgeven (bijlage 12 – Schunk). De opspankracht wordt bepaald aan de hand van het aanlegvlak. Er is een voorbeeld product genomen met een oppervlakte van $165,2 \text{ cm}^2$, omgerekend is dit een klemkracht van 1321N.

5.6 Wat is toepasbaar?

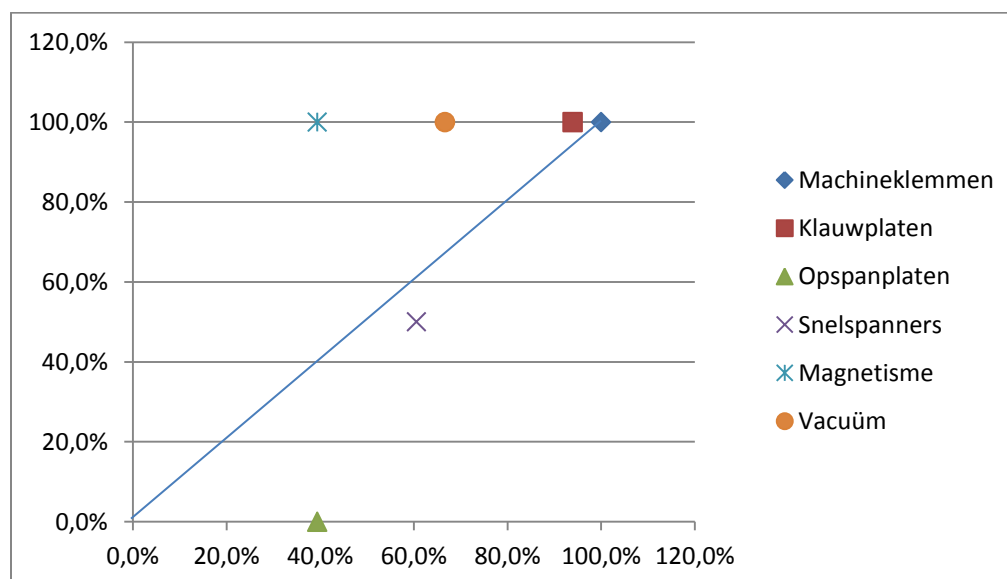
Om een verantwoorde keuze te kunnen maken wordt er gebruik gemaakt van de Kessel ring-methode (Beer, 2006). De beoordelingscriteria zijn opgesteld en waar nodig hebben zij een weegfactor gekregen. De criteria zijn onderverdeeld in functionele- en gebruikerseisen. Een totaal overzicht van de beoordeling is weergegeven in tabel 2.

tabel 2 Kessel ring methode - beoordelingscriteria

Functionele eisen	Weegfactor	Machineklemmen	Klauwplaten	Opspanplaten	Snelspanners	Magnetisme	Vacuüm	Perfect
Automatisch bestuurbaar	3	3	3	0	2	3	3	3
Centrische opspanning	1	3	3	1	2	3	3	3
Minimaal RVS kunnen opspannen	3	3	3	3	3	0	3	3
Geschikt voor de hoofdafmetingen	1	3	1	3	3	1	1	3
Voldoende opspankracht($\geq 26,5\text{kN}$)	3	3	3	0	0	0	0	3
Totaal		33	31	13	20	13	22	33
Percentage		100,0%	93,9%	39,4%	60,6%	39,4%	66,7%	100,0%
Gebruikers eisen								
Korte ombouw tijden	1	3	3	0	0	3	3	3
Korte opspan tijden	1	3	3	0	3	3	3	3
Totaal		6	6	0	3	6	6	6
Percentage		100,0%	100,0%	0,0%	50,0%	100,0%	100,0%	100%

In grafiek 6 is de uitkomst van de beoordeling weergegeven. Hieruit valt op te maken dat de machineklemmen de beste opspanmethode is, deze methode heeft zowel voor functionaliteit als gebruik een score van 100%.

Als uitbreiding is een klauwplaat de beste optie, deze heeft op functionaliteit 94% score en ligt daarmee het dichtst bij de machineklem.



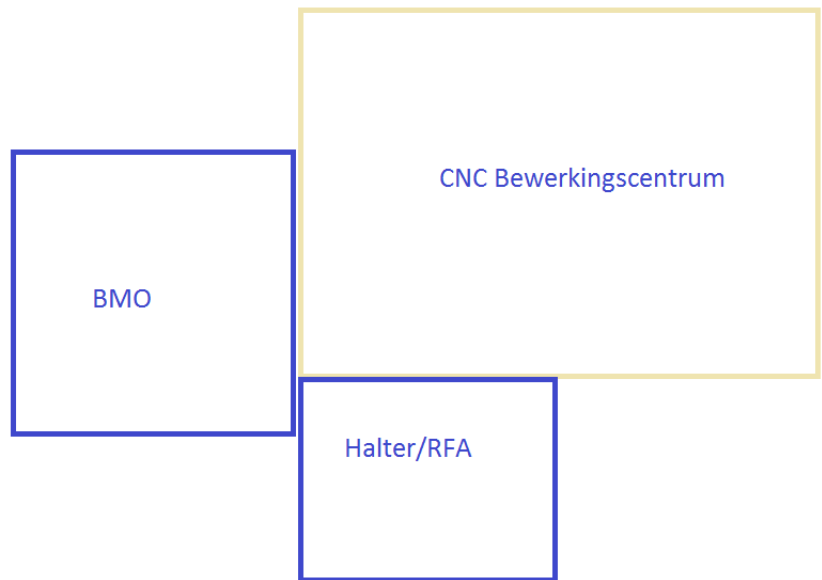
grafiek 6 Kesselring methode – uitkomst beoordeling

6 Implementeren

Om het in gebruik nemen van het automatiseringssysteem vlot te laten verlopen wordt een implementatieplan geschreven. Er wordt inzichtelijk welke veranderingen er doorgevoerd dienen te worden en welke kosten hieraan verbonden zijn.

Allereerst worden de plaatsing en installatie periodes bekeken. In figuur 23 is de opstelling schematisch weergegeven. Er zijn 2 verschillende opties, de robotcel van BMO wordt naast de machine geplaatst en de robotcel van Halter en RFA wordt voor de machine geplaatst.

Er wordt begonnen met de benodigde ruimte creëren rondom de machine. Momenteel staan hier gereedschapskasten, deze moeten een andere plek krijgen. Dit kan worden uitgevoerd door een medewerker zonder dat de CNC machines stilstaan. Met 2 werkdagen is er ruimte en staan de spullen op hun nieuwe plek (2x 8 uur a € 40/h).



figuur 23 opstelling schematisch weergegeven

Daarnaast is er extra elektriciteit benodigd voor de robotcel. Dit zal circa 1 werkdag voor een elektricien zijn. Ook dit kan gedurende normale werkzaamheden (8 uur a € 55/h).

Nu de werkplaats gereed is voor installatie kan de robotcel geleverd en geïnstalleerd worden. Bij iedere robotcel wordt dit uitgevoerd door de leverancier. Daarnaast is het voor RFA en BMO benodigd om een robotinterface op de machine te programmeren. Dit dient uitgevoerd te worden door de machine leverancier.

Voor de robotinterface is contact geweest met Evolent (machine leverancier) hiervoor is er gesproken met Rini Slokkers. Dhr Slokkers heeft aangegeven dat het realiseren van de juiste interface inclusief testen circa 5 werkdagen duurt. Montage/installatie uren zijn op basis van nacalculatie, er is dan ook een geschatte prijs mee genomen. Het werkuur tarief van Evolent medewerkers ligt momenteel op € 75.

Om correct gebruik en snelle integratie te bevorderen biedt RFA een programeer training aan. Deze training wordt gegeven in de werkplaats van RFA te Zwijndrecht. Om extra stilstand te voorkomen, wordt dit gedaan gedurende de installatie. Daarnaast wordt er aanvullend op de training 2 dagen assistentie geleverd. Eventuele storingen worden zo gelijk opgelost (2 x8 uur a € 37,50/h ondersteuning in productie).

Ook Halter biedt voor snelle integratie een instructie cursus aan, de robotcel kan hierna direct in gebruik worden genomen.

Als laatste is de robotcel van BMO een mogelijkheid, bij aanschaf wordt er geen training mee geleverd. Wel krijgt men een handleiding, om bekend te worden met de mogelijkheden moet het personeel hier tijd in investeren. Om op hetzelfde niveau te komen als met training gaan we uit van 5 werkdagen investeren (5x8 a € 75/h).

In tabel 3 zijn de kosten van implementatie per robotcel weergegeven.

tabel 3 Kosten overzicht

Wat	Uren	Kosten/uur	Totale kosten Halter	Totale kosten RFA	Totale kosten BMO
Opruimen	16	€ 40	€ 640	€ 640	€ 640
Elektra	8	€ 55	€ 440	€ 440	€ 440
Installatie	24		Inbegrepen	Inbegrepen	Inbegrepen
Programmeren interface	40	€ 75	N.v.t	€ 3.000	€ 3.000
Stilstand machine	40	€ 75	€ 1.200	€ 3.000	€ 3.000
Training		€ 75	€ 450	€ 600	
Assistentie		€ 37,50		€ 600	
Zelfstandig					€ 3.000
Totaal			€ 2730	€ 8280	€ 10.080

Naast deze installatie kosten en veranderingen dient ook de werkmethode bekeken, en waar nodig, aangepast te worden. De prioriteit bij een geautomatiseerd systeem verschuift van lage productietijden naar proceszekerheid.

Om het automatiseringssysteem het best te benutten dient de planning hierop gemaakt te worden. In de huidige situatie is de planning gebaseerd op levertijd en materiaalsoort. Dit onderscheid verandert in nieuwe en herhaalorders. Omdat een geautomatiseerd systeem het meest geschikt is voor herhaal orders, wordt hiermee gestart. Met het maken van de planning worden de herhaalorders in de avonden gepland, om iedere avond te kunnen produceren zal de planning ruim van te voren gemaakt moeten worden. Naarmate de werknemers vertrouwd raken met het systeem is de kans aanwezig dat ook compleet nieuwe orders geautomatiseerd worden.

Naast een goede planning is de procesbeheersing een belangrijk aspect. Zonder procesbeheersing is onbemande productie onmogelijk. Dit geeft namelijk de mogelijkheid om standtijden van gereedschappen te voorspellen zodat deze tijdig vervangen kunnen worden. Mocht dit niet gebeuren kan er gereedschapsbreuk optreden, dit veroorzaakt schade aan het product, de opspanmiddelen, andere gereedschappen of zelfs aan de machine.

Behalve gereedschapstandtijden is ook het spaan- en koelwaterbeleid van belang. Onnodige stilstand door spaanophoping is ongewenst en kan met een goed beleid voorkomen worden. Net als het onnodig breken of beschadigen van gereedschappen veroorzaakt door koelwater tekort. In eerste instantie gaat het om het automatiseren van enkele series achtereenvolgend, daarom zal dit voor weinig problemen zorgen. Echter bij een complete nacht productie moet hier meer aandacht aan besteed worden. De huidige programma's moeten beoordeeld en eventueel aangepast worden.

Naast de procesbeheersing in gereedschappen, spanen en koelwater, verandert ook de manier van programmeren. In de huidige situatie wordt er geprogrammeerd tot de optimale cyclustijd, dit geeft altijd een hoger risico. Bij onbemande productie zijn proces- en productzekerheid van groot belang. De CNC programma's veranderen naar een langere productie tijd met het gevolg dat de betrouwbaarheid stijgt.

Na installatie, training en aanpassen van planning en proces wordt het automatiseringssysteem in gebruik genomen. Hoe snel het systeem ingezet wordt buiten werktijden/onbemand, is afhankelijk van het vertrouwen vanuit de werkplaats. In eerste instantie wordt er overdag gewerkt met het systeem, wanneer de proceszekerheid voldoende is, gaan de herhaalorders in de avonduren. Werkt het systeem vanaf installatie zonder problemen zal het na circa 2 weken onbemand draaien. Zijn er nog enkele storingen gedurende de opstart? Dan is het vertrouwen klein en wordt de tijd tot onbemand produceren geschat op 1 maand. Voor de implementatieperiode gaan we dan ook uit van 'worst case' en wordt de totale periode 1,5 maand. Na deze periode is het automatiseringssysteem ingezet buiten reguliere werktijd, de herhaal orders worden hierbij geproduceerd.

7 Investeringskosten

Om de investeringskosten inzichtelijk te krijgen is bij iedere leverancier een offerte opgevraagd onder dezelfde voorwaarden. De installatie vindt plaats aan de Quaser MV 184, dit bewerkingscentrum is voorzien van vrije M-codes, niet voorzien van automatische deur en niet voorzien van automatische klemmen. Het bewerkingscentrum is niet voorzien van een robotinterface

7.1 Halter

Frans Fontein van Halter CNC automation heeft een offerte aangeboden (bijlage 13).

De basis van de loadassistent met een maximaal gewicht van 20kg	:	€ 76.755,00
Grijper pakket (Schunk 2-vinger grijper, dubbele grijper)	:	€ 4.458,00
Omkeerstation	:	€ 857,00
Turnkey installatie	:	€ 6.950,00
Automatische deuropener (enkele deur – 1000mm)	:	€ 4.126,00
Machine klem	:	€ 3.060,00
Implementatie kosten	:	€ 2.730,00

Standaard zitten hier 3 rasterplaten bij voor de afmetingen van 23-55mm, 23-115mm en 23-155mm. Rasterplaten voor de afmetingen van 10-35mm, 23-85mm, 23-135mm en 23-230mm zijn optie, deze kunnen extra aangeschaft worden.

Optionele rasterplaat (per stuk)	:	€ 948,00
----------------------------------	---	----------

Eisen	Ja / Nee
Automatisch beladen en ontladen CNC bewerkingscentrum	Ja
Toepasbaar huidige locatie / in de huidige werkvorm	Ja
Minimaal dezelfde productie snelheid	Ja
Prijs per product gaat niet omhoog	→terugverdienmodel
Er is mens – arme productie mogelijk	Ja
Afmetingen tussen de 10x10x10mm en 285x80x50mm	Nee
Minimaal een gewicht van 9 kg per product mogelijk	Ja
Wens	
Er wordt minimaal met dezelfde productie levertijd geleverd	Ja
Er is onbemande productie mogelijk	Ja
De productie snelheid gaat omhoog	Ja
De spindeluren gaan omhoog	Ja
De prijs per product gaat omlaag	→terugverdienmodel
Mogelijkheid meerdere series aaneensluitend te produceren	Deels

Met de standaard rasterplaten voldoet het automatiseringssysteem niet aan de minimale en maximale afmetingen. Wanneer de rasterplaat met bereik van 10-35mm toegevoegd wordt, wordt het bereik van 10x10x10 tot 230x230x250 gehaald, dit is nog niet voldoende voor de gestelde eis. Met betrekking tot het terugverdienmodel wordt de productrange beperkt tot de mogelijke dimensies.

De complete investering van de Halter loadassistent	:	€ 102.584,00
---	---	--------------

7.2 RFA

Rens Rijlaarsdam van RFA heeft een offerte aangeboden (bijlage 14)

- De basis van de robotlader met een maximaal gewicht van 20 kg
- Grijper pakket (Schunk 3-vingergrijper, dubbele grijper, Nozzle)
- Turnkey installatie
- Programmeertraining bij RFA

De set prijs van de RFA robotlader (20kg)	:	€ 53.400,00
Implementatie kosten	:	€ 8.280,00
Machineklem (eenmaal)	:	€ 3.060,00
Deur automatisering	:	€ 4.126,00

Eisen	Ja / Nee
Automatisch beladen en ontladen CNC bewerkingscentrum	Ja
Toepasbaar huidige locatie / in de huidige werkvorm	Ja
Minimaal dezelfde productie snelheid	Ja
Prijs per product gaat niet omhoog	→terugverdienmodel
Er is mens – arme productie mogelijk	Ja
Afmetingen tussen de 10x10x10mm en 285x80x50mm	Ja
Minimaal een gewicht van 9 kg per product mogelijk	Ja
Wens	
Er wordt minimaal met dezelfde productie levertijd geleverd	Ja
Er is onbemande productie mogelijk	Ja
De productie snelheid gaat omhoog	Ja
De spindeluren gaan omhoog	Ja
De prijs per product gaat omlaag	→terugverdienmodel
Mogelijkheid meerdere series aaneensluitend te produceren	Nee

De complete investering van de RFA robotlader	:	€ 68.866,00
---	---	-------------

7.3 BMO Automation

William van Breugel van BMO Automation heeft een offerte aangeboden (bijlage 15)

- Pt24 automatisering product handling
- Mail module
- Servo bekken t.b.v. Schunk gripper
- Pneumatische machineklem + set BMO bekken
- Automatische deur t.b.v. CNC machine
- Installatie

Totaal : € 122.300,00
Implementatie kosten : € 10.080,00

Eisen	Ja / Nee
Automatisch beladen en ontladen CNC bewerkingscentrum	Ja
Toepasbaar huidige locatie / in de huidige werkvorm	Ja
Minimaal dezelfde productie snelheid	Ja
Prijs per product gaat niet omhoog	→terugverdienmodel
Er is mens – arme productie mogelijk	Ja
Afmetingen tussen de 10x10x10mm en 285x80x50mm	Ja
Minimaal een gewicht van 9 kg per product mogelijk	Ja
Wens	
Er wordt minimaal met dezelfde productie levertijd geleverd	Ja
Er is onbemande productie mogelijk	Ja
De productie snelheid gaat omhoog	Ja
De spindeluren gaan omhoog	Ja
De prijs per product gaat omlaag	→terugverdienmodel
Mogelijkheid meerdere series aaneensluitend te produceren	Ja

De totale investering voor het BMO automatiseringssysteem : € 132.380,00

8 Terugverdienmodel

Om te kunnen vaststellen of het financieel haalbaar is, is er van ieder automatiseringssysteem een terugverdienmodel gemaakt. Hierbij is rekening gehouden met de mogelijkheden van ieder systeem. In verband met onderhoud, stilstand en vakantie is er gerekend met 50 werkweken per jaar.

De berekening is gemaakt op basis van de huidige herhaal orders, ervan uit gaande dat deze buiten werktijd geproduceerd worden. De productie uren van de Quaser MV 184 worden verkocht voor € 75,00 / uur. Deze verkoop prijs is opgebouwd uit zowel directe als indirecte kosten inclusief winst.

Commerciële uur prijs freesbank:	€ 75,00
Directe en indirecte kosten/uur:	€ 57,90
Waarvan directe personeelskosten:	€ 17,10
Waarvan directe machinekosten:	€ 18,10
Winst per uur:	€ 17,10

Deze prijzen zijn direct gekregen vanuit Matrix en is het complete pakket. Onder de directe en indirecte kosten/uur valt; loonkosten incl. sociale lasten, toeslag personeelskosten, huur machine, jaarlijkse afschrijving, productie kosten (verbruiksartikelen direct). Onder de indirecte kosten vallen de verzekering, huur pand, indirect personeel. Bij het bepalen van de uur prijs is er rekening gehouden met 1800 productie uren per jaar.

Bij het berekenen van de directe personeelskosten is er rekening gehouden met het feit dat 1 operator meerdere machines tegelijk bedient. De daadwerkelijke uur prijs wordt zo verdeeld over deze machines. Daarnaast zijn de verbruiksartikelen wel opgenomen in de complete uur prijs maar valt dit buiten de directe machine kosten.

De wisselsnelheid van de robotsystemen is gebaseerd op diverse gebruikersfilmpjes en ligt tussen de 15 en 20 seconden bij gebruik van een dubbele grijper. De wisseltijd is de tijd dat de machine stilstaat, de snelheid van de robot buiten de machine is niet van belang. Eerder in het onderzoek is gebleken dat de huidige wisseltijd per product gemiddeld 27,5 seconden is. Om deze reden is met het bepalen van de terugverdiëntijd, de berekening gebaseerd op de directe personeelskosten en winst per uur. De kosten voor de robotcel is dan € 34,20 per uur. De prijs per product gaat zo niet omhoog. Wanneer de robot volledig terug is verdiend kan dit beide als winst gezien worden of de verkoopprijs kan worden aangepast.

Het terugverdienmodel is gebaseerd op de eerder onderzochte herhaalorders. Dit gaf gedurende 6 maanden een freestijd van 607 uur, per maand 101 uur en per week circa 23,5 uur met een gemiddelde serie duur van 3,3 uur. Er is vanuit gegaan dat deze orders buiten reguliere werktijd geproduceerd worden.

Gedurende de dag kan, met behulp van de robot, de machine ook in pauze uren doorwerken. Per dag is dit 1 extra productie uur. Omdat de productie uren omhoog gaan, gaan de directe machine kosten naar beneden (hoe meer spindel uren, hoe minder afschrijving per uur).

De operator is gedurende de dag ongeveer 40% bezig met wisselen (circa 3,2 uur), dit kan de robotcel overnemen. Bij de berekening is ervan uitgegaan dat 10% wordt overgenomen (0,5 uur). Deze tijd kan de operator aan andere werkzaamheden besteden.

De terugverdientijd is tevens aangevuld met de 1,5 maand installatie en implementeren.

Als laatste is er vanuit gegaan dat de complete investering vanuit eigen vermogen wordt gedaan. Mocht er een lening afgesloten worden, dan komt er bij de complete investering ongeveer 5,5% op en wordt de terugverdientijd verlengd.

8.1 Halter

Investering Halter: € 102.584,00

Omdat Halter niet alle afmetingen kan handelen, verlaagt de gemiddelde serieduur van 3,3 uur naar 3,1 uur.

De Load assistant mag maximaal € 34,20 per uur kosten, omgerekend zijn er 2999 productie uren nodig om de totale financiering terug te verdienen. Bij 5 dagen in de week 1 serie produceren met de gemiddelde serieduur van 3,1 uur wordt de terugverdientijd 4 jaar.

In Tabel 4 zijn alle uitkomsten weergegeven en is te zien dat de snelste terugverdientijd op 1,9 jaar ligt.

Tabel 4 terugverdienmodel Halter Load assistant

Halter	Kosten	Uren / dag	Uren / jaar	Verdiensten / uur	Verdiensten / jaar	Terugverdientijd
Investeringskosten	€ 102.584,00					
extra uren buiten werktijd		3,1	775	€ 34,20	€ 26.505,00	4,0
extra uren pauze		1	250	€ 34,20	€ 8.550,00	3,0
overname tijdens werktijd		0,3	75	€ 34,20	€ 2.565,00	2,8
verlagen machinekosten		11,3	2825	€ 6,57	€ 18.552,50	1,9

8.2 RFA

Investering RFA: € 68.866,00

De RFA robotlader kan alle afmetingen handelen en kan daarmee per dag 1 serie na werktijd produceren. De gemiddelde serieduur hierbij is 3,3 uur.

Ook de RFA robotlader mag maximaal €34,20 per uur kosten, omgerekend zijn er 1137 productie uren nodig om de totale financiering terug te verdienen. Bij 5 dagen in de week 1 serie produceren met de gemiddelde serieduur van 3,3 uur is de terugverdientijd 2,4 jaar.

In Tabel 4 zijn alle uitkomsten weergegeven en is te zien dat de snelste terugverdientijd op 1,2 jaar ligt.

Tabel 5 Terugverdienmodel RFA

RFA	Kosten	Uren / dag	Uren / jaar	Verdiensten / uur	Verdiensten / jaar	Terug verdien tijd
Investeringskosten	€ 68.866,00					
extra uren buiten werktijd		3,5	875	€ 34,20	€ 29.925,00	2,4
extra uren pauze		1	250	€ 34,20	€ 8.550,00	1,9
overname tijdens werktijd		0,3	75	€ 34,20	€ 2.565,00	1,8
verlagen machinekosten		11,7	2925	€ 6,96	€ 20.362,50	1,2

8.3 BMO Automation

Investering BMO Automation: € 132.380,00

De robotlader van BMO Automation kan alle afmetingen handelen en kan daarmee per dag meerdere series na werktijd produceren. De gemiddelde productietijd per dag is 5,5 uur.

Ook de robotlader van BMO mag maximaal €34,20 per uur kosten, omgerekend zijn er 3870 productie uren nodig om de totale financiering terug te verdienen. Bij 5 dagen in de week gemiddeld 5,5 uur per dag produceren is de terugverdientijd 2,9 jaar.

In Tabel 6 zijn alle uitkomsten weergegeven en is te zien dat de snelste terugverdientijd op 1,6 jaar ligt.

Tabel 6 Terugverdienmodel BMO

BMO	Kosten	Uren / dag	Uren / jaar	Verdiensten / uur	Verdiensten / jaar	Terug verdien tijd
Investeringskosten	€ 132.380,00					
extra uren buiten werktijd		5,5	1375	€ 34,20	€ 47.025,00	2,9
extra uren pauze		1	250	€ 34,20	€ 8.550,00	2,5
overname tijdens werktijd		0,3	75	€ 34,20	€ 2.565,00	2,4
verlagen machinekosten		13,7	3425	€ 8,59	€ 29.412,50	1,6

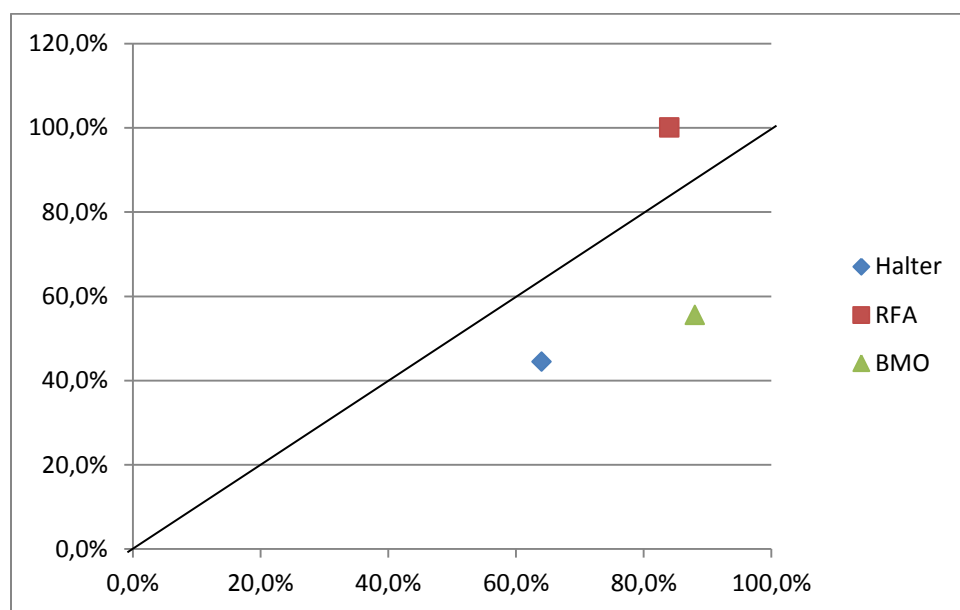
9 Keuze

Voor het maken van de keuze is er opnieuw gebruik gemaakt van de Kessel ring-methode (Beer, 2006). De beoordelingscriteria zijn opgesteld en waar nodig hebben zij een weegfactor gekregen. De criteria zijn onderverdeeld in functionele eisen en investeringen, zie Tabel 7.

Tabel 7 Beoordelingscriteria

Functionele eisen	weegfactor	Halter	RFA	BMO	Perfect
Meerdere series onbemand	1	2	1	3	4
Het kan de gestelde dimensies halen	1	1	3	3	3
Er blijft volledige toegang tot de machine	2	3	3	3	3
Er is onbemande productie mogelijk	1	3	3	3	3
De spindeluren gaan omhoog	1	2	2	3	3
Nauwkeurigheid	2	1	3	2	3
Totaal		16	21	22	25
%		64,0%	84,0%	88,0%	
Investeringsen					
Aanschafprijs	1	2	3	1	3
terugverdientijd	2	1	3	2	3
Totaal		4	9	5	9
%		44,4%	100,0%	55,6%	

In Grafiek 7 is de uitkomst van de beoordeling weergegeven. Hieruit valt op te maken dat de robotlader van RFA prijstechnisch een flinke voorsprong heeft, ook ligt dit product het dichtst bij de beste prijs kwaliteit verhouding. Wanneer we kijken naar functionaliteit heeft het automatiseringssysteem van BMO een flinke voorsprong, echter heeft dit veel invloed op de investeringskosten.



Grafiek 7 Uitkomst beoordeling volgens de Kesselring-methode

10 Conclusie en aanbevelingen

De onderzoeksresultaten tonen aan of het haalbaar is om het beladen en ontladen van het CNC bewerkingscentrum (Quaser MV184) te automatiseren. Vanuit deze resultaten kan gesteld worden dat het haalbaar is om het CNC bewerkingscentrum automatisch te beladen en ontladen. Dit kan binnen het gestelde budget van € 75.000 en de terugverdientijd ligt ruim onder de 4 jaar.

Uit het oriënterende onderzoek is gebleken dat Matrix voornamelijk producten produceert in seriegrootte 10 tot 100 stuks, van het materiaal RVS en met een product afmeting tussen de 10x10x10mm en de 285x80x50mm. Dit maakt dat er een flexibel automatiseringssysteem benodigd is met korte insteltijden.

Het onderzoek naar de verschillende automatiseringsmethodes heeft aangetoond dat de robotcel zorgt voor flexibiliteit en voor de mogelijkheid van onbemand en mens - arm produceren. Aan de hand van het verdiepende onderzoek in diverse robotcellen kan gesteld worden dat, door gebruik van voorgeprogrammeerde rasters, deze een korte insteltijd hebben.

Aan de hand van de offertes en de berekende terugverdientijd is gebleken dat de robotlader van RFA een totale investering van € 68.866,00 is en een terugverdientijd van maximaal 2,4 jaar heeft. Voor het automatiseringssysteem van BMO Automation is een investering van € 132.380,00 benodigd, dit heeft een terugverdientijd van maximaal 2,9 jaar.

Het is zeker aan te bevelen om een automatiseringssysteem toe te passen binnen de productie van Matrix Metaalbewerking BV. Het spreekt voor zich dat met het gestelde budget de robotlader van RFA wordt aangeschaft. Naarmate Matrix meer bekend is met automatiseren is het de moeite waard om deze robotlader te voorzien van extra opslag ruimte.

11 Discussie

In het onderzoek naar de huidige werkmethode van Matrix is gebleken dat diverse series dubbel geproduceerd worden voor de voorraad. Deze producten worden op dit moment niet geregistreerd en zo zijn de verdiensten of verliezen niet te achterhalen. Het is zeker aan te raden een volledige productie proces analyse uit te voeren. Deze analyse kan door eigen medewerkers worden uitgevoerd of eventueel als volgende afstudeeropdracht.

Omdat het onderzoek gericht is op de automatiseringsmethode is er geen rekening gehouden met eventuele verzekeringswijzigingen. Het is zeker aan te raden om bij de verzekering te melden dat er onbemand geproduceerd gaat worden en of hier eventuele consequenties aanzitten.

Bibliografie

- Aerobike.vtir.be*. (2016, 12). Opgehaald van <http://aerobike.vtir.be/viewtopic.php?p=10&sid=539f2b640ccea83649b2b13d742a5908>
- Beer, J. d. (2006). *Methodisch ontwerpen*. Boom uitgevers Amsterdam.
- berekening verspanersforum*. (2016, 11). Opgehaald van http://www.verspanersforum.nl/INTERAKTIEVE_TABELLEN/Snijkrachten%20berekenen.htm
- Calvet. (sd). *Calvet Satellite XT*. Opgeroepen op September 2016, van Calvet: <http://calvet.be/wp-content/uploads/NL-Emmegi-Satellite-XT1.pdf>
- Calvet.nl*. (2016, 9). Opgehaald van <http://calvet.nl/product/emmegi-diamant-2/>
- CNC tech bv. (sd). *Barfeeder*. Opgeroepen op September 2016, van CNC-tech: <http://www.cnc-tech.nl/producten/barfeeder/>
- Hoogland, W., Dik, R., & Brand, I. (2015). *Rapport over rapporteren*. Groningen: Noordhoff Uitgevers.
- Horkos.co*. (2016, 9). Opgehaald van <http://www.horkos.co.jp/germany/products/transferline02.php>
- induteq*. (2016, 10). Opgehaald van <http://www.induteq.nl/metaal-werktuigbouw/bestanden/TI.06.30%20Toepassen%20van%20slimme%20opspanmiddelen.pdf>
- istockphoto.com*. (2016, 9). Opgehaald van <http://www.istockphoto.com/nl/photos/robot-arm?excludenudity=false&mediatype=photography&phrase=robot%20arm&sort=best>
- Kleinwinkel, J.-W., Lenselink, W., Bosch van den, R., Put van de, J., Kousbroek, R., Ackooy van, P., et al. (2006, Juni). *Automatiseren van de handling vna bewerkingsmachines*. Opgeroepen op September 2016, van Induteq: <http://www.induteq.nl/metaal-werktuigbouw/bestanden/TI.06.32%20Automatiseren%20van%20handling%20van%20bewerkingsmachines.pdf>
- Kleinwinkel, J.-W., Lenselink, W., Bosch van den, R., Put van de, J., Kousbroek, R., Ackooy, P., et al. (2006, mei). *Toepassen van slimme opspanmiddelen*. Opgeroepen op September 2016, van Induteq: <http://www.induteq.nl/metaal-werktuigbouw/bestanden/TI.06.30%20Toepassen%20van%20slimme%20opspanmiddelen.pdf>
- Matrix Metaalbewerking. (2016, Augustus). *Calculaties uit plan de campagne*. Zwijndrecht, Zuid Holland, Nederland.
- Metaalmagazine*. (2016, 9). Opgehaald van <https://www.metaalmagazine.nl/nieuws/palletwisselaar-hermle-naast-machine/20292/>
- Prof. dr. ir. Kals, H., Ir. Buiting-Csikós, C., Ir. van Luttervelt, C., Ir. Moulijn, K., Ir. Ponsen, J., & Ir. Streppel, A. (2012). *Industriële productie*. Den Haag: SDU uitgevers bv. .
- ridder.net*. (2016, 9). Opgehaald van <http://www.ridder.net/automatisering/fabrikant/emco-automatisering/emco-portaallader/3-1-1-1-692-1-0/>
- Schreuder, R. (sd). *Pareto - analyse*. Opgeroepen op Augustus 2016, van Lean info: <http://www.leaninfo.nl/pareto-analyse>
- Schunk*. (2016, 12). Opgehaald van <http://fi.schunk.com/fileadmin/pim/docs/IM0019664.PDF>
- Vdgrijp.nl*. (2016, 9). Opgehaald van <http://www.vdgrijp.nl/service-view/bewerkingen/>
- verspanersforum*. (2016, 11). Opgehaald van <http://www.verspanersforum.nl/kennis/tabellen-en-formules/testen-menu/>

Bijlage bachelor scriptie

Haalbaarheidsonderzoek

“geautomatiseerd beladen en ontladen van bewerkingscentrums”

Opgesteld door: Hanneke van der Meij - 12090786

Datum: 12-12-2016

Opleiding: Werktuigbouwkunde

Begeleider: A. van der Vlugt

De Haagse hogeschool vestiging Delft

Inhoudsopgave

Bijlage 01 – Voorbeeld productie formulier	3
Bijlage 02 – Formulieren werkverdeling	4
Bijlage 05 – Gegevens m.b.t. producttype.....	11
Bijlage 06 – Specificaties Quaser MV184.....	15
Bijlage 07 – Brochure Halter	16
Bijlage 08 – Specificaties Fanuc robotarm	21
Bijlage 09 – Specificaties Kawasaki robotarm.....	22
Bijlage 10 – Specificaties Yaskawa robotarm.....	23
Bijlage 11 – Specificaties machineklem Schunk.....	24
Bijlage 12 – Specificaties vacuüm opspannen	25
Bijlage 13 – Offerte Halter CNC automation.....	26
Bijlage 14 – Offerte RFA	28
Bijlage15 - Offerte BMO automation	29
Bijlage 16 - Terugverdienmodel	31
Bijlage 17 – Kesselring-methode.....	32
Bijlage 18 – Brochure RFA.....	33
Bijlage 19 – Brochure BMO	35
Bijlage 20 – Berekening opspanmiddelen.....	37
Bijlage 21 - Reflectie verslag	38

12 Bijlage 01 – Voorbeeld productie formulier

Productieformulier

Productienummer: 13807

Project : XXXXXXXXXX

Leverdatum: XXXXXXXXXX

Klant:
Ordernummer klant: XXXXXXXXXX
Calculatienummer

Artikelnummer:
Artikelnummer klant: XXXXXX

Aantal	Tekeningnummer	Omschrijving	Aantal gereed	
40	XXXXXXXXXX			
Formulier voorzien van actuele tekening <u>ja</u> <u>nee</u> <u>NVT</u>				
Bewerking	Omschrijving bewerking	Controle	Medewerker	2e persoon
ZAAG	Zaag en Mat. voorbew.			
Insteltijd serie: min. 15		Bewerkingstijd p/s: min. 7,5	tot.: 300 min.	
Opmerking:				
DR_CNC	Draaien CNC en Style			
Insteltijd serie: min. 45		Bewerkingstijd p/s: min. 14	tot.: 560 min.	
Opmerking:				
BANKW	Bankwerken / Ontbramen			
Insteltijd serie: min. 0		Bewerkingstijd p/s: min. 2	tot.: 80 min.	
Opmerking:				
DR_CNC	Draaien CNC en Style 2de opsp			
Insteltijd serie: min. 30		Bewerkingstijd p/s: min. 11	tot.: 440 min.	
Opmerking:				
FR_C75	Frezen CNC € 75,=			
Insteltijd serie: min. 20		Bewerkingstijd p/s: min. 6	tot.: 240 min.	
Opmerking:				
Aantal per product	Omschrijving materiaal	Tekeningnummer + revisie	Totaal aantal	
1	XXXXXXXXXX		3,1 m	

Eindcontrole werkstuk Medewerker ☐ 2e persoon ☐ (bij SPECIALS)

Medewerker _____

Geprint op:

07/12/2016 11:17:18

13 Bijlage 02 – Formulieren werkverdeling

Werk verdeling	
Datum 19-09-16	Werktijd: 07:00 t/m 15:30
Werknemer William	Machine aantal: 3
Activiteiten	Percentage
Instellen machines	20%
Opspanningen bouwen	10%
Programmeren	0%
Wisselen producten	40%
Afbramen	0%
Bewerkingen buiten machine	10%
Controle / meten producten	15%
Gereedschappen wisselen / controleren	5%
Inpakken	0%
Schoonmaken	0%
Anders.	
Totaal:	100%

Werk verdeling	
Datum 06-10-16	Werktijd:
Werknemer Koen	Machine aantal: 2
Activiteiten	Percentage
Instellen machines	15%
Opspanningen bouwen	5%
Programmeren	0%
Wisselen producten	50%
Afbramen	15%
Bewerkingen buiten machine	
Controle / meten producten	5%
Gereedschappen wisselen / controleren	10%
Inpakken	
Schoonmaken	
Anders.	
Totaal:	100%

Werk verdeling X	
Datum 06-10-16	Werktijd: 07:00/16:30
Werknemer William	Machine aantal: 3
Activiteiten	Percentage
Instellen machines	20%
Opspanningen bouwen	20%
Programmeren	0%
Wisselen producten	35%
Afbramen	5%
Bewerkingen buiten machine	0%
Controle / meten producten	10%
Gereedschappen wisselen / controleren	10%
Inpakken	0%
Schoonmaken	0%
Anders.	
Totaal:	100%

Werk verdeling	
Datum 20-09-16	Werktijd: 07:00 t/m
Werknemer William	Machine aantal: 2
Activiteiten	Percentage
Instellen machines	15%
Opspanningen bouwen	10%
Programmeren	0%
Wisselen producten	35%
Afbramen	20%
Bewerkingen buiten machine	0%
Controle / meten producten	15%
Gereedschappen wisselen / controleren	5%
Inpakken	0%
Schoonmaken	0%
Anders.	
Totaal:	100%

Werk verdeling	
Datum 26-09-16	Werktijd: 07:00 / 15:30
Werknemer William	Machine aantal: 3
Activiteiten	Percentage
Instellen machines	15%
Opspanningen bouwen	10%
Programmeren	0%
Wisselen producten	40%
Afbramen	5%
Bewerkingen buiten machine TAPPEN	5%
Controle / meten producten	10%
Gereedschappen wisselen / controleren	15%
Inpakken	0%
Schoonmaken	0%
Anders.	
Totaal:	100%

Werk verdeling	
Datum 27-09-16	Werktijd: 07:00 / 16:00
Werknemer William	Machine aantal: 3
Activiteiten	Percentage
Instellen machines	10%
Opspanningen bouwen	15%
Programmeren	0%
Wisselen producten	40%
Afbramen	5%
Bewerkingen buiten machine	5%
Controle / meten producten	10%
Gereedschappen wisselen / controleren	10%
Inpakken	0%
Schoonmaken	5%
Anders.	
Totaal:	100%

Bijlage 03 – Formulieren cyclustijd, wisseltijd en productietijd

Productie order		Meten MV 184	
Serie grootte	Product	Aantal producten per opspanning	Tijd
4	UDAM DAKEN ANPASSER	1	1:30:50
Start Datum: 05-10-16 Tijd: 09:00			
Cyclus 1 (Opspanning 1)			
Insteltijd			
- Programma			
- Gereedschap			
- Spannen 4 x 10 min			
Cyclustijd			
Wisseltijd (3 x meten)			
- Afbramen 1 min			
- Meten 35 sec			
- Schoonmaken 1 min			
- Tappen 35 sec			
- Soeerveinen 1 min			
- Markeren 1 min			
Cyclus 2 (Opspanning 2)			
Insteltijd			
- Programma			
- Gereedschap			
- Spannen			
Cyclustijd			
Wisseltijd (3 x meten)			
- Afbramen			
- Meten			
- Schoonmaken			
- Tappen			
- Soeerveinen			
- Markeren			
Cyclus 3 (Opspanning 3)			
Insteltijd			
- Programma			
- Gereedschap			
- Spannen			
Cyclustijd			
Wisseltijd (3 x meten)			
- Afbramen			
- Meten			
- Schoonmaken			
- Tappen			
- Soeerveinen			
- Markeren			
Finish		Datum: 05-10-16 Tijd: 10:25	

Productie order		Meten MV 184	
Serie grootte	Product	Aantal producten per opspanning	Tijd
4	UDAM DAKEN ANPASSER	1	1:30:50
Start Datum: 04-10-16 Tijd: 08:15			
Cyclus 1 (Opspanning 1)			
Insteltijd			
- Programma			
- Gereedschap			
- Spannen			
Cyclustijd			
Wisseltijd (3 x meten)			
- Afbramen			
- Meten			
- Schoonmaken			
- Tappen			
- Soeerveinen			
- Markeren			
Cyclus 2 (Opspanning 2)			
Insteltijd			
- Programma			
- Gereedschap			
- Spannen			
Cyclustijd			
Wisseltijd (3 x meten)			
- Afbramen			
- Meten			
- Schoonmaken			
- Tappen			
- Soeerveinen			
- Markeren			
Cyclus 3 (Opspanning 3)			
Insteltijd			
- Programma			
- Gereedschap			
- Spannen			
Cyclustijd			
Wisseltijd (3 x meten)			
- Afbramen			
- Meten			
- Schoonmaken			
- Tappen			
- Soeerveinen			
- Markeren			
Finish		Datum: 04-10-16 Tijd: 08:30	

Productie order			Product			Meten MV 184			
Serie grootte	Product	102	Flap (per uur)	Aantal producten per opspanning	6	Flap (per uur)	Aantal producten per opspanning	2	
Start	Datum:	05-10-16	Tijd:	10:30		Datum:	26-09-16	Tijd:	11:40
Cyclis 1 (Opspanning 1)			Cyclis 2 (Opspanning 2)			Cyclis 3 (Opspanning 3)			
Bestand			Bestand			Bestand			
3 min			25 min			13:48			
10 min			28 min			13:48			
2:19			10 min			1:34			
1:45			2:18			49 sec			
8 sec			45 sec			8 sec			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			
—			—			—			

Productie order		Meiten MV 184	
Product		Product	
Product: <i>1400 15L pistenplate</i>		Product: <i>Sluiter paneel</i>	
Serie grootte	Aantal producten per opspanning	Serie grootte	Aantal producten per opspanning
7	1	4	1
Start	Datum: <i>27-05-16</i>	Start	Datum: <i>5-10-16</i>
	Tijd: <i>10:15</i>		Tijd: <i>10:30</i>
Cyclus 1 (Opspanning 1)		Cyclus 1 (Opspanning 1)	
Insteltijd - Programma - Gereedschap - Spannen Cyclustijd Wisseltijd (3 x meten) Extra handling (3x meten) - Afbramen - Meten - Schoonmaken - Tappen - Soevereinen - Markeren		Insteltijd - Programma - Gereedschap - Spannen Cyclustijd Wisseltijd (3 x meten) Extra handling (3x meten) - Afbramen - Meten - Schoonmaken - Tappen - Soevereinen - Markeren	
Datum: <i>27-05-16</i> Tijd: <i>10:15</i> Aantal producten per opspanning: <i>1</i> Totaal tijd: <i>10:15</i>		Datum: <i>5-10-16</i> Tijd: <i>10:30</i> Aantal producten per opspanning: <i>1</i> Totaal tijd: <i>10:30</i>	
Cyclus 2 (Opspanning 2)		Cyclus 2 (Opspanning 2)	
Insteltijd - Programma - Gereedschap - Spannen Cyclustijd Wisseltijd (3 x meten) Extra handling (3x meten) - Afbramen - Meten - Schoonmaken - Tappen - Soevereinen - Markeren		Insteltijd - Programma - Gereedschap - Spannen Cyclustijd Wisseltijd (3 x meten) Extra handling (3x meten) - Afbramen - Meten - Schoonmaken - Tappen - Soevereinen - Markeren	
Datum: <i>27-05-16</i> Tijd: <i>10:15</i> Aantal producten per opspanning: <i>1</i> Totaal tijd: <i>10:15</i>		Datum: <i>5-10-16</i> Tijd: <i>10:30</i> Aantal producten per opspanning: <i>1</i> Totaal tijd: <i>10:30</i>	
Cyclus 3 (Opspanning 3)		Cyclus 3 (Opspanning 3)	
Insteltijd - Programma - Gereedschap - Spannen Cyclustijd Wisseltijd (3 x meten) Extra handling (3x meten) - Afbramen - Meten - Schoonmaken - Tappen - Soevereinen - Markeren		Insteltijd - Programma - Gereedschap - Spannen Cyclustijd Wisseltijd (3 x meten) Extra handling (3x meten) - Afbramen - Meten - Schoonmaken - Tappen - Soevereinen - Markeren	
Datum: <i>27-05-16</i> Tijd: <i>10:15</i> Aantal producten per opspanning: <i>1</i> Totaal tijd: <i>10:15</i>		Datum: <i>5-10-16</i> Tijd: <i>10:30</i> Aantal producten per opspanning: <i>1</i> Totaal tijd: <i>10:30</i>	

Bijlage 04 – Gegevens m.b.t. serie grootte

Volgorde van aantal series	Serie grootte	Totaal aantal	Aantal series	% van totaal	percentage series	Cumulatief %	Totaal euro	%van omzet	
	1	10257	10257	5,34%	65,65%	66%	€ 1.472.067,73	18,26%	
	10	18300	1830	9,53%	11,71%	77%	€ 1.623.330,02	20,14%	
	20	41700	2085	21,72%	13,35%	91%	€ 2.942.571,06	36,50%	
	50	48950	979	25,49%	6,27%	97%	€ 1.503.573,47	18,65%	
	100	32800	328	17,08%	2,10%	99%	€ 321.996,57	3,99%	
	150	4200	28	2,19%	0,18%	99%	€ 28.243,80	0,35%	
	200	16800	84	8,75%	0,54%	100%	€ 100.306,73	1,24%	
	500	13000	26	6,77%	0,17%	100%	€ 58.077,15	0,72%	
	1000	6000	6	3,12%	0,04%	100%	€ 11.374,00	0,14%	
		192007	15623				€ 8.061.540,53		
Volgorde van aantallen	Serie grootte	Totaal aantal		% van totaal		Cumulatief %	Totaal euro	%van omzet	
	50	48950		25,49%		25%	€ 1.503.573,47	18,65%	
	20	41700		21,72%		47%	€ 2.942.571,06	36,50%	
	100	32800		17,08%		64%	€ 321.996,57	3,99%	
	10	18300		9,53%		74%	€ 1.623.330,02	20,14%	
	200	16800		8,75%		83%	€ 100.306,73	1,24%	
	500	13000		6,77%		89%	€ 58.077,15	0,72%	
	1	10257		5,34%		95%	€ 1.472.067,73	18,26%	
	1000	6000		3,12%		98%	€ 11.374,00	0,14%	
	150	4200		2,19%		100%	€ 28.243,80	0,35%	
		192007					8.061.540,53		
Volgorde van omzet	Serie grootte	Totaal aantal		% van totaal		Cumulatief %	Totaal omzet	%van omzet	Cumulatief %
	20	41700		21,72%			€ 2.942.571	36,50%	37%
	10	18300		9,53%			€ 1.623.330	20,14%	57%
	50	48950		25,49%			€ 1.503.573	18,65%	75%
	1	10257		5,34%			€ 1.472.068	18,26%	94%
	100	32800		17,08%			€ 321.997	3,99%	98%
	200	16800		8,75%			€ 100.307	1,24%	99%
	500	13000		6,77%			€ 58.077	0,72%	100%
	150	4200		2,19%			€ 28.244	0,35%	100%
	1000	6000		3,12%			€ 11.374	0,14%	100%
		192007					8.061.540,53		

14 Bijlage 05 – Gegevens m.b.t. producttype

Seriegrootte	Bestelhoeveelheid	Materiaal soort	Aantal series	Totaal geleverd	Totaal factuur
10	10	RV5316	2	20	€ 21,00
26	26	RV5316	1	26	€ 35,10
50	50	RV5316	1	50	€ 75,00
80	80	RV5316	1	80	€ 228,80
78	78	RV5316	1	78	€ 205,14
20	20	RV5316	1	20	€ 65,00
100	100	RV5316	2	200	€ 650,00
130	130	RV5316	1	130	€ 487,50
39	39	RV5316	1	39	€ 151,71
50	50	RV5316	1	50	€ 300,00
12	12	RV5316	1	12	€ 72,00
40	40	RV5316	1	40	€ 280,00
50	50	RV5316	2	100	€ 700,00
20	20	RV5316	1	20	€ 15,00
40	40	RV5316	1	40	€ 340,00
20	20	RV5316	1	20	€ 195,00
11	11	RV5316	1	11	€ 107,25
39	39	RV5316	1	39	€ 383,37
12	12	RV5316	1	12	€ 120,00
100	100	RV5316	1	100	€ 1.105,00
30	30	RV5316	1	30	€ 345,00
10	10	RV5316	1	10	€ 127,90
10	10	RV5316	1	10	€ 127,90
30	30	RV5316	2	60	€ 900,00
12	12	RV5316	1	12	€ 216,00
10	10	RV5316	1	10	€ 200,00
50	50	RV5316	4	200	€ 4.202,00
10	10	RV5316	1	10	€ 215,00
39	39	RV5316	1	39	€ 914,55
10	10	RV5316	1	10	€ 242,50
50	50	RV5316	4	200	€ 5.202,00
10	10	RV5316	1	10	€ 307,50
10	10	RV5316	1	10	€ 325,00
20	20	RV5316	13	260	€ 8.655,40
10	10	RV5316	1	10	€ 340,00
10	10	RV5316	6	60	€ 2.160,00
10	10	RV5316	2	20	€ 645,00
20	20	RV5316	10	200	€ 8.236,00
50	50	RV5316	3	150	€ 6.177,00
50	50	RV5316	1	50	€ 2.150,00
20	20	RV5316	1	20	€ 890,00
50	50	RV5316	2	100	€ 4.500,00
10	10	RV5316	1	10	€ 475,00
50	50	RV5316	4	200	€ 10.846,00
10	10	RV5316	1	10	€ 600,00

15	RV5304	1	15	€ 153,75	14	RV5316	1	14	€ 910,00
12	RV5304	1	12	€ 51,00	20	RV5316	10	20	€ 13.596,00
20	RV5304	10	200	€ 1.046,00	32	RV5316	1	32	€ 2.400,00
40	RV5304	11	440	€ 2.794,00	35	RV5316	1	35	€ 2.660,00
50	RV5304	4	200	€ 1.280,00	10	RV5316	1	10	€ 767,50
12	RV5304	3	36	€ 238,32	50	RV5316	2	100	€ 7.750,00
40	RV5304	12	480	€ 3.446,40	20	RV5316	1	20	€ 1.550,00
50	RV5304	5	250	€ 1.935,00	50	RV5316	2	100	€ 7.750,00
20	RV5304	11	220	€ 1.768,80	50	RV5316	2	100	€ 7.750,00
20	RV5304	10	200	€ 1.624,00	39	RV5316	1	39	€ 3.042,00
100	RV5304	3	300	€ 2.580,00	20	RV5316	2	40	€ 3.380,00
10	RV5304	1	10	€ 92,50	10	RV5316	1	10	€ 1.247,50
20	RV5304	1	20	€ 250,00	40	RV5316	10	400	€ 42.840,00
40	RV5304	3	120	€ 1.530,00	10	RV5316	1	10	€ 1.235,00
20	RV5304	13	260	€ 3.317,60	10	RV5316	1	10	€ 1.391,00
40	RV5304	1	40	€ 560,00	10	RV5316	1	10	€ 16.250,00
15	RV5304	1	15	€ 225,00	25	RV5316	4	100	€ 16.250,00
25	RV5304	1	25	€ 400,00	50	RV5316	2	100	€ 2.280,00
20	RV5304	11	220	€ 3.742,20	12	RV5316	1	12	€ 4.300,00
12	RV5304	1	12	€ 222,00	10	RV5316	2	20	€ 50.611,00
10	RV5304	1	10	€ 222,50	20	RV5316	11	220	€ 2.500,00
16	RV5304	1	16	€ 367,00	10	RV5316	1	10	€ 2.500,00
12	RV5304	4	48	€ 1.152,00	10	RV5316	1	10	€ 26.500,00
50	RV5304	4	200	€ 5.346,00	10	RV5316	10	100	€ 21.200,00
88	RV5304	1	88	€ 2.904,00	10	RV5316	8	80	€ 113.677,20
25	RV5304	1	25	€ 625,00	20	RV5316	13	260	€ 203.057,80
10	RV5304	1	10	€ 360,00	20	RV5316	11	220	€ 418.874
15	RV5304	1	15	€ 525,00	10	Messing	189	5040	€ 75,00
10	RV5304	3	30	€ 1.230,00	20	Messing	1	20	€ 770,00
20	RV5304	11	220	€ 14.476,00	100	Messing	2	40	€ 1.710,00
14	RV5304	1	14	€ 1.001,00	20	Messing	2	40	€ 1.800,00
18	RV5304	1	18	€ 1.360,00	20	Messing	2	40	€ 1.800,00
50	RV5304	1	50	€ 100,00	100	Messing	1	100	€ 315,00
50	RV5304	1	50	€ 112,50			9	250	€ 6.470,00
20	RV5304	1	20	€ 65,00					
40	RV5304	28	1120	€ 3.931,20					
150	RV5304	1	150	€ 825,00					
20	RV5304	1	20	€ 110,00					
20	RV5304	1	20	€ 110,00					
20	RV5304	10	200	€ 1.192,00					
		178	5399	€ 63.250,77					

30	30	Brons	2	60	€ 222,00	100	100	PTFE	1	100	€ 375,00
12	12	Brons	1	12	€ 96,00	50	200	PTFE	4	200	€ 98,20
40	40	Aluminium brons	1	40	€ 1.550,00	20	200	POM	10	200	€ 1.224,00
40	40	Aluminium brons	1	40	€ 1.400,00	15	15	PA6	1	15	€ 101,25
20	20	Titanium	1	20	€ 373,00	30	30	POM	1	30	€ 255,00
20	20	Staal	1	20	€ 400,00	120	240	POM	2	240	€ 2.100,00
15	15	Staal	1	15	€ 330,00	20	240	POM	12	240	€ 4.368,40
10	10	Staal	5	50	€ 1.375,00	50	250	POM	5	250	€ 4.540,00
20	20	Staal	1	20	€ 590,00	20	20	Perplex	1	20	€ 424,00
25	25	Staal	1	25	€ 137,50	100	100	POM	12	240	€ 5.277,80
12	12	Staal	1	12	€ 45,00	20	20	Perplex	1	100	€ 2.199,00
			16	314	€ 6.518,50	12	12	POM	8	160	€ 3.896,00
50	50	Duplex	4	200	€ 8.424,00	40	40	PTFE	14	12	€ 390,00
18	18	Duplex	1	18	€ 1.107,00	100	100	POM	1	580	€ 1.422,40
18	18	Duplex	1	18	€ 1.363,50	50	50	POM	1	100	€ 265,00
			236	18	€ 10.894,50				1	50	€ 175,00
									75	2517	€ 27.100,85
						40	40	Aluminium	14	560	€ 4.364,80
						10	10	Aluminium	1	10	€ 750,00
						100	100	Aluminium	1	100	€ 850,00
						20	20	Aluminium	12	240	€ 2.683,20
						50	50	Aluminium	5	250	€ 2.795,00
						40	40	Aluminium	12	480	€ 5.616,00
						50	50	Aluminium	5	250	€ 2.925,00
						20	20	Aluminium	10	200	€ 2.902,00
						10	10	Aluminium	1	10	€ 160,00
						15	15	Aluminium	1	15	€ 243,75
						60	60	Aluminium	1	60	€ 1.032,00
						100	100	Aluminium	1	100	€ 2.375,00
						100	100	Aluminium	1	100	€ 2.575,00
						40	40	Aluminium	1	40	€ 1.060,00
						50	50	Aluminium	4	200	€ 7.214,00
						50	50	Aluminium	4	200	€ 7.236,00
						100	100	Aluminium	1	100	€ 3.850,00
						10	10	Aluminium	2	20	€ 1.350,00
						15	15	Aluminium	2	30	€ 2.347,50
						10	10	Aluminium	1	10	€ 2.100,00
						10	10	Aluminium	1	10	€ 1.325,00
									81	2985	€ 55.774,25

	Totaal producten	Totaal series	Totaal omzet	Aantal herhaal orders	Percentage producten	Percentage series	Percentage herhaal order
RVS316	5040	189	€ 418.874	118	30,11%	34,12%	30,33%
RVS304	5399	178	€ 63.250	139	32,25%	32,13%	35,73%
Aluminium	2985	81	€ 55.774	61	17,83%	14,62%	15,68%
Kunststof	2517	75	€ 27.100	60	15,03%	13,54%	15,42%
Staal	314	16	€ 6.519	5	1,88%	2,89%	1,29%
Messing	250	9	€ 6.470	3	1,49%	1,62%	0,77%
Duplex	236	6	€ 10.895	3	1,41%	1,08%	0,77%
Totaal	16741	554		389			

			Cumulatief
10x10x10 - 20x20x20	1556	24,21%	24,21%
30x20x10 - 35x30x30	400	6,22%	30,44%
50x30x10 - 70x70x25	1750	27,23%	57,67%
75xx20x10 - 90x80x50	420	6,54%	64,21%
100x20x10 - 190x40x20	520	8,09%	72,30%
270x10x10 - 290x60x20	620	9,65%	81,95%
750x40x15	30	0,47%	82,42%
Materiaal dikte <10	1130	17,58%	100,00%
Totaal	6426		

15 Bijlage 06 – Specificaties Quaser MV184

Control: (F)–FANUC (T)–HEIDENHAIN (M)–MITSUBISHI (S)–SIEMENS

Technical data		MV154 / MV184				
		C			E	
Spindle code		10B	10C	12C	9B	12B
Work range						
Table size (mm)		900 x 500 1,200 x 600				
Travel X / Y / Z (mm)		762 / 530 / 560 1,020 / 610 / 610				
Spindle nose to table surface (mm)		150 – 710 100 – 710				
Table load capacity (kg)		500				
Feed drive						
Feed force X / Y / Z (N)	F	5,760 / 5,760 / 10,472			4,712 / 4,712 / 11,519	
	T	-			6,807 / 6,807 / 13,902	
	M	-	6,283 / 6,283 / 17,671			-
	S	4,712 / 4,712 / 15,708			-	
Rapid movement X / Y / Z (m/min)		32 / 32 / 24 (F) (M) (S)			40 / 40 / 36 (F) 32 / 32 / 24 (T)	
Acceleration X / Y / Z (m/s²)	F	4 / 4 / 3			5 / 4 / 4	
	T	-			2 / 2 / 2	
	M	-	2.9 / 2.9 / 2.8			-
	S	4 / 3 / 2			-	
Dia. & pitch of the ball screw		Ø45 / P = 12 / 12 / 12 (F) Ø45 / P = 12 / 12 / 8 (M) Ø45 / P = 16 / 16 / 8 (S)			Ø45 / P = 16 / 16 / 12 (F) Ø45 / P = 12 / 12 / 8 (T)	
Accuracy Positioning / Repeatability						
ISO 230-2		0.008 / 0.004				
JIS 6338 (300 mm)		± 0.003 / ± 0.002				
VDI 3441		0.008 / 0.004				
Main spindle						
Spindle model		40 Taper				
Max. spindle speed		10,000			12,000	9,000 12,000
Spindle base speed	F/M	1,350 / -	1,350 / 1,500	1,350 / 1,400	1,125 / -	1,500 / -
	T/S	- / 1,500	- / 1,500	- / 1,500	1,125 / -	1,500 / -
Spindle power output kW	(S3-25%)/30min. F/M	15 / -	15 / 11	15 / 18.5	18.5 / -	
	(S6-25%) T/S	- / 20.9	- / 20.9	- / 17.6 ⁽¹⁾	17 / -	
Spindle torque output Nm	(S3-25%)/30min. F/M	106 / -	106 / 70	106 / 102	157 / -	118 / -
	(S6-25%) T/S	- / 133	- / 133	- / 112 ⁽¹⁾	144 / -	108 / -
Spindle transmission		Belt	Coupling		Belt	
Spindle diameter (mm)		Ø70				
Tool changer						
Tool selection		Random				
Magazine positions		30			30 (std.) 48 & 60 (opt.)	
Max. tool diameter (mm)		76.2				
Max. tool dia. Due to neighbor pots are empty		125				
Max. tool length (mm)		280				
Max. tool weight (kg)		7				
CTC time-ISO 10791-9 (sec.)-60Hz		5 (F) 4 (M) 5.5 (S)			4 (F) 5 (T)	
Coolant system						
Coolant tank capacity (Liter)		300				
Pump capacity ⁽⁴⁾		75 L / min., 3 bar				
-Nozzle coolant		75 L / min., 3 bar				
-Through spindle coolant		-			25 L / min., 8 bar	
-Wash down		75 L / min., 3 bar				
Machine size						
Height (mm)		2,955 / 2,860	3,060 / 3,070			2,955 / 2,860
⁽³⁾ Floor space W x D (mm)	30 ATC	2,100 x 2,600 2,515 x 2,800			2,540 x 2,600 / 2,760 x 2,800	
	48 / 60ATC	-			2,540 x 2,625 / 2,540 x 3,005 2,760 x 2,835 / 2,760 x 3,210	
Weight (kg)		6,300 / 7,290			6,400 / 7,390	
Connections						
Main power		200V / 60Hz or 400V / 50Hz				
Power consumption (KVA)		16 (F) 17.5 (M) 25 (S)	16 (F) 20 (M) 29 (S)	20 (F) 21 (T)		

Note: ⁽¹⁾ (S6-40%) ⁽²⁾ (S3-60%) ⁽³⁾ Without oil chiller please ref. page 23. ⁽⁴⁾ At 60 Hz ⁽⁵⁾ Only for FANUC control

16 Bijlage 07 – Brochure Halter

DE HALTER LOADASSISTANT IS EENVOUDIG EN DIRECT INZETBAAR EN IS TE KOPEN EN AAN TE HIRLEN BIJ EEN NIEUWE OF BESTAANDE CNC-MACHINE



VERSPANENDE BEDRIJVEN DIE INVESTEREN IN DE HALTER LOADASSISTANT ZIJN ONMOGELIJK HUN WINSTMARGES VERBETEREN EN DE FLEXIBILITEIT VAN HUN PRODUCTIE TOEGEVEN. JUST IN TIME, BIJ KLEINE EN MIDDELGROTE SERIES.



"Het rendement van de Oetema M400 is bijna verdubbeld."
Hans Waber | Oetema

Direct winst maken met de juiste automatisering!

Voor u als bedrijf in de verspanende sector zijn in de afgelopen jaren de marktomstandigheden sterk veranderd. Uw klanten zijn veeleisender geworden. Niet alleen verwachten ze dat u tegen concurrerende prijzen levert, maar ook in kleinere series en met kortere levertijden. Tegelijkertijd hebt u te maken met stijgende loonkosten en een gebrek aan CNC-operators. Operators die u wilt inzetten voor gekwalificeerd werk en niet voor eenvoudige, repetitieve werkzaamheden.

U hebt een antwoord op deze uitdagingen door te kiezen voor de juiste automatisering. Bij kleine en middelgrote series moet dit een systeem zijn met korte omsteltijden en zonder lange integratieprocessen.

Eenvoudig beladingsysteem met korte omsteltijden

HALTER CNC Automation heeft hiervoor, door zijn jarenlange ervaring in de verspanende industrie en de productieautomatisering, de HALTER LoadAssistant ontwikkeld.

Het is een slim en doordacht systeem en doet gewoon wat het moet doen: uw CNC-machine beladen met kleine en middelgrote series, zonder dat u daar robotkennis voor nodig hebt en met zeer korte omsteltijden.

Wilt u, net als vele andere bedrijven vóór u al deden, uw winst direct verhogen? Wilt u investeren in een systeem dat jarenlang probleemloos uw CNC-machines ook bij kleine series belaad? Kies dan ook voor de HALTER LoadAssistant en neem vandaag nog contact met ons op!

Bel: 020 6088 765 of mail: info@haltercnc.com



DE HALTER LOADASSISTANT IS ONTWIKKELD IN SAMENWERKING MET DE FASING GROEP. FASING IS WERKGELOF MARKTLEIDER OP HET GEBIED VAN PRODUCTIEAUTOMATISERING. MET MEER DAN 1500 GEMIDDELDDE FMS-SYSTEMEN, 350 PORTAALCNC'S EN VEEL GEVEERDE ROBOTCELLS.



DE HALTER LOADASSISTANT WERKT GEÏNTEGREERD IN EEN DUTSLAND



"Naast alle automatiseringseisen wordt zijn afgewerkt in de hand op de HALTER-gevoel."
Hans Waber | Oetema

Over ons

HALTER CNC Automation heeft de ontwikkeling van de HALTER LoadAssistant gebaseerd op meer dan 25 jaar ervaring in de CNC-verspaningswereld. Als geen ander begrijpen wij met welke problematiek leveranciers bedrijven te maken hebben: leveranciers verwachten steeds kortere levertijden, de marges staan steeds meer onder druk, er is steeds meer gebrek aan geschoold personeel en met de dure CNC-machines worden te weinig spindeluren gerealiseerd.

De missie van HALTER CNC Automation is verspanende bedrijven in staat te stellen om direct meer winst te maken door het leveren van laagdrempelige, toegankelijke automatische beladingsystemen voor de productie van series van 10 tot 1000 stuks.

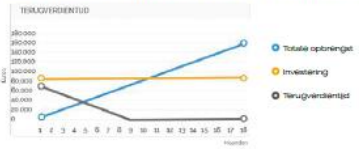
Wij werken continu aan de ontwikkeling, productie, distributie en service van onze producten. Dit doen wij met een team van specialisten en door samen te werken met hoogkwaliteits leveranciers en distributeurs. Hierdoor kunnen onze klanten vertrouwen op technologisch hoogwaardige, dagelijkse en bedrijfsbrede automatisering.

De 4 belangrijkste voordelen voor u

- De HALTER LoadAssistant verhoogt uw productieopbrengst, machine-efficiëntie en winst.
 - ✓ Meer spindeluren tegen lagere kosten resulteert direct in meer winst.
 - ✓ Machine-uren zijn niet langer gekoppeld aan reguliere arbeidstijden of de beschikbaarheid van mankracht, waardoor de bezettingsgraad van uw machinepark direct omhoog gaat.
 - ✓ De gemiddelde arbeidskosten per uur zijn 5 tot 8 keer hoger dan de gemiddelde afschrijvingskosten van de robot per uur.
- De competenties van uw medewerkers worden beter benut.

Uw operators zijn opgeleid om machines in te stellen en programma's te maken. De meeste tijd zijn ze echter bezig met eentonig en repetitief werk. De HALTER LoadAssistant neemt dit werk over, waardoor uw medewerkers kunnen worden ingezet voor werkzaamheden die meer toegevoegde waarde opleveren voor uw bedrijf.
- U hebt geen robotspecialisten nodig.

De HALTER LoadAssistant is eenvoudig door iedere medewerker in te stellen en te bedienen. Geen enkele robotkennis is benodigd dankzij de HALTER SmartControl in combinatie met de doordachte beladingsoplossing.



Maanden	Totale opbrengst	Investering	Terugverdientijd
1	100000	100000	0
2	150000	100000	50000
3	200000	100000	100000
4	250000	100000	150000
5	300000	100000	200000
6	350000	100000	250000
7	400000	100000	300000
8	450000	100000	350000
9	500000	100000	400000
10	550000	100000	450000
11	600000	100000	500000
12	650000	100000	550000
13	700000	100000	600000
14	750000	100000	650000
15	800000	100000	700000
- Is eenvoudig verplaatsbaar, dus geschikt voor meerdere machines.

De HALTER LoadAssistant is standaard voor verschillende machines te gebruiken en eenvoudig te verplaatsen met een palletwagen. Met slechts één HALTER LoadAssistant kunt u dus meerdere machines automatiseren, waardoor u nog flexibeler kunt inspelen op de vraag van uw klanten. De HALTER Universal kunt u zelfs gebruiken in combinatie met zowel uw draaibank als uw freesbank.

Terugverdiend in 6 à 18 maanden

UW CNC-MACHINE EENVOUDIG AUTOMATISEREN

1 HALTER SmartControl

- Geen robotkennis nodig
- Nieuw programma in 12 stappen
- Zeer flexibel: zelf extra cycli toevoegen
- Omsteltijd in minder dan 5 minuten

2 Roterend beladingsysteem

UNIVERSAL

- Universale, voorgeprogrammeerde rasterplaten
- Voor draai- en/of draaivertikalen tot 230mm
- Rasterplaten zijn in hoogte instelbaar voor werkstukken tot 230mm
- Nieuwe serie opstellen, terwijl de robotarm loopt

S-180

- Stapelstations voor draaivertikalen tot 180mm
- Hoog capaciteit op klein oppervlak, bij lagere werkstukken
- Werkstuk-omkeertoren voor tweezijdige bewerking

S-ergo

- Stapelstations voor draaivertikalen tot 230mm
- Hoog capaciteit op klein oppervlak, bij lagere werkstukken
- Werkstuk-omkeertoren voor tweezijdige bewerking

3 Eenvoudig te verplaatsen van de ene naar de andere CNC-machine

- Verplaatsbaar met palletwagens
- Positionering door zelfcentrerende ankers
- Automatische herkenning van de machinegegevens

4 Toegankelijk en veilig

- CNC-machine blijft toegankelijk voor de operator; geen hekwerk nodig
- Vloercentrerende vertaalgang en afsluit de robotarm
- Geen enkele concessie aan de veiligheid van uw operator

5 Fanuc 6-assige robotarm

- Maximumbelasting robotarm: 10 kg, 20 kg of 35 kg
- Geschikt voor een industriële omgeving
- Stabiel, nauwkeurig en duurzaam

6 Universeel grijpersysteem

- Universale 2- of 3-vingersgrijpers
- Snel verwisselbare klauwen
- Ingebouwd veiligheidssysteem voor open-/sluit controle
- Airflow-systeem voor het schoonmaken van de klauwplaat of de machinedek

7 Nieuwe serie klaarzetten terwijl de robot doorloopt

- Dankzij het roterende beladingsysteem kan de belading aan de achterzijde plaatsvinden, terwijl het productieproces doorgaat

8 Industrieel hoogwaardige en betrouwbare technologie

- Robuuste constructie
- Hoogwaardige industriële componenten van uitzonderend A-merken
- Standaard en compleet plug-and-play systeem



Bekijk de filmpjes op onze site om te zien hoe het werkt: www.haltercncautomation.nl



COMPACT ALLES-IN-EEN-DESIGN

- GEEN EXTRA UNITS, HEKKEN, SNOEREN OF KABELS
- WERKSTUKKEN VALLEN AAN DE ACHTERKANT, DANKZIJ HET ROTERENDE BELADINGSYSTEEM
- MINIMALE BENODIGDE VLOEROPPERVLAKTE, INCLUSIEF VEILIGHEIDSGEZONE





HALTER SmartControl



- Intutief en grafisch programmeren in 12 stappen
- Draaibare console met 15" touchscreen
- Keuze tussen in- of uitwendig grijpen
- Grijpen met of zonder aandrukker
- Mogelijkheid om met spindeloriëntatie te werken
- Excentrisch beladen en ontladen
- Toevoegen van vrij programmeerbare cycli
- Standaardwerkcyclus uit te breiden met extra functies
- Afstand van airflow-systeem instelbaar
- Analysesoftware voor machinebezetting
- Automatische programmaopslag
- Ingreep in inches of mm
- Automatische back-up van robotprogramma's of handmatig naar USB
- Robot parkeren via button Park Position
- Vrije taalkeuze
- Aansluiting aan 4 CNC-machines

Intutief en grafisch programmeren in 12 stappen



De HALTER SmartControl is voorzien van intuïtieve software, waardoor de operator geen enkele kennis hoeft te hebben van robotprogrammering. Alle posities en alle mogelijke variabelen zijn in de HALTER LoadAssistant middels een rasterplaat (bij de Universal) of stapelsysteem (bij de S-180 en S-230) voorgeprogrammeerd. Hierdoor kan de operator zich beperken tot het ingeven van de werkstukgegevens. De robotarm weet dan op basis van deze werkstukgegevens (bijvoorbeeld diameter en hoogte) exact de positie van het werkstuk. Ook de gegevens van de CNC-machine (o.a. machinedek of klauwplaat) zijn vastgelegd, zodat de HALTER LoadAssistant direct kan beginnen met het automatisch beladen van de CNC-machine. Dankzij de HALTER SmartControl zijn de omsteltijden minimaal en kan de HALTER LoadAssistant zelfs voor kleinere series worden ingezet.

Standaardbeladingscycli flexibel uit te breiden met extra functies



De HALTER LoadAssistant werkt met meerdere standaardbeladingscycli, die u met één klik kunt selecteren. U hoeft dus niets te programmeren, omdat de robotarm bij de installatie is ingeleerd en exact de af te leggen weg weet naar de machinedek of klauwplaat. Zo zijn er bijvoorbeeld standaardcycli voor het beladen en ontladen van CNC-machines met één spil, twee spullen, een multitaskingdraaicentrum of voor het ontladen van een subspil in combinatie met een staflaanvoer. Daarnaast hebt u ook nog de mogelijkheid om elke standaardcyclus uit te breiden met extra functionaliteiten. Bijvoorbeeld het plaatsen van het werkstuk op een meetstation, graveermachine, lopende band of pallet. U behoudt dus het voordeel van de korte omsteltijden door het gebruik van standaardcycli, maar u hebt tevens de optimale flexibiliteit als het gaat om het toevoegen van specifieke extra functies.



De HALTER SmartControl is standaard voorzien van software die u exact informeert over de productiviteit van de HALTER LoadAssistant en dus uitsluitend ook uw CNC-machine. Hiermee krijgt u kant-en-klaar analyses van uw daadwerkelijke machinebezetting.

De HALTER LoadAssistant is eenvoudig te verplaatsen met een palletwagen. Dankzij de zelfcentrerende ankers staat de HALTER LoadAssistant altijd op een vaste referentiepositie. U kunt een systeem aan meerdere machines (maximaal 4) koppelen. De robot-machinekoppeling wordt eenmaal tot stand gebracht en daarna onthoudt de HALTER SmartControl alle relevante machinegegevens en kunt u direct weer aan de slag. Ervaringen van onze klanten tonen aan dat het verplaatsen van de HALTER LoadAssistant en het opstarten van de productie aan een andere CNC-machine binnen 30 minuten kan worden gerealiseerd.



Dáárom HALTER LoadAssistant®

- ✓ HALTER SmartControl – geen enkele robotervaring vereist
- ✓ Minimale omsteltijden, dus ook geschikt voor kleine series
- ✓ De robot kan doorwerken terwijl een nieuwe serie wordt klaargezet
- ✓ Gebaseerd op 25 jaar ervaring in verspaningsindustrie en productieautomatisering
- ✓ Minimale benodigde vloerspreiende, inclusief veiligheidszone
- ✓ Eén HALTER LoadAssistant inzetbaar voor meerdere machines
- ✓ Uw CNC-machine blijft volledig toegankelijk
- ✓ Compact alles-in-één-design: geen losse units, hekken of snoeren
- ✓ Geen concessies aan de hoogste veiligheidsniveaus voor uw operators
- ✓ De best denkbare service door gecertificeerde monteurs

Belangrijke service voor onze klanten

- ✓ Korte levertijden vanuit de productielocatie in Duitsland
- ✓ Turnkeylevering en ingebruikstelling
- ✓ Topservice door gecertificeerde HALTER-monteurs
- ✓ Gunstige financieringscondities door snelle terugverdientijd



(25)

TE 25 JAAR DIVING VAN HET HALTER-ANALOGIE EN DE STEDE RELATIE MET DE CNC-INDUSTRIE/INDUSTRIE/INDUSTRIE. OND OM AAN TE TOEGEVOEGD AUTOMATISEREN ZICH UITBREIDT. ALTIJD



"Hij kan door iedere medewerker worden bediend, robotica is niet moeilijk."

Wim Jansen | Jansen Machine Reuring

11



Referenties

De HALTER LoadAssistant is aan elke nieuwe of gebruikte machine te koppelen. Op onze website vindt u korte filmpjes van recente installaties.

Met de HALTER reeds meer
rendement gehaald uit:

Aldre Selki, Bridgeport Hardings, DMG Mori, Doosan,
Eumach, Haas, Hermle, Hurco, HwaCheon, Kitamura,
MAS, Mazak, Mikron, Mori Seiki, Nakamura, Okuma,
Queset, Vico, Teksas en andere merken.

Zo werkt het

Hoe werkt de HALTER LoadAssistant nu precies?
Kijk op halterincautomation.nl voor de korte
video-uitleg:



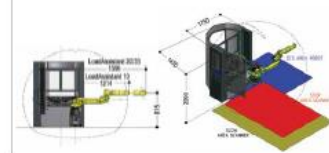
Ingebruikstelling en instructie

De HALTER LoadAssistant wordt turnkey geleverd. Belangrijk voor u, is te weten dat uw CNC-machine niet noodzakelijkerwijs uitgevoerd hoeft te zijn met een zogenaamde robotinterface van uw machineleverancier. Onze gecertificeerde monteurs maken dan de koppeling tussen uw CNC-machine en de HALTER LoadAssistant door middel van een PLC. Dankzij het gestandaardiseerde HALTER-interfaceprotocol kan u dit een aanmerkelijke kostenbesparing bij de installatie opleveren.

Om de HALTER LoadAssistant te laten functioneren, dient uw CNC-machine te zijn voorzien van een automatische deurspener. Indien dit niet het geval is, dan installeren wij een servo-gestuurde automatische deurspener, die u ook veilig kunt gebruiken wanneer u de robot niet gebruikt en uw CNC-machine manueel wilt bedienen.

De training en instructie vindt aansluitend aan de installatiewerkzaamheden plaats. Onze monteurs zorgen ervoor dat uw operator na de instructie in staat is om geheel zelfstandig met de HALTER LoadAssistant te werken.

Veiligheidszone, robotarmbereik en afmetingen



Service

HALTER CNC Automation heeft een internationaal netwerk van gecertificeerde service partners, zodat bij elk geleverd systeem kwalitatief hoogwaardige service kan worden geleverd. Door training en jaarlijkse certificering van onze service partners kan een blijvend hoog serviceniveau worden aangeboden, waardoor u jarenlang verzekerd bent van een betrouwbaar werkend systeem.



BELANGRIJK VOOR U IS TE
 WETEN DAT UW MACHINE
 NIET MOEDERKLEINDEWIS
 UITGEVOERD MOET TE ZIJN MET DEN
 DOGGENDEN ROBOTINTERFACE
 VAN UW MACHINELEVERANDE
 DE HOPELING WORDT DAN
 GEDAAN DOOR ONZE MONTEURS
 DOORMIDDEL VAN HET
 GEFABRICATEERDE
 HALTER-INTERFACEPROTOCOL



DATTE HELPDESK IS VOOR ALLE
GEBRUIKERS VAN DE HALTEI
LOADASSISTANT BESCHIKBAAR VOOR
ONDERSTEUNING



Capaciteit

HALTER LOAD ASSISTANT UNIVERSAL 10 / 30 / 36		CAPACITEIT
	Werkstukdiameter (min-max)	10 mm - 230 mm
	Minimumafmeting werkstuk (L x B)	10 mm x 10 mm
	Maximumafmeting werkstuk (L x B)	230 mm x 230 mm
	Maximumhoogte van werkstukken	250 mm
	Maximumbelasting robotarm	10 kg / 20 kg / 35 kg
	Maximumtotaalgewicht op de rotierende belastingtafel	250 kg / 750 kg / 750 kg
	Max. aantal werkstukken bij roosterplaat van 10-35 mm	176
	Max. aantal werkstukken bij roosterplaat van 23-55 mm	136
	Max. aantal werkstukken bij roosterplaat van 23-115 mm	68
	Max. aantal werkstukken bij roosterplaat van 23-135 mm	40
	Max. aantal werkstukken bij roosterplaat van 23-135 mm	24
	Max. aantal werkstukken bij roosterplaat van 23-155 mm	18
	Max. aantal werkstukken bij roosterplaat van 23-230 mm	6
HALTER LOAD ASSISTANT S-90 30 / 36		CAPACITEIT
	Minimumafmeting werkstuk (L x B)	40 mm x 40 mm
	Maximumafmeting werkstuk (L x B)	180 mm x 180 mm
	Maximumhoogte van werkstukken	175 mm
	Maximumbelasting robotarm	20 kg / 35 kg
	Maximum totaalgewicht op de rotierende belastingtafel	1250 kg
	Maximale stapelhogte	350 mm
	Aantal stapelposities (1 laag)	12
	Maximumgewicht per positie	115 kg
	Max. aantal werkstukken bij werkstukhoogte van 10 mm	385
	Max. aantal werkstukken bij werkstukhoogte van 20 mm	154
	Max. aantal werkstukken bij werkstukhoogte van 50 mm	77
	Max. aantal werkstukken bij werkstukhoogte van 80 mm	44
	Max. aantal werkstukken bij werkstukhoogte van 115 mm	33
	Max. aantal werkstukken bij werkstukhoogte van 175 mm	22
HALTER LOAD ASSISTANT S-230 30 / 36		CAPACITEIT
	Werkstukdiameter (min-max)	43 mm - 230 mm
	Maximumhoogte van werkstukken	175 mm
	Maximumbelasting robotarm	20 kg / 35 kg
	Maximum totaalgewicht op de rotierende belastingtafel	1250 kg
	Maximale stapelhogte	350 mm
	Aantal stapelposities (1 laag)	12
	Maximumgewicht per positie	115 kg
	Max. aantal werkstukken bij werkstukhoogte van 10 mm	385
	Max. aantal werkstukken bij werkstukhoogte van 20 mm	154
	Max. aantal werkstukken bij werkstukhoogte van 50 mm	77
	Max. aantal werkstukken bij werkstukhoogte van 80 mm	44
	Max. aantal werkstukken bij werkstukhoogte van 115 mm	33
	Max. aantal werkstukken bij werkstukhoogte van 175 mm	22

Technische specificaties

SISTEM	UNIVERSAL 10 / 30 / 36	S-90 30 / 36	S-230 30 / 36
Robuuste industriële constructie	✓	✓	✓
Roterende belastingtafel	✓	✓	✓
Volledige omkasting en afscherming	✓	✓	✓
Eenvoudig verplaatsbaar met palletwagens	✓	✓	✓
Plaatsbaar op 3-punts zelfaantrekkende ankers	✓	✓	✓
Fanuc 6-axis robotarm	10 / 20 / 35 kg	20 / 35 kg	20 / 35 kg
Opvangrails voor rotatie loekwielrol met afvoer	✓	✓	✓
Werkstuk-omkasting voor bewegelijke bewerking	✓	✓	✓
Standaard robot-machine interface voor elke CNC-machine	✓	✓	✓
HALTER SMARTCONTROL	UNIVERSAL 10 / 30 / 36	S-90 30 / 36	S-230 30 / 36
Intuïtief en grafisch programmeren in 12 stappen	✓	✓	✓
Draaibare console met 13" touchscreen	✓	✓	✓
Kruis tussen in- of uitwendig grijpen	✓	✓	✓
Grijpen met of zonder aandrijver	✓	✓	✓
Mogelijkheid om met spinoriëntatie te werken	✓	✓	✓
Exocentrisch beladen en ontladen	✓	✓	✓
Toevoegen van vrij programmeerbare cycli	✓	✓	✓
Standaardbewerking uit te breiden met extra functies	✓	✓	✓
Afstand airblow-systeem instelbaar	✓	✓	✓
Analysesoftware voor machinebelasting	✓	✓	✓
Automatische programmapalag	✓	✓	✓
Ingave in inches of mm	✓	✓	✓
Robot parkeren via button Park Position	✓	✓	✓
Vrije keuzes	4	4	4
Aantal aan te sluiten CNC-machines	4	4	4
GRIPERS	UNIVERSAL 10 / 30 / 36	S-90 30 / 36	S-230 30 / 36
2-vingergrippers voor rechthoekige werkstukken	Optie	✓	✓
3-vingergrippers voor ronde werkstukken	Optie	✓	✓
Separaat grijpen voor ruwe en bewerkte werkstukken	Optie	✓	✓
Standaard-airblow-systeem op elke gripper	✓	✓	✓
Werkstukdetectie door middel van open-/sluit controle	✓	✓	✓
Snelwisselsysteem voor uitwisseling van de grippers	✓	✓	✓
Snelverstelling van de gripperfingers	✓	✓	✓
Bewaking weggeven luchtdruk door middel van drukmeter op de robotarm	✓	✓	✓
VEILIGHEID	UNIVERSAL 10 / 30 / 36	S-90 30 / 36	S-230 30 / 36
In-machine opslag-functie	✓	✓	✓
Fanuc OCS area in combinatie met Side-Vloerscanner	✓	✓	✓
Schutkleur voorstellen van veiligheidszones	✓	✓	✓
Standaardveiligheidsniveau tussen de machine en de Halter	✓	✓	✓
Geïntegreerde veiligheidscircuit	✓	✓	✓
Automatische hervestuurde deurspener met getriggereerd veiligheidsmechanisme	✓	✓	✓
AFMETINGEN EN AANSLUITINGEN	UNIVERSAL 10 / 30 / 36	S-90 30 / 36	S-230 30 / 36
Lengte x breedte	1750 x 1434 mm	1750 x 1434 mm	1750 x 1434 mm
Hoogte	2220 mm	2220 mm	2220 mm
Totaalgewicht	990 / 1110 / 1120 kg	1210 / 1220 kg	1210 / 1220 kg
Elektrische spanning	400 V	400 V	400 V
Netverbruik	18 A	18 A	18 A
Perflood	6 bar	6 bar	6 bar

Bijlage 08 – Specificaties Fanuc robotarm

M-20 Series

10



M-20a



Max. load capacity
at wrist: **35 kg**



Max. reach:
2009 mm

Available robot versions:

M-20iA/12L	Long arm, hollow wrist
M-20iA/20T	Top mount, hollow wrist
M-20iA	Standard model, hollow wrist
M-20iB/25	Standard model
M-20iA/20M, /35M	High inertia
M-20iA/20MT, /35MT	High inertia, Top mount

Robot	Series	Version	Type	Controller				Max. load capacity at wrist (kg)	Reach (mm)	Controlled axes	Repeatability (mm)	Mechanical weight (kg)	Motion range (°)						Maximum speed (°/s)						J4 Moment/ Inertia (Nm/kgm²)	J5 Moment/ Inertia (Nm/kgm²)	J6 Moment/ Inertia (Nm/kgm²)	Wrist & J3 arm standard/ optional	Protection
				Open air	Maibline	Maibline	Maibline						J1	J2	J3	J4	J5	J6	J1	J2	J3	J4	J5	J6					
M-20	JA	12L	30EB	-	-	-	●	●	2009	6	± 0.08	250	370	240	440.6	400	340	900	200	175	190	430	430	630	22.0/0.65	22.0/0.65	44/1.04	IP54	IP57
M-20	JA	20T	30EB	-	-	-	●	●	1642*	6	± 0.08	185	*1)	300	586	400	340	900	*1)	175	180	340	340	550	22.0/0.28	22.0/0.28	44/1.04	IP54	IP57
M-20	JA	20M	30EB	-	-	●	●	●	1811	6	± 0.08	250	370	240	458	400	340	900	195	175	180	340	340	550	44.0/1.84	44.0/1.84	44.0/1.04	IP54	IP57
M-20	JA	20MT	30EB	-	-	●	●	●	1813	6	± 0.08	250	370	240	460.6	400	340	900	195	175	180	405	405	615	30.0/1.01	30.0/1.01	30.0/1.01	IP54	IP57
M-20	JA	25	30EB	-	-	●	●	●	1443*	6	± 0.08	185	*1)	300	586	400	340	900	*1)	175	180	405	405	615	45.1/2.01	45.1/2.01	45.1/2.01	IP54	IP57
M-20	JA	35M	30EB	-	-	●	●	●	1890	6	± 0.08	250	340	240	461.0	400	340	900	205	205	340	415	415	800	51/2.2	51/2.2	51/2.2	IP54	IP57
M-20	JA	35MT	30EB	-	-	●	●	●	1813	6	± 0.08	232	370	240	461.0	400	340	900	180	180	200	350	350	400	110/4	110/4	110/4	IP54	IP57
M-20	JA	35MT	30EB	-	-	●	●	●	1443*	6	± 0.08	187	*1)	300	586	400	280	900	*1)	180	200	350	350	400	110/4	110/4	110/4	IP54	IP57

● standard ○ on request - not available | | with hardware and/or software option

*1) depending on rail specification

17 Bijlage 09 – Specificaties Kawasaki robotarm

Standard specifications

Type	RS003N	RS005N	RS005L	RS006L	RS010N	RS010L	RS015X	RS020N	RS030N	RS050N	RS080N
Degree of freedom (axis)	Articulated robot						Articulated robot				
Max. payload (kg)	3	5	5	6	10	10	15	20	30	50	80
Max. reach (mm)	620	705	903	1,650	1,450	1,925	3,150	1,725	2,100	2,100	2,100
Positional repeatability (mm) #1	±0.05	±0.02	±0.03	±0.05	±0.04	±0.06	±0.15	±0.05	±0.07	±0.07	±0.07
Motion range (°)	Arm rotation (J1)	±160	±180	±180	±180	±180	±180	±180	±180	±180	±180
	Arm out-in (J2)	±150 -- 60	±135 -- 80	±145 -- 105	±145 -- 105	±155 -- 105	±140 -- 105	±150 -- 105	±140 -- 105	±140 -- 105	±140 -- 105
	Arm up-down (J3)	±120 -- 150	±118 -- 172	±150 -- 163	±150 -- 163	±150 -- 163	±135 -- 155	±150 -- 163	±135 -- 155	±135 -- 155	±135 -- 155
	Wrist swivel (J4)	±360	±360	±270	±270	±270	±360	±270	±360	±360	±360
	Wrist bend (J5)	±135	±145	±145	±145	±145	±145	±145	±145	±145	±145
	Wrist twist (J6)	±360	±360	±360	±360	±360	±360	±360	±360	±360	±360
Max. speed (°/s)	Arm rotation (J1)	360	300	300	250	190	180	190	180	180	180
	Arm out-in (J2)	250	360	300	250	205	180	205	180	180	180
	Arm up-down (J3)	225	410	300	215	210	200	210	185	185	160
	Wrist swivel (J4)	540	460	460	365	400	410	400	260	260	185
	Wrist bend (J5)	225	460	460	380	360	360	360	260	260	165
	Wrist twist (J6)	540	740	700	700	610	610	610	360	360	280
Moment (N·m)	Wrist swivel (J4)	5.8	12.3	12.3	13	22	34	45	210	340	336
	Wrist bend (J5)	5.8	12.3	12.3	13	22	34	45	210	210	336
	Wrist twist (J6)	2.9	7	7	7.5	10	22	29	130	130	194
Moment of inertia (kg·m ²)	Wrist swivel (J4)	0.12	0.4	0.4	0.45	0.7	0.8	0.9	16.8	28	34
	Wrist bend (J5)	0.12	0.4	0.4	0.45	0.7	0.8	0.9	16.8	28	34
	Wrist twist (J6)	0.03	0.12	0.12	0.14	0.2	0.25	0.3	6.6	11	13.7
Max. speed (mm/s)		6,000	9,100	9,300	13,700	13,100	19,900	11,500	13,400	13,400	12,700
Mass (kg)	20	34	37	150	150	230	545	230	555	555	555
Body color	Munsell 100Y9/1 equivalent						Munsell 100Y9/1 equivalent				
Installation	Floor, Ceiling						Floor, Ceiling				
Environmental condition	0 - 45						0 - 45				
Ambient temperature (°C)	35 - 85 (No dew, nor frost allowed)						35 - 85 (No dew, nor frost allowed)				
Relative humidity (%)	Wrist: IP67 Base axis: IP65						Wrist: IP67 Base axis: IP65				
Power requirements (kVA) #2	1.0	1.5	1.5	2.0	2.0	3.0	4.0	3.0	4.5	4.5	4.5
Degree of protection	IP54										
Controller	Europe	E76	E77	E01			E02	E01	E02		
	Europe	E70	E71								
	Japan & Asia	E73	E74								

#1: conforms to ISO 9283 #2: depends on the payload and motion patterns

19 Bijlage 11 – Specificaties machineklem Schunk

KSH plus 160



Kraftspannblöcke hydraulisch | *Clamping Force Blocks, hydraulic*

Hydraulischer Kraftspannblock

Standardhub, zentrisch spannend

Hydraulic Clamping Force Block

Standard stroke, centrally clamping

Lieferumfang

Kraftspannblock, Befestigungsschrauben für Aufsatzbacken und Kraftspannblock, Stopfen, Passschrauben, Spannhülsen und Betriebsanleitung

Scope of Delivery

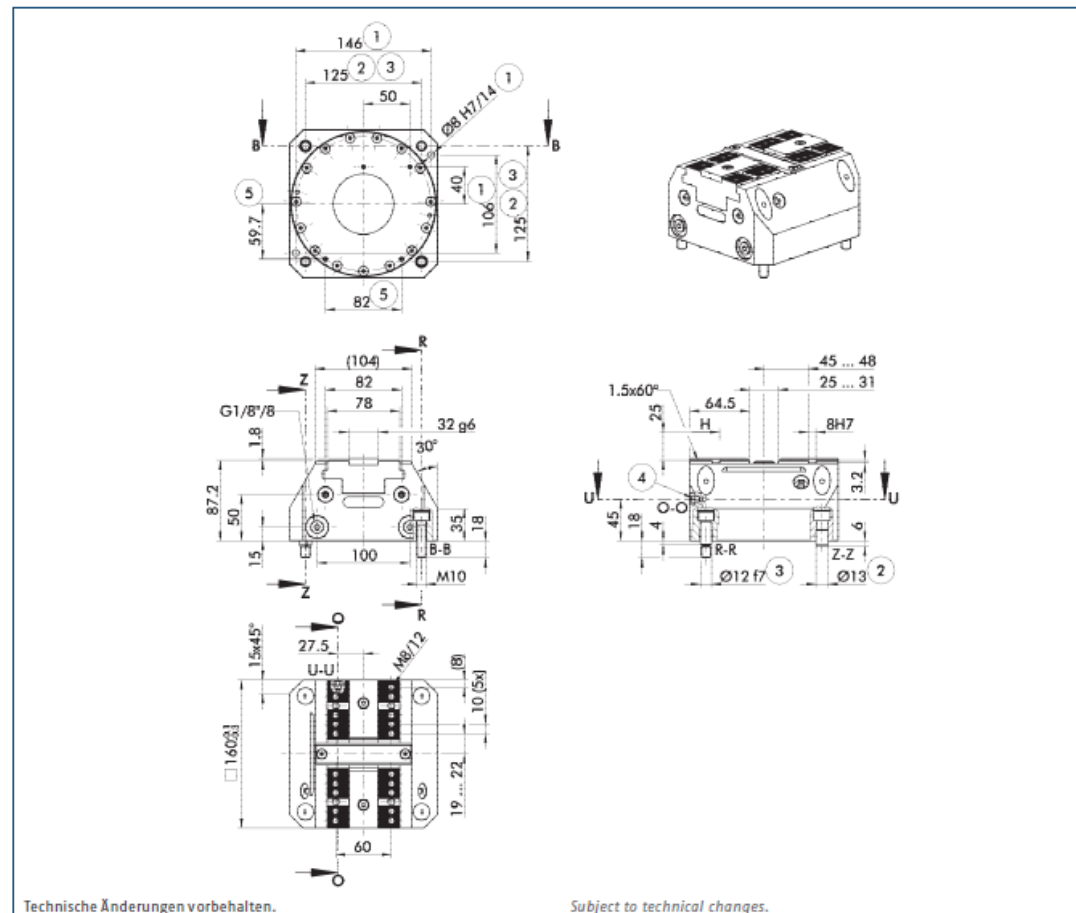
Clamping force block, mounting screws for top jaws and clamping force block, plugs, fitting screws, clamping sleeves, and operating manual

Technische Daten | Technical data

Bezeichnung Description	Ident.-Nr. ID	Hub/Backe Stroke/jaw	Spannkraft* Clamping force*	max. Druck max. pressure	Wiederhol- genauigkeit Spanner* Repeat accuracy vise*	max. Backenhöhe max. jaw height	Übersetzungs- volumen pro Doppelhub Oil consumption per double stroke	Schließ-/ Öffnungszeit Closing/opening time	Gewicht Weight
		[mm]	[N]	[bar]	[mm]	[mm]	[cm ³]	[s]	[kg]
KSH plus 160	0405330	3	45000	60	0.02	60	100	1.5	14
KSH-Z plus 160	0405332	3	45000	60	0.02	60	100	1.5	14

*Definition der technischen Bezeichnungen siehe Seite 285

*For the definitions of the technical designations, see page 285



Technische Änderungen vorbehalten.

Subject to technical changes.

- ① Z-Variante ± 0.01 mm zur Spannmitte
- ② Spannhülse ± 0.04 mm zur Spannmitte
- ③ Passschraube ± 0.02 mm zur Spannmitte
- ④ Anschluss M5 für Sperrluft
- ⑤ Anschluss für bodenseitige Schmierung

- ① Z-variant ± 0.01 mm to clamping center
- ② Clamping sleeve ± 0.04 mm to clamping center
- ③ Fitting screw ± 0.02 mm to clamping center
- ④ Connection M5 for air purge
- ⑤ Bottom lubrication connection

20 Bijlage 12 – Specificaties vacuüm opspannen

Magnetic Technology / Vacuum Clamping Technology

Clamping Technology

	MAGNOS Magnetic Technology				PLANOS Vacuum Clamping Technology		
							
	Square Pole Technology	Parallel Pole Technology	Radial Pole Technology	ROTA NCM	Lifting Technology	PLANOS	Unit
Actuation							
mechanical		•	•	•	•		
pneumatic				•	•	•	
electrical	•	•	•	•	•		
Vacuum pump						•	
Characteristics							
Clamping / Lifting Force	24 kN – 555 kN*	up to 100 N/cm ²	up to 160 N/cm ²	on request	up to 2000 kg	up to 8 N/cm ²	
Actuation pressure / Supply voltage	400 V / 50 Hz	400 V / 50 Hz	400 V / 50 Hz	on request		400 V / 50 Hz (vacuum unit)	
Sizes	Pole size 32 x 32 / 50 x 50 / 75 x 75 and round design	Rectangular or round design	Ø 150 – 4000 mm	Ø 400 – 2500 mm	5 sizes	300 x 200, 400 x 300, 600 x 400	
Highlights							
	For high-precision milling and grinding Energy-efficient clamping Deformation-free clamping No loss of clamping force in case of power outage Compensates unevenness with variable pole extensions 5-sided-machining Minimum set-up times and increase in productivity	For high precision grinding Energy-efficient clamping No loss of clamping force in case of power outage Various pole extension variants for different machining types Minimum set-up times and increase in productivity Multi-level holding force regulation Demagnetization cycle to reduce permanent magnetism in workpiece	For circular grinding and turning Energy-efficient clamping Deformation-free clamping No loss of clamping force in case of power outage Minimum set-up times and increase in productivity Deformation-free set-up due to the use of fixed and variable pole extensions Demagnetization cycle to reduce residual magnetism in workpiece	Large jaw stroke High jaw quick change repeatability High clamping repeat accuracy Centrifugal force compensation Media feed-through Active pull down (magnet)	One-hand operation possible Maintenance-free Low weight at highest lifting performance Minimum on / off magnetization times No external energy supply	5-sided machining and workpiece cut-outs with adapter plate and cups possible Up to 30% higher shear force absorption with patented friction islands Powerful vacuum unit Easy handling Modular design	Automatic emergency-off function (coupled to the machine) Integrated pressure gauge, vacuum switch, and alarm device Sight glass with electronic float switch and alarm device Additional digital output warns of loss of the operating vacuum or a critical fill level during machining Mobile use is possible Energy saving device in automatic mode (at 80% vacuum)

* Provided that all poles are covered and at an air gap of 0 mm

21 Bijlage 13 – Offerte Halter CNC automation



10. Technische specificaties

Systeem	HALTER LoadAssistant U 10 / 20 / 35
Robuuste industriële constructie	✓
Roterende beladingstafel	✓
Volledige omkasting en afscherming	✓
Eenvoudig verplaatsbaar met palletwagen	✓
Plaatsbaar op 3-punts zelfcentrerende ankers	✓
Kalibratie kit	✓
Fanuc 6-assige robotarm 10 / 20 / 35 kg	10 / 20 / 35 kg
Opvangbank voor lekkend koelvloeistof met afvoer	✓
Standard robot-machine interface voor elke CNC machine	✓

HALTER Smart Control	HALTER LoadAssistant U 10 / 20 / 35
Intuitief en grafisch programmeren in 12 stappen	✓
Draaibare console met 15" touchscreen	✓
Keuze in- of uitwendig grijpen	✓
Grijpen met of zonder aandrukster	✓
Automatische programma opslag	✓
Automatische back-up van robotprogramma's of handmatig naar USB	✓
Vrije taalkeuze	✓
Aansluiting aan 3 machines	✓

Capaciteit	HALTER LoadAssistant U 10 / 20 / 35
Werkstukdiameter (min-max)	10 mm-230 mm
Minimumafmeting werkstuk (l x b)	10 mm x 10 mm
Maximumafmeting werkstuk (l x b)	230 mm x 230 mm
Maximumhoogte van werkstukken	250 mm
Maximumbelasting robotarm	10 / 20 / 35 kg
Maximumtotaalgewicht op de roterende beladingstafel	250 / 750 / 750 kg
Rasterplaat 10-35 mm (max. aantal werkstukken: 176)	Optie
Rasterplaat 23-55 mm (max. aantal werkstukken: 136)	✓
Rasterplaat 23-85 mm (max. aantal werkstukken: 68)	Optie
Rasterplaat 23-115 mm (max. aantal werkstukken: 40)	✓
Rasterplaat 23-135 mm (max. aantal werkstukken: 24)	Optie
Rasterplaat 23-155 mm (max. aantal werkstukken: 18)	✓
Rasterplaat 23-230 mm (max. aantal werkstukken: 6)	Optie



11. Prijsvoorstel

HALTER LoadAssistant U-20	€ 76.755,00
Grijperpakket voor HALTER LoadAssistant U-20	
Frezen: Schunk 2-vinger gripper, dubbele gripper	€ 4.458,00
SmartControl software vs 2.0	€ 4500,00
Omkeerstation, 4 extra stappen mogelijk	
Kabelpakket voor machinekoppeling	€ 857,00
Optionele rasterplaten*)	
Rasterplaat 10 mm – 35 mm	€ 948,00
Rasterplaat 23 mm – 85 mm	€ 948,00
Rasterplaat 23 mm – 135 mm	€ 948,00
Rasterplaat 23 mm – 230 mm	€ 948,00
*) Een rasterplaat bestaat uit een basislaag van 4 platen en een in hoogte verstelbare laag van 4 platen	
Turnkey installatie HALTER LoadAssistant	€ 6950,00
Robot-machine interface	
PLC of vrije M-codes	
Het aansluiten van de robot op de CNC machine	
Plaatsing op de zelfcentrerende vloerankers	
Ingebruikstelling	
Instructie	
Indien u een extra CNC machine wilt aansluiten heeft u nodig:	
Machinekoppelingset	€ 225,00
Zelfcentrerende ankerset	€ 189,00
Indien uw CNC machine niet is uitgerust met een automatische deur, kunt u kiezen uit een van onderstaande servo-aangedreven automatische deuropeners:	
Automatische deuropener (enkele deur) - 1000 mm	€ 4.126,00

22 Bijlage 14 – Offerte RFA



Rijlaarsdam Factory Automation B.V.

ref.ob54815.16.r01 offerte voor Matrix Metaalbewerking B.V.
Kawasaki Robotloader met RFA-Raster bij bewerkingsmachine 30-11-2016

9 Investeringsoverzicht voor een Kawasaki RS020NFE91 Robotloader

Pos	Aantal	Omschrijving	Prijs in €
1		Robot	
1.1	1	Industriële robot, fabricaat Kawasaki, type RS020NFE91, 6 assen, draagkracht 20 kg, reikwijdte 1.725 mm	
1.2	1	Kawasaki E91-besturing, 10 m. kabels, PC link, 2x ethernet, 2x usb, multi-functie paneel met touch-screen, specificaties in Kawasaki brochure. De prijs voor 1 Kawasaki RS020NFE91 robot met besturing bedraagt:	inclusief
2		Randapparatuur bij de robot	
2.1	1	Interface voorzieningen, gemonteerd aan binnenzijde van de console, 32 relais voor 32 uitgangen, 32 optocouplers voor 32 ingangen voeding 24VDC 5A, dubbele terminals voor de noodstop en safety gate. De prijs voor 1 interfacekast bedraagt:	inclusief
2.2	2	Schunk werkstukgrijper, type PGN plus, 2-vinger gripper met compacte houder en airjet voor schoonblazen. De prijs voor de dubbele gripper bedraagt:	inclusief
2.3	1	Set grijpervingers ABR plus met verstellingmodules UZB plus aangepast voor een werkstuk naar keuze, handmatige verstelling per vinger De prijs voor 1 set aangepaste werkstukvingers bedraagt:	inclusief
3		RFA-Raster, robot console met tafel	
3.1	1	Console voor de robot, stalen gelaste constructie op voetplaat, met 45 graden vlak voor montage van de robot, met ruimte voor de robotcontroller, gaten voor montage aan de vloer, gecoat staal, met afsluitbare deur, werkstuktafel 800x800 mm De prijs voor 1 console bedraagt:	inclusief
3.2	1	Rasterplaat 800x800 mm, rasterverdeling wordt in samenspraak bepaald De prijs voor 1 rasterplaat bedraagt:	inclusief
3.3	1	Sensor werkstuk aanwezig, gemonteerd aan de voet van de robot, voor de controle van de aanwezigheid van het werkstuk. De prijs voor de sensor bedraagt:	inclusief
3.4	1	RFA-Raster software licentie inclusief tablet PC, voor het eenvoudig instellen van de robot, intuïtieve, touch screen vriendelijke interface De prijs voor 1 licentie RFA-Raster bedraagt:	inclusief



pagina 34 van 38



Rijlaarsdam Factory Automation B.V.

ref.ob54815.16.r01 offerte voor Matrix Metaalbewerking B.V.
Kawasaki Robotloader met RFA-Raster bij bewerkingsmachine 30-11-2016

Vervolg 9 investeringsoverzicht voor een RFA Kawasaki RS020NFE91 Robotloader

Pos	Aantal	Omschrijving	Prijs in €
4		Veiligheidsvoorzieningen volgens CE	
4.1	1	Veiligheidshekwerk met servicedeur, aan 1 zijde van de robotcel, volgens CE met 1 servicedeur met veiligheidsschakelaar voor toegang, gepoedercoate zwarte gaasdelen met gele staanders	
4.2	1	De prijs voor 1 set veiligheidshekwerk bedraagt:	inclusief
		Lichtscherm set met afbuigspiegel, voor 2 aaneengesloten open zijden aan de robotcel Klasse 4, 50-stralig lichtscherm, resolutie 30 mm, met afbuigspiegel en verstelbare statieven en beschermprofielen.	
		De prijs voor 1 lichtscherm set met afbuigspiegel bedraagt:	inclusief
5		Dienstverlening door RFA voor Matrix Metaalbewerking B.V.	
5.1	1	Systeemengineering, lay-out ontwerpen, componenten ontwerpen en testen, elektrische en pneumatische schema's ontwerpen, handleiding schrijven, CE documentatie voor het door RFA geleverde robotsysteem samenstellen.	
		De prijs voor de systeemengineering bedraagt:	inclusief
5.2	1	Installatie van de robot bij Matrix Metaalbewerking B.V., installeren en aansluiten van 1 robot met besturingskast en hekwerk, machine I/O en noodstoppen aansluiten robotzijde, RFA accepteert geen aansprakelijkheid voor de kwaliteit van de fabrieksvloer.	
	0	De prijs voor de installatie bedraagt:	inclusief
		machine zijde van de I/O wordt voorzien door de machine leverancier, in opdracht en voor rekening van Matrix Metaalbewerking B.V.	exclusief
5.3	1	Systeemprogrammering robot en testen en afname bij RFA, bedieningsvriendelijk menu op het touch-screen, in bedrijf stelling voor 1 werkstuk.	inclusief
		De prijs voor het programmeren bedraagt:	inclusief
5.4	2 dagen	Assistentie bij het opstarten van de robot	inclusief
5.5	1 dag	Programmeerscholing, bedieningsinstructie bij RFA	inclusief
5.6	1	Transport en verzekering naar Matrix Metaalbewerking B.V. te Zwijndrecht	inclusief
		afladen en intern transport zijn niet inbegrepen,	exclusief

De netto prijs voor 1 RFA Robotloader Kawasaki RS020NFE91 met RFA-Raster, robotconsole, Schunk grijpers, verstelbare vingers, schoonblaas functie, werkstuk aanwezig sensor, veiligheidshekken, lichtschermen, engineering, CE documentatie, installatie, programmatie en assistentie bij het opstarten voor Matrix Metaalbewerking B.V. bedraagt: € 53.400,00



pagina 35 van 38

Bijlage15 - Offerte BMO automation



PRIJS SPECIFICATIE

Hieronder vind u de prijsspecificatie zoals die voor u is samengesteld. De opties waar aantal nul staat zijn optioneel meegenomen om u inzicht te geven in de prijzen, deze zijn dus niet meegenomen in de totaalprijs.

Beschrijving

5001012: Pt24 automatisering product handling

5001019: Machine interface Fanuc (robot zijde)

5001074: Jobmanager 5.0 software

5001075: Programma nummer selectie op CNC machine

5001073: Mail module

5001036: SERVO bekken tbv PGN+125 parallelgrijper

5001051: Pneumatische machineklem KSP+160

investering machineklem €3060 / stuk

5001057: Set bekken tbv machineklem compleet (6 sets)

5001052: Integratiekit t.b.v. aansturing machineklem

5001061: Automatische deur t.b.v. CNC machine pneumatisch

5001039: Signaal lamp voor toestand weergave

5001090: Installatie Pt24 product belading enkele machine

Totaal excl. btw

€ 122.300,00

BETALINGSTERMIJN

40% bij opdracht.
50% bij melding verzend-gereed.
10% na installatie.

23 Bijlage 16 - Terugverdienmodel

Momenteel						
Verkoopprijs	€ 75,00	berekend bij 1800 spindel uren				
Direchte in directe kosten	€ 57,90					
Directe personeelskosten	€ 17,10					
Directe machinekosten	€ 18,10					
Winst per uur:	€ 17,10					
Halter	Kosten	Uren per dag	Uren per jaar	Verdiensten/uur	Verdiensten / jaar	Terug verdienen tijd
Investeringskosten	€ 102.584,00					
extra uren buiten werktijd		3,1	775	€ 34,20	€ 26.505,00	4,0
extra uren pauze		1	250	€ 34,20	€ 8.550,00	3,0
overname tijdens werktijd		0,3	75	€ 34,20	€ 2.565,00	2,8
verlagen machine kosten		11,3	2825	€ 6,57	€ 18.552,50	1,9
RFA	Kosten	Uren per dag	Uren per jaar	Verdiensten/uur	Verdiensten / jaar	Terug verdienen tijd
Investeringskosten	€ 68.866,00					
extra uren buiten werktijd		3,5	875	€ 34,20	€ 29.925,00	2,4
extra uren pauze		1	250	€ 34,20	€ 8.550,00	1,9
overname tijdens werktijd		0,3	75	€ 34,20	€ 2.565,00	1,8
verlagen machine kosten		11,7	2925	€ 6,96	€ 20.362,50	1,2
BMO	Kosten	Uren per dag	Uren per jaar	Verdiensten/uur	Verdiensten / jaar	Terug verdienen tijd
Investeringskosten	€ 132.380,00					
extra uren buiten werktijd		5,5	1375	€ 34,20	€ 47.025,00	2,9
extra uren pauze		1	250	€ 34,20	€ 8.550,00	2,5
overname tijdens werktijd		0,3	75	€ 34,20	€ 2.565,00	2,4
verlagen machine kosten		13,7	3425	€ 8,59	€ 29.412,50	1,9

24 Bijlage 17 – Kesselring-methode

Kesselring					
	Wegingsfactor	Halter	RFA	BMO	Perfect
Functionele eisen					
Meerdere series onbemand	1	2	1	3	4
Het kan de gestelde dimensies halen	1	1	3	3	3
Er blijft volledige toegang tot de machine	2	3	3	3	3
Er is onbemande productie mogelijk	1	3	3	3	3
De spindeluren gaan omhoog	1	2	2	3	3
Nauwkeurigheid	2	1	3	2	3
<u>Totaal</u>		16	21	22	25
%		64,0%	84,0%	88,0%	
Investerings					
Aanschafprijs	1	2	3	1	3
terugverdientijd	2	1	3	2	3
<u>Totaal</u>		4	9	5	9
%		44,4%	100,0%	55,6%	

Bijlage 18 – Brochure RFA



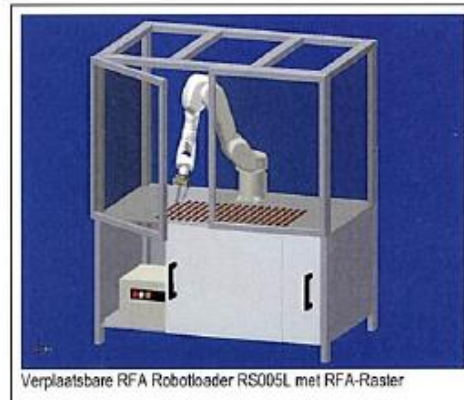
Rijlaarsdam Factory Automation B.V.

1. RFA Robotloader RS005L verplaatsbaar met RFA-Raster, setprijs sleutelklaar € 40.000,00.

De robot staat in een aluminium omkasting met kunststof afscherming volgens CE, de besturing is ingebouwd. Deze compacte unit kan eenvoudig met een palletwagen verplaatst worden. De operator stelt de robot in met enkele tikken op het touch screen van de tablet-pc met RFA-Raster software. Dan legt hij de werkstukken in het magazijn. De robot pakt een onbewerkt werkstuk uit het magazijn en plaatst het in de bewerkingsmachine. Als de bewerking in de machine gereed is, neemt de robot het werkstuk uit de machine en legt het op de vrije positie in het magazijn.

Leveringsomvang RFA Robotloader RS005L met RFA-Raster:

- 1 Kawasaki RS005LFE71 robot, 5 kg., 6 assen, reach 903 mm.
- 1 Kawasaki E71 besturing, teach panel, 6,4" TFT kleuren touch screen
- 1 Tablet-pc met RFA-Raster software
- 1 Interfacekast met 32 ingangen, 32 uitgangen, 2x TCP/IP ethernet
- 1 Verplaatsbare aluminium omkasting waarin de robot staat
- 1 Schunk PGN+ 80/2 gripper met 2 vingers voor 1 werkstuk
- 1 Nozzle voor het schoonblazen van de klem of de klauwplaat
- 1 Rasterplaat 800x800 mm. voor de werkstukken
- 1 Set kunststof afscherming met 2 deuren volgens CE
- 3 Dagen installatie van de robot ter plaatse
- 1 Robot programma voor 1 werkstuk
- 1 Programmeertraining bij RFA
- 2 Dagen assistentie bij het opstarten van de productie
- 1 Franco levering in de Benelux, onafgeladen



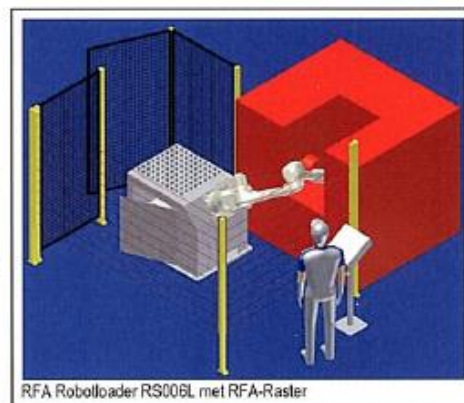
Verplaatsbare RFA Robotloader RS005L met RFA-Raster

2. RFA Robotloader RS006L met RFA-Raster, setprijs sleutelklaar € 50.000,00.

De robot staat onder een hoek van 45° op een console, hierdoor kan de robot naast de deur van de machine worden geplaatst en is de toegang naar de machinedeur vrij. De operator legt de onbewerkte werkstukken in de vakken van de rasterplaat. De robot wordt eenvoudig en snel ingesteld door enkele tikken op het touch-screen van de tablet-pc met RFA-Raster software. Door de eenvoudige menu's is het bedieningsgemak optimaal. Het compacte robotsysteem neemt weinig ruimte in beslag. De robot heeft een dubbele driepuntsgripper, zodat de werkstukken snel gewisseld worden in de machine. Op de gripper is een nozzle gemonteerd, hiermee blaast de robot gericht de klem of de klauwplaat met perslucht schoon. Door het toepassen van een veiligheidslichtscherm met een spiegel is de toegang naar de machine vrij.

Leveringsomvang RFA Robotloader RS006L met RFA-Raster:

- 1 Kawasaki RS006LFE71 robot, 6 kg., 6 assen, reach 1.650 mm.
- 1 Kawasaki E71 besturing, teach panel, 6,4" TFT kleuren touch screen
- 1 Tablet-pc met RFA-Raster software
- 1 Interfacekast met 32 ingangen, 32 uitgangen, 2x TCP/IP ethernet
- 1 Console voor de robot en de rasterplaat voor het werkstuk magazijn
- 2 Schunk PZN+ 80/2 driepuntsgrijpers met 2 sets vingers voor 1 werkstuk
- 1 Nozzle voor het schoonblazen van de klem of de klauwplaat
- 1 Rasterplaat 800x800 mm. voor de werkstukken.
- 1 Set lichtscherm met spiegel, veiligheidshekken met 1 deur volgens CE
- 3 Dagen installatie van de robot ter plaatse
- 1 Robot programma voor 1 werkstuk
- 1 Gebruiksvriendelijk teach-in menu voor nieuwe werkstukken
- 1 Programmeertraining bij RFA
- 2 Dagen assistentie bij het opstarten van de productie
- 1 Franco levering in de Benelux, onafgeladen



RFA Robotloader RS006L met RFA-Raster



Rijlaarsdam Factory Automation B.V.

Overzicht RFA Robotloaders

Beschrijving	RS005L RFA-Raster	RS006L RFA-Raster	RS010N RFA-Vision	RS020N RFA-Vision	RS080N RFA-Vision
1 Kawasaki RS005LFE71: 5kg. robot, E71 besturing	✓				
1 Kawasaki RS006LFE71: 6kg. robot, E71 besturing		✓			
1 Kawasaki RS010NFE71: 10kg. robot, E71 besturing			✓		
1 Kawasaki RS020NFE91: 20kg. robot, E91 besturing				✓	
1 Kawasaki RS080NFE02: 80kg. robot, E02 besturing					✓
1 Interfacekast met 32 ingangen en 32 uitgangen	✓	✓	✓	✓	✓
1 Set RFA-Raster: tablet pc, RFA-Raster software	✓	✓			
1 Set RFA-Vision: tablet pc, camera, lens, verlichting			✓	✓	✓
1 Console voor de robot met rasterplaat 800x800 mm.	✓	✓			
1 Voetplaat met sokkel voor de robot			✓	✓	✓
1 Enkele gripper: 1x Schunk PGN+80/2	✓				
1 Dubbele gripper: 2x Schunk PGN/PZN+80/2		✓	✓	✓	
1 Dubbele gripper: 2x Schunk PGN+125/1AS					✓
1 Nozzle voor het schoonblazen van klem of klauwplaat	✓	✓	✓	✓	✓
1 Aanvoertransportband L= 2.500 mm B=500 mm.			✓	✓	✓
1 Afvoertransportband L= 2.000 mm B=500 mm.			✓	✓	✓
1 Set veiligheidshelmen met 1 servicedeur volgens CE	✓	✓	✓	✓	✓
3 Dagen installatie ter plaatse	✓	✓	✓	✓	✓
1 Robot programma voor 1 werkstuk	✓	✓	✓	✓	✓
1 Gebruiksvriendelijk menu voor nieuwe werkstukken	✓	✓	✓	✓	✓
1 Programmeertraining	✓	✓	✓	✓	✓
2 Dagen assistentie bij opstarten productie	✓	✓	✓	✓	✓
1 Franco levering in de Benelux, onafgeladen	✓	✓	✓	✓	✓
Setprijs voor sleutelklare levering	€ 40.000,00	€ 50.000,00	€ 55.000,00	€ 60.000,00	€ 70.000,00
Opties					Prijs
Bin-Picking: schakelbare magneet, Bin-Picking robotprogramma, de robot pakt losgestorte werkstukken uit een bak					€ 1.200,00
RFA-JobEdit: software voor het plannen en activeren van bewerkingsprogramma's in de freesmachine of draaibank					€ 3.200,00
2 ^e Camera met lens en kabel voor RFA-Vision voor een 2 ^e oppakpositie					€ 1.400,00
1 set verstelbare vingers voor 1 Schunk PGN/PZN+80/2 gripper					€ 500,00
Ultricht- en overpakstation voor het omdraaien van werkstukken voor een 2 ^e bewerking					€ 1.500,00

Deze prijzen gelden tot 1-9-2016, wijzigingen en drukfouten zijn voorbehouden. Document ref. prr.16.w01 dd 20-4-2016.
De Algemene Leveringsvoorwaarden dd. 13-08-2009 van de Federatie Productie Technologie zijn van toepassing.

Over RFA

Bij RFA heeft men 34 jaar ervaring met het leveren en installeren van robots in de metaalverwerkende industrie. In 1992 heeft Kawasaki Heavy Industries Ltd. RFA aangesteld als importeur van Kawasaki robots in de Benelux. RFA heeft eigen service monteurs, programmeurs, constructeurs en een deskundige binnendienst. De robotprojecten worden deskundig in eigen beheer uitgevoerd. RFA biedt servicecontracten op maat voor de geleverde systemen aan. RFA's systemen en de bijgeleverde documentatie voldoen aan de geldende CE normen.

Rijlaarsdam levert RFA Robotloaders met Vision systemen voor het beladen van bewerkingsmachines. RFA's specialisten hebben het RFA-Vision systeem, RFA-Raster software en de jobmanager RFA-JobEdit ontwikkeld. Inmiddels heeft RFA honderden robots geleverd. In Nederland heeft RFA de meeste referenties voor robots voor het beladen van machines. RFA heeft de kennis en ervaring om robotprojecten voor het beladen van machines deskundig en efficiënt te realiseren.



Importeur voor de Benelux

RFA Rijlaarsdam Factory Automation B.V.
Postbus 1042 3330CA Zwijndrecht
Houtkopersstraat 14 3334KD Zwijndrecht
tel. 078-6100645 fax 078-6100087
info@rijlaarsdam.eu www.rijlaarsdam.eu

Bijlage 19 – Brochure BMO

PLATINUM

flexibel en modulair

Robuuste robotcel voor het beladen van één of twee CNC machines. Zowel alleen productbelading, als een combinatie van product- en palletbelading is mogelijk.

- Voor kleine, middelgrote en grote series
- Handlingsgewicht tot 50 kg
- Tot 7 robuuste productlades
- Bijvullen tijdens bedrijf mogelijk
- Variabele producthoogte door vrij in te delen ladensysteem

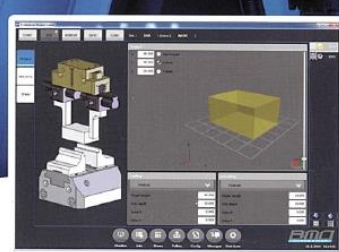


Innovatief, gebruiksvriendelijk en ergonomisch met een modern design

USER interface

Ook zonder robotkennis zijn onze systemen eenvoudig te bedienen, dankzij de zeer gebruiksvriendelijke grafische user interface.

- Bediening via touchscreen
- Robot te programmeren binnen 1 minuut
- Remote support module
- Mail module voor statusmeldingen
- Job manager om meerdere jobs in te regelen
- Overzichtelijke menu-indeling met duidelijke symbolen



Bijlage 20 – Berekening opspanmiddelen

Blauw invullen **Rood** is resultaat

Snijcondities en Snijberekening	Symbool	Unit	Gegevens
Produkt			
1. Materiaal:	D HB	mm	
2. Diameter			50
3. Hardheid			147
4. Specifieke snijkracht			1990
Snijcondities			
1. Snede-diepte	d	mm	0,05
2. Snijlengte	L	mm	100
3. Voeding	f	mm/omw.	240,00
4. Snijsnelheid		m/min	100
5. Toerental	n	rev/min	637
6. Verspaand volume	Q		1200,0
7. Snijtijd	t	min	0,00
Berekening van de snijkrachten			
1. Tangentiaal krachten	R	N	23880,0
2. Voedingskracht		N	10908,0
3. Radiale kracht		N	3604,6
4. Resulterende kracht		N	26499,7
Berekening van het machinevermogen			
1. Opgenomen vermogen aan het gereedschap		kW	39,80
2. Machine gereedschap efficiency factor (zie onderstaande waarden)			0,85
3. Gevraagd motorvermogen		kW	46,82

25 Bijlage 21 - Reflectie verslag

Voor aanvang van de afstudeer periode heb ik competenties opgesteld. Dit is een verplicht onderdeel bij het afstuderen aan een HBO studie.

Analyseren:

Het onderzoek is begonnen met de vraag om automatisering toe te passen binnen de freesafdeling. Welk type product en de seriegrootte werd geschat.

Om een onderzoek te doen op basis van een schatting is zinloos, daarom is er een analyse uitgevoerd binnen de huidige orders. Aan de hand hiervan zijn de serie grootte, producttype en herhaal orders bepaald. Deze informatie is gebruikt voor het optimaliseren van het PvE en is de basis geweest van het verdere onderzoek.

Het niveau van de competentie Analyseren is hetzelfde gebleven (niveau 3)

Onderzoeken:

Gedurende mijn afstudeerstage heb ik zelfstandig informatiebronnen geselecteerd. Daarnaast is er contact geweest met 3 leveranciers van automatiseringsmethodes. Deze leveranciers zijn allen op bedrijfsbezoek geweest. Om zelf de robotcellen te kunnen beoordelen is er een beurs bezoek geweest (metavak, gorinchem).

De gekregen informatie is samengevat en geïnterpreteerd, vanuit hier is een juiste conclusie gemaakt en zijn er aanbevelingen gedaan.

Omdat ik voor de afstudeerstage vrijwel onbekend was met automatisering was de stof complex. Hierdoor is mijn competentie niveau van 2 naar 3 gestegen.

Professionaliseren:

Gedurende de start van mijn afstuderen was de opdracht chaotisch. Het onderzoek ben ik op diezelfde wijze gestart. Halverwege is er een bespreking op de Haagse hogeschool geweest. Hier werd mij de vraag gesteld 'Wat ben je nou aan het onderzoeken?'. Het kwartje viel en ik heb mijn informatie vanaf het begin opnieuw verwerkt en gestructureerd.

Ik had (helaas) dus even een besef moment nodig, maar daarna heb ik de structuur en juiste inhoud aan mijn verslag kunnen geven. (niveau 2-3)

Adviseren:

Aan de hand van het onderzoek en de daaruit volgende conclusie is een advies gegeven. Dit is gedaan door het verhelderen van de behoefte vanuit de opdrachtgever, in overleg met relevante partijen. Er is een technisch en economisch haalbare oplossing voorgedragen.

Hiermee is het competentie niveau van 2 naar 3 gegaan.

Competentie	Niveau
Ontwerpen	3
Analyseren	3
Realiseren	3
Beheren	2
Managen	2
Onderzoeken	3
Adviseren	2
Professionaliseren	2-3

Bijlage 22 - Plan van aanpak

Afstuderen

*Hanneke van der Meij - 12090786
De Haagse hogeschool vestiging Delft
4-1-2016 Leerdam*

Inhoudsopgave

Inleiding en achtergrond.....	42
Opdracht	42
Doel van het onderzoek.....	42
Onderzoeksvragen	42
Hoofdvraag.....	42
Deelvragen	42
Eisen en wensen	43
Project grenzen en randvoorwaarden	43
Afbakenen	43
Randvoorwaarden.....	43
Project activiteiten.....	44
Fasen	44
Activiteiten.....	44
Risicobeheersing	45
Interne risico's.....	45
Externe risico's.....	45
Kwaliteitsbeheersing.....	45
Budgettering	46
Planning	46
Competenties.....	46
Analyseren	46
Adviseren	46
Onderzoeken.....	47
Professionaliseren.....	47
Bijlage – 0 meting.....	47

26 Inleiding en achtergrond

Sinds mei 2015 doet de student haar studie duaal bij haar werkgever Matrix metaalbewerking BV. (matmet.nl). Op de website beschrijft Matrix zichzelf zo:

“Matrix Metaalbewerking beschikt over modern en compleet machinepark en kan de productie van A t/m Z verzorgen. Verspanen, lassen, assembleren, kwaliteitscontrole, inkoop standaard delen en technische uitbestedingen zijn enkele voorbeelden hiervan. Door middel van een nauwe samenwerking met de klant, de tekenkamer en CAD/CAM integratie produceren wij componenten van hoge kwaliteit en nauwkeurigheid.”

De afstudeeropdracht stroomt voort uit het feit dat Matrix de afgelopen twee jaar verdubbelt is in machine capaciteit. Helaas is het vinden van gekwalificeerd personeel, wat tevens past binnen de Matrix mentaliteit, een grote uitdaging, dit zorgt voor een groeistagnatie. Daarnaast komen er steeds grotere, en met name meer, serie producten binnen het bedrijf.

Met deze twee oorzaken is de volgende vraag gekomen:

Is het haalbaar, realistisch en rendabel om robotisering in de productie processen toe te passen?

27 Opdracht

27.1 Doel van het onderzoek

Het onderzoek is gebaseerd op de haalbaarheid van robotisering in een klein, maar hard groeiend, bedrijf. Hiervoor moet de student zowel onderzoek doen naar de verschillende manieren van robotisering, als de kosten en de (personeel)kosten besparing.

Het uiteindelijke doel is erachter komen wat het verdienmodel bij robotisering is.

27.2 Onderzoeksvragen

Om een onderzoek duidelijk en afgebakend te houden is het van belang dat er duidelijke onderzoeksvragen opgesteld worden. Aan de hand van deze onderzoeksvragen kan het onderzoek gedaan worden, om vervolgens de scriptie hierover te schrijven.

27.2.1 Hoofdvraag

- *Is het haalbaar, realistisch en rendabel om robotisering in de fabriek te gaan toepassen?*

27.2.2 Deelvragen

- *Welke manieren van robotisering bestaan er?*
- *Is het mogelijk een freesbank door robotisering te voorzien van zijn materiaal?*
- *Welke kosten worden er in de huidige situatie gemaakt?*
- *Welke kosten zijn er bij robotisering?*

27.3 Eisen en wensen

- De robotisering moet op/in de huidige locatie/werkvloer oppervlak toepasbaar zijn
- De robotisering moet op een freesbank toe te passen zijn(Quaser MV184)
- De robotisering moet met minimaal dezelfde proces/productiesnelheid leveren
- De robotisering moet aangesloten kunnen worden op het huidige energie netwerk, eventueel met kleine aanpassingen
- De robot moet het automatisch wisselen van producten in de freesbank realiseren.
- Deze producten moeten kunnen variëren van 20x20x20 mm bij 150x150x150 mm
- Het maximale gewicht van de producten mag 3kg zijn.

28 Project grenzen en randvoorwaarden

De projectgrenzen geven aan in hoeverre het project uitgewerkt moet worden. Dit heeft betrekking tot de kosten, de tijd, de specificaties en kwaliteit van het uiteindelijk op te leveren product.

28.1 Afbakenen

Het project betreft het ontwerpen van een constructie. In de afbakening worden er grenzen gesteld, betreffende het onderzoek.

- Het project wordt uitgevoerd van 29-08-2016/23-12-2016
- Het project betreft een onderzoek naar de mogelijkheid tot robotisering binnen het bedrijf
- Het bevat een terug verdien model

28.2 Randvoorwaarden

De student wordt vanuit de werkgever ondersteund waar nodig, tevens kan er gebruik gemaakt worden van de relaties van de werkgever.

29 Project activiteiten

In dit hoofdstuk worden de verschillende activiteiten die door de studenten verricht worden besproken. Daarbij is het belangrijk om eerst de verschillende, te doorlopen, fasen te behandelen. Vanuit hier worden ook de diverse producten opgeleverd.

29.1 Fasen

- Oriëntatiefase
- Onderzoeksfase bestaande robotisering (materiaal aanvoer)
- Onderzoeksfase toepasbare robotisering (materiaal aanvoer)
- Onderzoek kosten robotisering
- (Terug) verdienmodel
- Conclusie en advies

Activiteiten

In dit project zullen ook een aantal activiteiten gedaan worden om tot een succesvol eindproduct te komen. Deze verschillende activiteiten zijn hieronder opgesomd.

- Opdracht definiëren
- Gesprek met de opdrachtgever
- Plan van aanpak
- Pakket van Eisen
- Gesprek met (studie) begeleider
- Onderzoeken
- Mogelijkheid tot bedrijfs- en/of beursbezoeken
- Rapportage
- Poster presentatie
- Verdediging

30 Risicobeheersing

Een project verloopt nooit zonder risico's. Ook het ontstaan van risico's heb je niet altijd onder controle. Maar door een voorbereiding op de mogelijke risico's kan het nadelige effect hiervan op het verloop van het project tot een minimum beperkt worden.

Om te weten op welke risico's er gelet moet worden en hoe hier mee om gegaan dient te worden moet er eerst bepaald worden welke risico's er een rol kunnen spelen. Deze risico's zijn op te splitsen in interne- en externe risico's.

30.1 Interne risico's

- Onrust op de werkvloer onder het personeel
 - In verband met
 - Onbekendheid
 - Veranderingen
 - Gevoel van vervangen

30.2 Externe risico's

- Concurrent die mee lift op het onderzoek

31 Kwaliteitsbeheersing

Kwaliteitsbeheersing van een project is een breed begrip. Dit kan gaan over de manier van documenteren, de opmaak van de documentatie en de inhoud van de documentatie. Maar ook over de kwaliteit van de te leveren producten en het gedane onderzoek. Hieronder zullen deze punten verder toegelicht worden.

De manier van documenteren

Alle documentatie zal opgesteld worden in het programma Microsoft Word. Dit is door zowel de opdrachtgever als de begeleider op school te openen. Tevens geeft dit programma de mogelijkheid een goede structuur in je verslag aan te brengen, met automatische updates van bijv. afbeelding nummers of het wijzigen van de inhoudsopgave.

De inhoud van de documentatie

Na het schrijven van de verslagen wordt het gecontroleerd door de student, waarna het complete verslag wordt besproken met de opdrachtgever en eventuele andere collega's. Het verslag wordt gecontroleerd op spelling door de student, spellingscheck en de proeflezers.

Ontstaan van het onderzoek

Om het onderzoek met voldoende kwaliteit en niveau te kunnen doen moet er gebruik gemaakt worden van deskundigen. Binnen het bedrijf zijn er weinig mensen bekend met robotisering, dit zal daarom extern gezocht moeten worden. Er wordt naar de mogelijkheid gekeken om bedrijfsbezoeken bij leveranciers en/of ontwikkelaars te plannen, tevens zal er gekeken worden of er beurzen zijn over robotisering gedurende het onderzoek. Aan de hand van deze deskundigen, boeken en artikelen over de

ontwikkeling van robotisering zal het onderzoek gedaan worden.

32 Budgettering

Het budget voor de uiteindelijke investering is circa € 75.000 mits dit met 4 jaar is terugverdiend.

33 Planning

Om een project in goede banen te kunnen leiden wordt gebruik gemaakt van een planning. Deze planning is er om structuur te bieden en tussentijdse reflecties te kunnen doen op de doorloop van het project. De rapportage zal gedurende de hele periode plaatsvinden.

- Week 0: Opdracht definiëren
- Week 0: Gesprek met de opdrachtgever
- Week 0: Plan van Aanpak / opzet Pakket van Eisen
- Week 1: Start afstuderen / Definitief Pakket van Eisen
- Week 2: Oriëntatie robotisering
- Week 7: Toepasbare robotisering
- Week 12: Kosten robotisering
- Week 13: (Terug) verdienmodel
- Week 16/17: Afronden
- Week 18/19: Verdediging
- Mogelijkheid tot bedrijfs- en/of beursbezoeken

34 Competenties

Iedere HBO opleiding is competentie gericht, daarom is ook het afstuderen competentie gericht. Aan de hand van de taken van de student gaat zij competenties naar een hoger niveau brengen. In dit hoofdstuk wordt besproken welke competenties zij verwacht te verbeteren en waarom.

34.1 Analyseren

Tijdens het afstuderen wordt er een onderzoeksopdracht uitgevoerd, voor deze onderzoeksopdracht moet naast het onderzoek naar robotisering, een analyse gedaan worden naar het huidige proces. Doormiddel van deze analyse kan er besloten worden waar en welk type robot er in het proces geïntegreerd wordt. (niveau 3)

34.2 Adviseren

Aan de hand van het gedane onderzoek en de analyse volgt er een conclusie en advies voor de opdrachtgever. De student dient het advies duidelijk te onderbouwen doormiddel van verslaglegging van het onderzoek, het (terug)verdienmodel en de kosten tijdens gebruik. De student heeft geen ervaring met robotisering en daarom is deze context voor de student onbekend ook gaat zij de opdracht zelfstandig uitvoeren. (niveau 3)

34.3 Onderzoeken

De student zal een onderzoek uitvoeren in een voor haar onbekend vakgebied. Hierbij zal er bij vragen ondersteuning zijn vanuit de werkvloer. Echter is hier ook geen expert binnen het onderzochte vakgebied. Er zal dus zelf contact gezocht moeten worden met producenten en ontwikkelaars om tot de juiste informatie te kunnen komen. (niveau 2-3)

34.4 Professionaliseren

Om het onderzoek tot een succesvol eind te brengen dient de student professioneel te handelen, hierbij moet een duidelijke onderzoeksvraag opgesteld worden. Vanuit hier kan een duidelijk en gestructureerd onderzoek volgen, zodat er een terugkoppeling kan zijn op de onderzoeksvraag en zo ook het leerdoel. (niveau 3)

35 Bijlage – 0 meting

Competentie	Niveau
Ontwerpen	3
Analyseren	3
Realiseren	3
Beheren	2
Managen	2
Onderzoeken	2
Adviseren	2
Professionaliseren	2