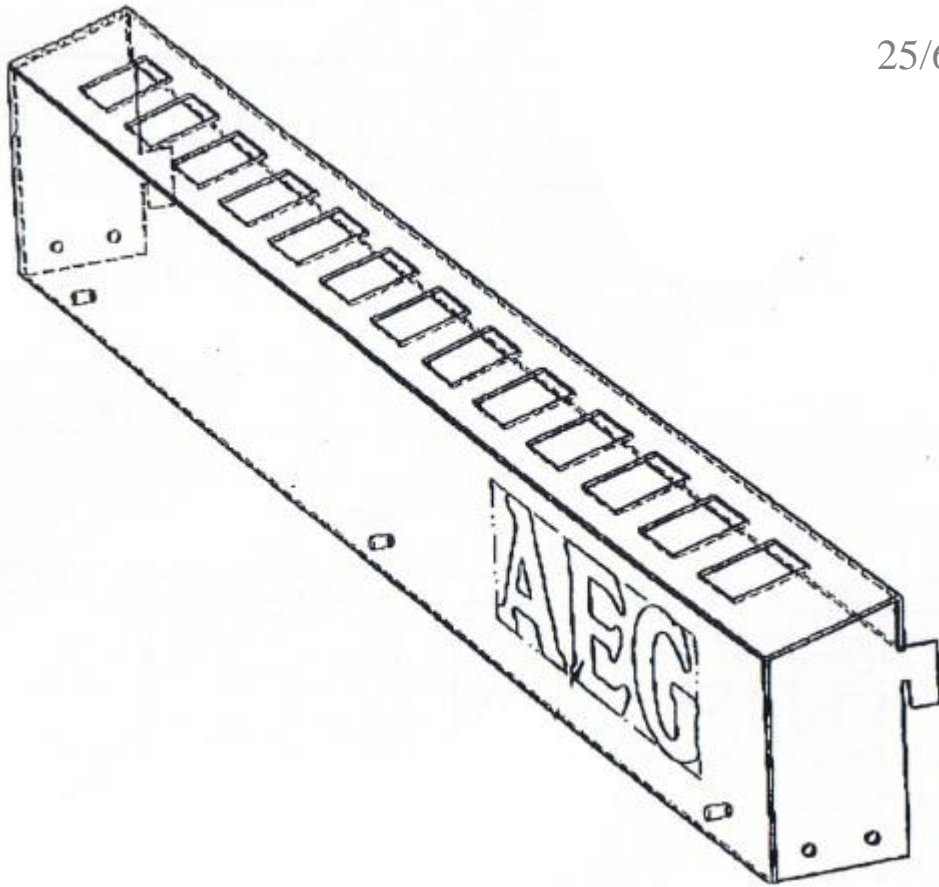


25/6/2010



TBEIAU31

AUTOMATISERINGSPROJECT

0796491 Tb2_2 | Jeffrey Slort
0807170 Tb2_2 | Michael van Dijk

Automatiseringsproject

ARNO Special Products GmbH

19 inch datatransmissiekasten

Vak code:

TBEIAU31

Datum:

25-06-2010

Leraar

Dhr. P. van Heusden

Gemaakt door

Michael van Dijk 0807170

Jeffrey Slort 0796491

Inhoud

Woord vooraf	1
1. Inleiding.....	2
2. Stuklijst.....	3
2.1. Oude situatie.....	3
2.2. Nieuwe situatie	3
2.3. Tolerantiewaarde	3
2.4. Specificaties materialen.....	4
3. Productiemiddelen.....	5
3.1. Inleiding.....	5
3.2. Bewerkingen.....	5
3.3. Conclusie	17
3.4. Bewerkingstijden.....	17
3.5. Productie middelen.....	22
4. Batch grootte	25
5. Productie locatie	27
5.1. Inleiding.....	27
5.2. Proces schema	27
5.3. Ken getallen.....	27
5.4. Lay-out en Flow Design	29
5.5. Job design	31
6. Productie Kosten	33
6.1. Inleiding.....	33
6.2. Totale kosten	33
6.1. Meerjaren begroting	34
6.2. Conclusie	35
7. Bewerkingsplan	36
7.1. Het 18- stappenplan.....	36
8. Gevolgen voor de organisatie.....	40
8.1. Hiërarchische gevolgen	40
9. Conclusie	41
9.1. Bevindingen & Conclusies	41
9.2. Onderwerpen voor verder onderzoek	42
Bronnen	43
Bijlage 1: De tekeningen	44

Automatiseringsproject

Bijlage 2: Bewerking 1	46
Bijlage 3: Bewerking 2.....	47
Bijlage 4: Bewerking 3.....	48
Bijlage 5: Bewerking 4.....	49
Bijlage 6: Uitslag product met aangegeven vlakken	50
Bijlage 7: Proces Flow	51
Bijlage 8: Lay-out één	52
Bijlage 9: Lay-out twee	53
Bijlage 10: Bewerkingsplan	54
Bijlage 11: Lijst met leveranciers.....	56

Woord vooraf

Dit rapport is tot stand gekomen naar aanleiding van een casus. In deze casus wordt beschreven dat het bedrijf ARNO Special Products GmbH overweegt om in Nederland een productielocatie op te zetten voor de productie van onderdelen van 19 inch datatransmissiekasten.

Het rapport is daarom voornamelijk bedoeld voor de directie van ARNO, maar het kan ook gebruikt worden voor studenten om informatie uit te winnen. Als laatste is het geschreven voor overig algemeen geïnteresseerde.

De beste manier om het rapport te lezen is van voor naar achter, echter kan er ook per hoofdstuk of paragraaf gelezen worden, er wordt vaak doorverwezen naar eerdere of daaropvolgende hoofdstukken voor meer / uitgebreidere informatie.

Rotterdam, 25 juni 2010.

Michael van Dijk
Jeffrey Slort

1. Inleiding

Het Duitse bedrijf ARNO Special Products GmbH overweegt om in Nederland een productielocatie op te zetten voor de productie van onderdelen voor 19" datatransmissiekasten.

In een eerste marktverkenning, uitgevoerd in opdracht van ARNO Special Products GmbH, is gebleken dat er een grote markt voor dergelijke kasten is. De volgende stap is een beslissing over de technische economisch haalbaarheid van de productie van onderdelen voor deze kasten. Elementen van een dergelijke beslissing zijn de keuze voor een locatie en de inrichting daarvan.

Er is door de directie gekozen om de mogelijkheden voor de productie van specifieke onderdelen in een productielocatie in Nederland te onderzoeken. Niet omdat Nederland een afnemersmarkt is (de datatransmissiekasten worden immers niet aan eindgebruikers geleverd) maar vanwege de gunstige ligging t.o.v. de andere productielocaties van ARNO Special Products GmbH. De regio Rijnmond komt op grond van gesprekken die de directie van ARNO Special Products GmbH met vertegenwoordigers van de Kamer van Koophandel voerde als potentieel meest geschikte vestigingslocatie uit de bus gelet op de beschikbare infrastructuur.

De directie van ARNO Special Products GmbH wil op basis van een aantal documenten een gefundeerde beslissing kunnen nemen over de investeringen in een onderdelenproductielocatie in Nederland. Uitgangspunt is de jaarproductie van nominaal 65.000 onderdelen (zie tekening) in maximaal vijf (qua aantallen ongeveer gelijke grootte) productvarianten. Met productvarianten wordt in dit verband bedoeld; variaties in de afmetingen en afnemer (Schriftzug).

Het doel van dit rapport is het onderzoeken naar de haalbaarheid van deze opdracht, wat zijn de meest geschikte bewerkingstechnieken, hoelang duurt de productie en wat is het kosten plaatje, dit zijn een aantal voorbeeld vragen waarop in dit rapport antwoord wordt gegeven

De opbouw van het rapport is als volgt, in hoofdstuk twee wordt er gekeken naar de stuklijst, welke gegevens duidelijk worden van de analyse van de verkregen tekeningen (terug te vinden in de bijlage). Hoofdstuk drie gaat in op de productiemiddelen, welke bewerkingsmethode worden gebruikt, welke bewerkingstijden hangen daar aan vast en welke productiemiddelen worden uiteindelijk gekozen. Hoofdstuk vier gaat in op de manier van produceren, projectmatig, jobbing, batch, massa of continu. Hoofdstuk vijf gaat in op de productielocatie, hoe moet deze er uit komen te zien wat zijn belangrijke kengetallen bij de keuze. Vervolgens wordt in hoofdstuk zes het kosten plaatje opgemaakt. Hoofdstuk zeven is geheel toegewijd aan het bewerkingplan, waarin het 18 stappenplan is afgewerkt. Hoofdstuk acht gaat in op de gevolgen voor de organisatie, en als laatste wordt het geheel samengevat in conclusies en bevindingen. Tevens wordt er kort aandacht besteed aan de nog verder te onderzoeken onderwerpen.

2. Stuklijst

2.1. Oude situatie

Het product, waarvan de tekeningen zijn weergegeven in bijlage 1, bestaat uit vier onderdelen te weten:

Onderdeel	Hoeveelheid	Materiaal (NEN-ISO 10025)
Stalen plaat	1	S235JR
Schroefdraad	3	S235JR
Haak links	1	S235JR
Haak rechts	1	S235JR

Tabel 2. 1 onderdelen en materialen

Er zijn drie stuks schroefdraad nodig per product, verder is van alles maar één stuk nodig volgens de huidige tekening.

Verder verteld de tekening dat het product wordt vervaardigd uit S235JR wat staat voor constructiestaal met een maximale treksterkte van 235 MPa. JR geeft de kerfslagwaarde aan. Wanneer het hele product in elkaar gezet is wordt het gepoedercoat in de kleur RAL 3020 wat staat voor verkeerslichtrood.

Op de tekening is een mislukte lasaanduiding met de waarde -0,5 weergegeven welke niet volgens de standaard reglementen is gemaakt. De totale lengte van de uitslag van het product is 145.61 millimeter, en de plaatdikte is 1.5 millimeter.

2.2. Nieuwe situatie

In de nieuwe situatie bestaat het product uit twee onderdelen te weten:

1. Stalen plaat
2. Schroefdraad

Uit de stalen plaat worden in één keer de haken gesneden (zie paragraaf 3.1).

Verder wordt er aan de materialen niets veranderd de kleur is in deze tekeningen RAL 3020 maar kan per klant order verschillen en heeft verder geen effect op het productieproces.

2.3. Tolerantiewaarde

De specificaties zijn vastgelegd aan de hand van ISO 2768 subgroep: m. Er zijn twee verschillende tolerantiewaarde te weten de waarde m en f, de waarde m wordt vaak gebruikt voor producten die minder nauwkeurig gesneden moeten worden. Wanneer een product de tolerantiewaarde f heeft is deze nauwkeurigheid vele male hoger.

Naast het feit dat de tolerantiewaarde afhankelijk is van de instellingen van de machine is ook het materiaal, de materiaaldikte en de vorm van invloed op de tolerantie.

Figuur 1 op pagina 3 laat de verschillende maattoleranties zijn bij de nominale maat.

3. Productiemiddelen

3.1. Inleiding

Om tot een weloverwogen conclusie te komen met betrekking tot de productie middelen, zal er eerst een selectie moeten worden gemaakt van de toe te passen technieken. Deze selectie zal worden gedaan aan de hand van een aantal methodes. Eerst zal er voor elke bewerking een lijst van eisen worden opgesteld, aan de hand van deze eisen zal er een voor selectie worden gemaakt door het wegstrepen van onmogelijke technieken. Vervolgens zullen de overgebleven technieken worden vergeleken aan de hand van de Factor Rating Method¹. Uit de vergelijking zullen conclusies worden getrokken die van invloed zijn op de productiemiddelen, wat vervolgens de laatste stap inhoudt, het selecteren van productiemiddelen.

3.2. Bewerkingen

3.2.1. Snijden

Eisen en verzachtende omstandigheden:

De eerste stap in het productie proces is het uitsnijden van de uitslag uit plaat materiaal (zie bijlage 2). De eisen ten aanzien van deze bewerking zijn als volgt:

- Maattolerantie ISO 2078-m ($\pm 0,15 - 0,30$ mm, afhankelijk van de lengte van het snijvlak)
- Het moet een plaat van 1,5mm dik S235JR aankunnen.
- Het moet instaat zijn grote snijlijnen en kleine snijlijnen te maken (28-700mm)
- Moet met CNC aangestuurd kunnen worden
- Productie van 65.000 producten per jaar moet mogelijk zijn (min. 41 per uur²)

Naast deze eisen zijn er ook een aantal verzachtende omstandigheden:

- Er zijn geen eisen aan de sterkte van het materiaal, dus de bewerkingstechniek mag de eigenschappen van het materiaal veranderen in het proces
- Het product zal worden gebruikt in een gebruiksvriendelijke ruimte met een gecontroleerde atmosfeer, dus ook aantasting van eventuele anticorrosie lagen is niet van toepassing

Beschikbare snijtechnieken:

Ponsen/stansen:

Specificatie	Waarde
CNC gestuurd	Mogelijk
Dimensies	$\pm 2500 \times 1250$
Plaatdikte	6 mm (alle materialen) ³
Dam breedte	2,0 – 3,0mm ⁴
Snelheid	900 Hits Per Minute, met een slagzij van 1mm, dit komt neer op 0,9m/min
Maattolerantie	$\pm 0,1$ mm

Tabel 3. 1: specificaties ponsen/stansen

Ponsen/stansen is een manier om plaatmateriaal te bewerken door gaten te slaan. Met een stempel en een grote hoeveelheid kracht slaat het precieze stukken uit bijvoorbeeld plaatmateriaal tot wel 6mm dik. Echter moet voor deze techniek de dambreedte van een te bewerken werkstuk tussen de 2,0-3,0 mm liggen voor een plaat materiaal van 1,5 mm dikte, dit in verband met het anders scheuren van het materiaal door de kracht die er op wordt uitgeoefend.

¹ Bron: <http://online.uis.edu/spring2002/bus322/lectures/chap08/sld023.htm>

² Op basis van een 200 dagen tellend jaar van 8 uur per dag

³ Bron: <http://www.gilbos.com/pdf/files/plaat%20totaal.pdf>

⁴ Bron: Figuur 5.10 blz133, Industriële Productie – H.J.J. Kals

Automatiseringsproject

Frezen:

Specificatie	Waarde
CNC-besturing	Mogelijk
Dimensies	±1000x1100mm
Plaatdikte	20mm
Snelheid	10 – 30 m/min ⁵
Maattolerantie	±0,1mm

Tabel 3. 2: Specificaties frezen

Lasersnijden:

Specificatie	Waarde
CNC-besturing	Mogelijk
Dimensies	±2500x1250 mm
Plaatdikte	12,7mm
Snelheid	2 m/min ⁶
Maattolerantie	0,025mm/m ⁷

Tabel 3. 3: specificaties lasersnijden

Lasers werken goed voor het snijden van stalenplaten tot een dikte van 12,7mm, ook aluminium platen kunnen worden gesneden, echter tot een dikte van maar ongeveer 9mm. De lasers zijn het meest effectief op materialen zonder oneffenheden en inconsistenties. Lagere kwaliteit materialen kunnen er voor zorgen dat er stukken gesmolten materiaal op het laser oog terecht komt of ruwe snij randen ontstaan op het product

Waterstraalsnijden:

Specificatie	Waarde
CNC-besturing	Mogelijk
Dimensies	±2540x1397mm
Plaatdikte	250 mm
Snelheid	4,5m/min ⁸
Maattolerantie	±0.051 mm

Tabel 3. 4: specificaties waterstraalsnijden

Waterjets zouden kunnen worden omschreven als een hoge druk, vloeibaar schuurpapier. Deze jets gebruiken meestal een proces(cold supersonic erosion) om materiaal weg te spuiten met water en een toevoeging van een korrelig schuurmiddel. Deze manier van snijden kan plaatmateriaal aan tot wel 250mm dik met een hoge maatnauwkeurigheid, de enorme kracht van deze techniek maakt het ook mogelijk om meerdere producten te gelijk te bewerken. Door het gebruik maakt van een “koude” methode om te snijden, worden de materiaal eigenschappen niet aangetast.⁹

Plasmasnijden:

Specificatie	Waarde
CNC-besturing	Mogelijk
Dimensies	±2500x1400mm
Plaatdikte	3mm

⁵ Bron: <http://us.gfac.com/products/details.cfm?ProdID=295>

⁶ Bron : <http://www.multicam.com/eng/Products/2000series.html>

⁷ Bron: <http://www.foremostmachinery.com/techspecs/Laser-Performance-characteristics.pdf>

⁸ Bron: <http://www.omax.com/waterjet-cutting-machines/model-55100.php>

⁹ Bron : [KMT Waterjet Systems](#)].

Automatiseringsproject

Snelheid	25m/min ¹⁰
Maattolerantie	0,01mm

Tabel 3. 5: specificaties plasmasnijden

Plasma spuit een geïoniseerde straal van gas langs een negatief geladen elektrode in de spuit mond. Het materiaal dat bewerkt dient te worden is positief geladen, Wanneer het gas in contact komt met het metaal, ontstaat er een superheet gebied dat tussen de 10.000 – 30.000 graden Celsius kan worden.¹¹

3.2.1.1 Factor Rating Method

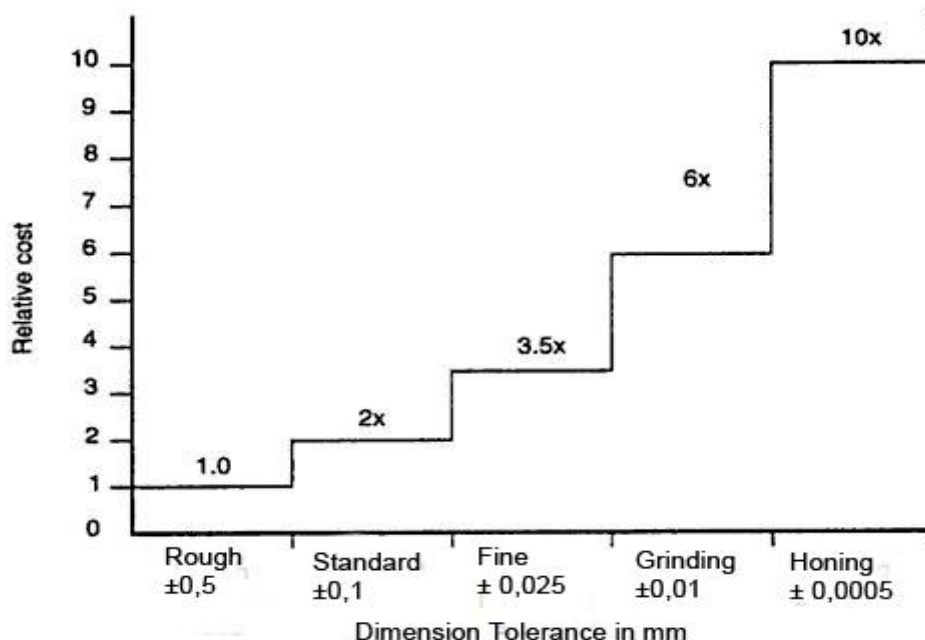
Van de verschillende soorten technieken zijn vergelijkbare gegevens ten toon gespreid. Deze gegevens zullen met elkaar worden vergeleken aan de hand van een bepaalde weging per item. De gegevens zullen op een schaal van 1 tot 10 worden gezet om zo goed te kunnen vergelijken.

De factoren zijn:

- Dimensies van het plaat materiaal
 - Lengte x breedte
 - Plaatdikte
- Snelheid
- Maattolerantie (indicatie voor de kosten)

Ad3. Maattolerantie (indicatie voor de kosten)

De maattolerantie van de snijmachines kan in verband worden getrokken met de kosten van een dergelijke machine, zowel investeringskosten als gebruikskosten. Dit oorzakelijke verband is aangetoond door "C.B. Anderson in 1990" uit onderzoek toonde Anderson het volgende verband aan in relatieve kosten t.o.v. maattolerantie:



Figuur 3. 1: Indicatie kosten

¹⁰ Bron: <http://www.samsoncnc.com/specs.php>

¹¹ Bron: [Rupenthal and Burnham](#)

Aan de hand van figuur 3.1, zullen er relatieve kosten worden geschat van de bewerkingsmechanieken. Als conclusie uit de figuur kan worden afgeleid dat de grafiek een exponentiële stijging door maakt op basis van deze conclusie worden de cijfers gegeven.

3.2.1.2 Cijfers en weging

De volgende stap in het factor rating proces is het opmaken van de cijfer schalen en een weging geven aan de verschillende factoren. Eerst zullen de cijfer schalen worden opgemaakt. Deze schalen worden opgemaakt aan de hand van de spreiding tussen de verschillende waarden aan de hand van een geschatte opbouw van deze waarden. In geval van maattolerantie is te zien dat de kosten een exponentiële groei vertonen, de cijfer schaal zal dus ook op deze manier stijgen.

Lengte x Breedte maat

Voor de lengte en breedte maat krijgt de techniek een 6 in het geval dat het standaard product ermee geproduceerd kan worden, kleiner en het krijgt een 0, groter dan krijgt het een cijfer tussen de 6 en 10 voor de grootte die bereikt kan worden.

Cijfer	Oppervlakte in m ²
10	3,6 of groter
9	3,1
8	2,4
7	1,7
6	1
0	<1

Mogelijke plaatdikte

Cijfer	Dikte in mm (niet opstapelbaar)	Dikte in mm(opstapelbaar)
9		250 of groter
8		100
7		50
6	1,5	1,5
0		0

Snelheid

Cijfer	Snelheid in m/min
10	30
9	27
8	24
7	21
6	18
5	15
4	12
3	9
2	6
1	3
0	0

Maat tolerantie

Cijfer	Tolerantie in mm
10	0,5 of groter
7	0,5 - 0,1
4	0,1 – 0,25

Automatiseringsproject

2	0,25 – 0,01
1	0,01 – 0,005

Weging

	Weging	Uitleg
Oppervlakte	0,1	De oppervlakte is van belang voor de verschillende varianten van het product, echter zijn alle technieken wel beschikbaar voor het standaard product, maar worden bij grotere werkstukken de maten wat krasser
Plaatdikte	0,2	De plaatdikte maat is van belang om te bepalen of de techniek het materiaal kan snijden als wel of het mogelijk is meerdere platen simultaan te snijden door ze op te stapelen
Snelheid	0,3	De snelheid is van belang voor de jaarlijkse productie, uit schatting moeten er gemiddeld 41 per dag worden gesneden om het totaal te halen, dit maakt de snelheid dus een belangrijke factor
Maattolerantie	0,4	Door de exponentiële prijsstijging en de benodigde maattolerantie om te voldoen aan de ISO norm maakt dit de meest belangrijke factor

Tabel 3. 6: FRM weging

3.2.1.3 Conclusie

	weging	ponsen	frezen	lasersnijden	Waterstraal snijden	Plasma snijden
Oppervlakte	0,1	9	6	9	10	10
Plaatdikte	0,2	6	7	6	9	6
Snelheid	0,3	0	9	1	2	8
Maattolerantie	0,4	4	4	1	2	1
Totaal	1	3,7	6,3	2,8	4,2	5

Tabel 3. 7: FRM uitkomst

3.2.2. Buigen

Eisen en verzachtende omstandigheden

Aan het eind van de productie vindt het lassen plaats, aan dit lassen zijn de volgende eisen vastgesteld:

- Het moet een dikte kunnen buigen van minimaal 1,5 millimeter
- Het moet CNC of met behulp van een robot aangestuurd kunnen worden
- Moet snel gaan, jaarlijks moeten er 65.000 producten geproduceerd worden wat neer komt op minimaal 41 per uur
- Zo goedkoop mogelijk
- Het moet onder verschillende hoeken kunnen buigen

Naast deze eisen zijn er een aantal verzachtende omstandigheden te weten:

- Om dezelfde reden mogen de eigenschappen van het materiaal enigszins worden aangetast.
- Het product zal worden gebruikt in een gebruiksvriendelijke ruimte met een gecontroleerde atmosfeer, dus ook aantasting van eventuele anticorrosie lagen is niet van toepassing op de buiging.

Beschikbare buigtechnieken¹²

In de markt zijn een aantal beschikbare buigautomaten beschikbaar, kort samengevat zijn dat:

- Kantpers met industriële robot;

¹² Bron:

[http://www.nvdo.nl/nvdo/nvdowbwebroom.nsf/cf0c7df65f3c5feac1256bae004dbb0e/54cbc1bbdef03cedc12573d7002ca098/\\$FILE/Infoblad%20Geautomatiseerd%20Buigen.pdf](http://www.nvdo.nl/nvdo/nvdowbwebroom.nsf/cf0c7df65f3c5feac1256bae004dbb0e/54cbc1bbdef03cedc12573d7002ca098/$FILE/Infoblad%20Geautomatiseerd%20Buigen.pdf)

- Buigautomaat met één of meer geïntegreerde robots;
- Zwenkbuigautomaat met industriële robot;
- Strijkbuigautomaat met industriële robot;
- Strijkbuigautomaat met geïntegreerde manipulator
- Combinaties van bovenstaande oplossingen

Al deze buigautomaten zijn weer gerelateerd aan het geautomatiseerd buigen op kantpersen, het strijkbuigen op strijkbuigautomaten en het zwenkbuigen op zwenkbuigautomaten.

3.2.2.1. *Geautomatiseerd Buigen op kantpers*

Het vrijbuigen, driepuntsbuigen, vijfpuntsbuigen en matrijsbuigen vindt allemaal uitgevoerd op de kantpers, daar komt ook de uitspraak “de kantpers kan alles” vandaan. Een dergelijke buitautomaat is breed inzetbaar door de korte cyclustijd van ongeveer 10 seconden per buiging, daarnaast heeft hij een economische toepasbaarheid voor zeer kleine series van 50 tot 70 producten per dag. Figuur 3.2 geeft een kantpers weer met twee robots, één robot dient als een mechanische grijper waardoor kleinere en complexere producten kunnen worden gehanteerd. De tweede robot kan gebruikt worden voor het beladen van de kantpers wat een hoog rendement oplevert en het domme werk verdwijnt. In de achteraanslag van deze samenstelling zijn een aantal sensoren gemonteerd, deze sensoren zorgen ervoor dat de positie van het product nauwkeurig wordt bepaald.



figuur 3. 2: Kantpers

3.2.2.2. *Strijkbuigautomaten*

Een groot voordeel van strijkbuigautomaten is de hogere nauwkeurigheid, verder heeft hij net als de kantpers een korte cyclustijd. Deze wordt gerealiseerd, omdat het ontladen en beladen simultaan gebeurt.

Bij een strijkbuigautomaat wordt er gebruik gemaakt van twee gereedschapssets, hierdoor blijft de uitslag vlak op de machinetafel liggen. Een dergelijke buigunit is verder uitgerust met een laadtafel, ontladtafel, gereedschap wisselsysteem en een manipulator.

Een aantal beperkingen van het strijkbuigen zijn:

- De minimale en maximale plaatdikte van 0,5 mm tot 3 mm voor staal (wat bij dit product niet gezien hoeft te worden als nadeel)
- De lengte van de buiglijn
- De producthoogte
- Een minimale afstand tussen buiglijnen
- Een minimale productbreedte.

Figuur 3.3 laat een strijkbuigautomaat met geïntegreerd beladingssysteem weer.

Dit is één van de voorbeelden voor het automatisch beladen en ontladen, een aantal andere zijn:

- Automatische gereedschapwisseling met hydraulische kleminrichting
- Ontladen en stapelen met een robot.



figuur 3. 3: Strijkbuigautomaat

3.2.2.3. Zwenkbuigautomaten

Zwenkbuigautomaten onderscheiden zich evenals de strijkbuigautomaat van de kantpers door de kortere cyclestijden. Een nadeel echter is dat het product aan bepaalde ontwerprichtingslijnen moet voldoen. Een voorbeeld daarvan is dat een beenlengte van 17 mm naar 40 mm vergroot moet worden.

In figuur 3.4 is een zwenkbuigautomaat te zien die een negatieve buiging maakt, figuur 3.5 laat een positieve buiging zien.



figuur 3. 4: negatieve buiging



figuur 3. 5: positieve buiging

Net als de kantpers en de strijkbuigautomaat kan ook deze uitgerust worden met een automatisch belading en ontlading systeem, waardoor ook deze machine in principe onbemand bestuurd kan worden.

Een aantal beperkingen van een zwenkbuigautomaat ten opzichte van een kantpers zijn:

- De maximale plaatdikte bedraagt voor plaatstaal ca 3 mm
- De maximale plaatlengte bedraagt ca 3 meter
- De kleinste productafmeting is ca 300 x 200 mm.

Echter wanneer er gekeken wordt naar het te produceren product gaan deze nadelen niet op, de plaatdikte is namelijk 1,5 mm de plaatlengte is 699 mm en de breedte is 145,61 mm. Dit laatste levert echter wel een probleem op aangezien de minimale breedte 200 millimeter moet zijn voor deze machine.

Tabel 3.8 geeft een overzicht weer van de verschillende buigprocessen en daarbij behorend eigenschappen.

Buigproces	Vrijbuigen	Driepuntsbuigen	Vijfpuntsbuigen	Matrijsbuigen	Strijkbuigen	zwenkbuigen
Hoektolerantie	0,75	0,25	0,5	0,2	0,3	0,5
Beenlengtetolerantie	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2
Rechtheidstolerantie	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Flexibiliteit	+++	+++	+	-	+	++
Oppervlaktekwaliteit	-	-	-	-	--	+
Gereedschapskosten	+	+	+	-	-	++

Tabel 3. 8: eigenschappen verschillende technieken

Factor Rating Method

Uit de vorige paragraaf is gebleken dat zwenkbuigen geen geschikte methode is voor de productie van een 19 inch datatransmissiekast vanwege de minimale afmetingen die het product moet hebben. Deze methode wordt verder niet meegenomen in de Factor Rating Method.

Tabel 3.9 geeft de verschillende eigenschappen weer met de daarbij behorende weging in de tabellen daarna wordt aangegeven voor welke waarde welke score wordt toegekend.

Automatiseringsproject

Eigenschappen	Weging
Hoektolerantie	0,4
Flexibiliteit	0,1
Oppervlaktekwaliteit	0,2
Gereedschapskosten	0,3
Totaal	1

Tabel 3. 9: weging eigenschappen

Hoektolerantie	Scoren
0,10-0,19	10
0,20-0,29	8
0,30-0,39	6
0,40-0,49	4
>0,50	2

Flexibiliteit	Scoren
+++	10
++	8
+	6
-	4
--	2

Oppervlaktekwaliteit	Scoren
+++	10
++	8
+	6
-	4
--	2

Gereedschapskosten	Scoren
+++	10
++	8
+	6
-	4
--	2

In tabel 3.10 krijgen de verschillende technieken hun score toegekend, waardoor uiteindelijk de beste naar voren komt.

		Kantpers (matrijsbuigen)		Strijkbuigautomaat	
Eigenschap	Weging	score	vermenigvuldigd	Score	Vermenigvuldigd
Hoektolerantie	0,4	8	3,2	6	2,4
Flexibiliteit.	0,1	4	0,4	6	0,6
Opp. Kwaliteit	0,2	4	0,8	2	0,4
Gereedschapskosten	0,3	4	1,2	4	1,2
Totaal	1		5,6		4,6

Tabel 3. 10: FRM Buigen

Uit deze Factor Rating method komt naar voren dat er het beste gebruik gemaakt kan worden van een kantpers.

3.2.3. Lassen

Eisen en verzachtende omstandigheden

Aan het eind van de productie vindt het lassen plaats, aan dit lassen zijn de volgende eisen vastgesteld:

- Het moet een dikte kunnen lassen van minimaal 1,5 millimeter
- Het moet CNC of met behulp van een robot aangestuurd kunnen worden
- Moet snel gaan, jaarlijks moeten er 65.000 producten geproduceerd worden wat neer komt op minimaal 41 per uur
- Zo goedkoop mogelijk

Naast deze eisen zijn er een aantal verzachtende omstandigheden te weten:

- Er zijn geen eisen vastgesteld aan de sterkte van het materiaal, dus ook niet aan de sterkte van de las
- Om dezelfde reden mogen de eigenschappen van het materiaal enigszins worden aangetast.

Automatiseringsproject

- Het product zal worden gebruikt in een gebruiksvriendelijke ruimte met een gecontroleerde atmosfeer, dus ook aantasting van eventuele anticorrosie lagen is niet van toepassing

Beschikbare lastechnieken

Om de keuze wat te beperken wordt er alleen gekeken naar de booglas methodes, voornamelijk omdat deze het goedkoopst blijken te zijn.

BMBE

Specificatie	Waarde
Automatiseren	Nee
Dikte basis materiaal in mm	1-100 ¹³
Neersmelt snelheid (kg/hr)	1-4
Prijs per	
Na bewerking	--

Uit bovenstaande tabel blijkt dat het automatiseren van BMBE bijna tot niet mogelijk is, om deze reden valt deze methode al af.

MIG

Specificatie	Waarde
Automatiseren	Ja
Dikte basis materiaal in mm	0,5-100
Neersmelt snelheid (kg/hr)	1-8
Prijs per	
Nabewerking	--

TIG

Specificatie	Waarde
Automatiseren	Ja
Dikte basis materiaal in mm	0,1-100
Neersmelt snelheid (kg/hr)	1-4
Prijs per	
Nabewerking	+++

OP

Specificatie	Waarde
Automatiseren	Ja
Dikte basis materiaal in mm	5-250
Neersmelt snelheid (kg/hr)	5-20
Prijs per	
Nabewerking	+++

Het gebruik van OP lassen valt af, omdat daarbij de dikte van het materiaal minimaal 5 millimeter moet zijn, in dit geval is het enkel 1,5 millimeter waardoor het niet voldoet aan die eis en daarom ook niet geschikt is.

Stiftlassen

Specificatie	Waarde
Automatiseren	Ja
Dikte basis materiaal in mm	4-20

¹³ Bron: http://www.nil.nl/public/cms/lists/upload/7_procesnummers.pdf

Automatiseringsproject

Neersmelt snelheid (kg/hr)	-
Prijs per	
Nabewerking	+++

Stiftlassen wordt in ieder geval gebruikt om de draadbouten vast te lassen aan het product, deze zal verder ook niet worden meegenomen in de Factor Rating Method.

De Factor Rating Method

Tabel 3.11 geeft de weging weer welke wordt gebruikt per eigenschap. Deze weging geeft aan welke eigenschap belangrijk is, en daarom zwaarder meetelt dan de andere. Andere tabellen geven aan wanneer welke score wordt toegewezen.

Eigenschap	Weging
Dikte Basis Materiaal in MM	0,1
Neersmelt snelheid(kg/hr)	0,3
Prijs	0,2
Na bewerking	0,4
Totaal	1

Tabel 3. 11: weging eigenschappen

Min. Dikte basis materiaal in MM	Score
0,1-0,5 mm	10
0,6-1 mm	8
1,1-1,5 mm	6
1,6-2,0 mm	4
>2,0 mm	2

Neersmelt snelheid(kg/hr)	Score
>10	10
9-8	8
7-6	6
5-4	4
<4	2

Prijs per	Score
	10
	8
	6
	4
	2

Nabewerking	Score
+++	10
++	8
+	6
-	4
--	2

		<u>MIG</u>		<u>TIG</u>	
Eigenschap	Weging	score	vermenigvuldigd	Score	Vermenigvuldigd
Dikte basis materiaal in MM	0,1	10	1	10	1
Neersmelt snelheid (kg/hr)	0,3	8	2,4	4	1,2
Prijs	0,2				
Na bewerking	0,4	2	0,8	10	4
Totaal	1		4,2		6,2

Tabel 3. 12: FRM lassen

Uit deze Factor Rating Method komt naar voren dat er het best gebruik gemaakt kan worden van het TIG lassen.

3.2.4. Poedercoaten

Poedercoaten is een elektrostatisch proces waarbij bijvoorbeeld staal in elke gewenste kleur wordt gecoat, deze laag is slijt- en slagvast, kleurrijk en heeft een lange levensduur. Poedercoaten kan tevens in combinatie gebruikt worden met thermisch verzinken, dit wordt ook wel het Duplex-systeem genoemd en is de meest duurzame oplossing in de strijd tegen corrosie.

Voordat een product kan worden gepoedercoat moet er een voorbehandeling plaats vinden van (in dit geval) het staal. Deze voorbehandeling beïnvloed in grote mate het uiteindelijke eindresultaat. Staal moet vaak van te voren met een mechanische voorbehandeling aangepakt worden door middel van stralen.

De voorbehandeling van het staal bestaat uit de volgende stappen.

- Ontvetten met een alkalisch ontvettingspreparaat ca. 60 °C,
- Spoelen met schoon leidingwater
- Fosfateren met ijzerfosfaat ca. 55 °C,
- Wederom spoelen met schoonleidingwater,
- Drogen in de zo genaamde droogstoof ca. 45 °C.¹⁴

Na het voorbehandelingproces worden de te poederen onderdelen in het transportsysteem gehangen en gebufferd voor de poederwand. Het poeder wordt in het pistool opgeladen met behulp van elektriciteit, hierdoor worden de verfdeeltjes positief geladen en het object (het te bepoederen product) wordt automatisch de negatief geladen kant. Met behulp van perslucht wordt de poeder uit het pistool naar het product geblazen, door de tegenovergestelde geladen kanten wordt het poeder aangetrokken door het product en verspreidt het poeder zich over het gehele product.

Nadat het product is bespoten moet het de over in gedurende 20 tot 30 minuten wat ervoor zorgt dat het poeder hecht aan het product en er niet enkel "los" op ligt. Figuur 3.6 laat een voorbeeld zien hoe en dergelijke spuitcabine er uit kan zien.



figuur 3. 6: poedercoat ruimte Nedcoat

Om de productie van ongeveer 40 producten per uur aan te kunnen moet er een moffeloven komen waarin tenminste 20 producten tegelijk in kunnen, dit komt neer op een moffeloven van ongeveer 2

¹⁴ <http://www.alulaswerk.nl/poedercoating/proces/>

m² Daarnaast moet er ook geïnvesteerd worden in een spuitcabine van ongeveer 10 meter lang om de producten te poedercoaten.

Vanwege het feit dat poedercoaten geen eenvoudig proces is, waarbij het product even wordt bestraald vervolgens door een spuitcabine in de oven en klaar, is er besloten om voorlopig deze laatste stap uit te besteden aan een specialist. Daarnaast is het een dure investering om de verschillende benodigde machines aan te schaffen, er moeten verschillende baden komen voor de voorbehandeling van het staal, een spuitcabine met spuitmachines en een oven. Om deze redenen is het voor nu beter om dit uit te besteden, later kan er nog verder gekeken worden in hoeverre men het zelf wil doen.

Een bedrijf wat zich gespecialiseerd heeft in het coaten is NedCoat bv¹⁵ en van Gulik Coatings BV. Dit zijn twee bedrijven die samenwerking zijn aangegaan en zich geheel gespecialiseerd hebben in het coaten van verschillende materialen waaronder staal. Ze hebben een volautomatische voorbehandelingsstraat van circa 150 meter en een moffeloven met een lengtecapaciteit van circa 130 meter, daarnaast zorgen 42 poederpistolen met een dubbele automatische besturing, vier dropsecties voor laden en lossen. Dit zorgt ervoor dat de cyclustijd laag blijft.

3.3.Conclusie

In de vorige paragraaf is er veel aandacht geschonken aan de keuze van de bewerkingstechniek, in deze paragraaf wordt even kort aangegeven waar de keuze uiteindelijk op is gevallen. De gekozen bewerkingstechnieken zijn:

- Snijden met behulp van een Frees
- Buigen met behulp van een kantpers
- Lassen met behulp van een TIG las robot
- Stiftlassen

3.4.Bewerkingstijden

In deze paragraaf zullen de bewerkingstijden van de verschillende bewerkingen worden berekend. Tot deze bewerkingstijden zullen worden gerekend de “rouwe” bewerkingstijden van de machines, maar ook de “laad en los” tijden. Daarnaast zal er aandacht worden besteed aan de omstel tijden van de machines.

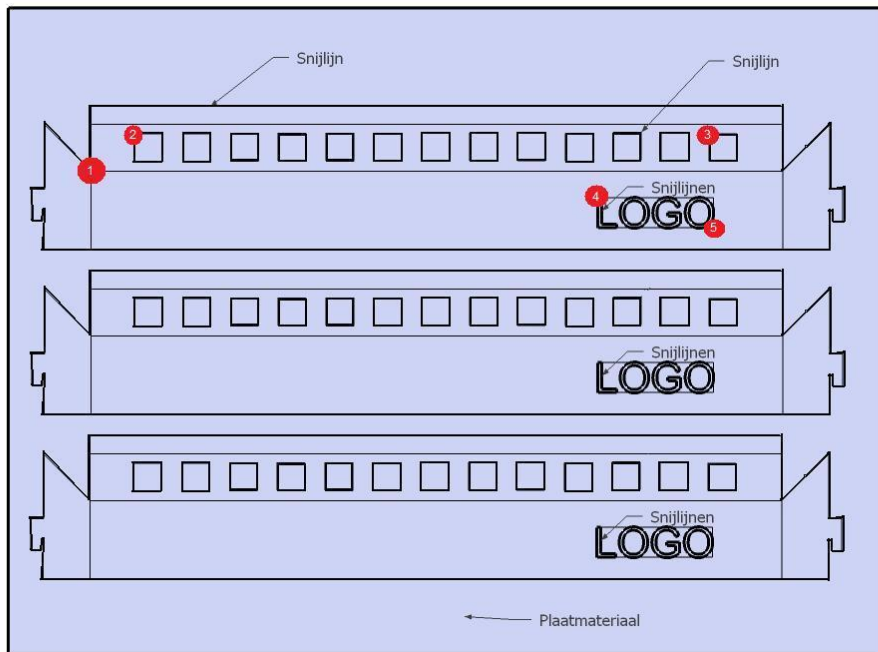
3.4.1. Rauwe bewerkingstijden

Voor de rauwe bewerkingstijden zal worden uitgegaan van de snelheid van de machines, die de bewerkingen uit zullen voeren. Deze sub paragraaf zal worden onderverdeeld aan de hand van de voorgaande paragrafen over de bewerkingstechnieken.

3.4.1.1. Frezen

Het te bewerken vlak voor de Frees machine bestaat uit de omtrek van het product, de gaten in het product en het logo van de klant dat uit gesneden dient te worden. Deze bewerkingen zijn te zien in figuur 3.7.

¹⁵ <http://www.nedcoat.nl>



figuur 3. 7: Te frezen stukken

De afmetingen zijn bepaald aan de hand van de afmetingen in bijlage 1.

De bewerking zal grofweg als volgt worden uitgevoerd:

Beginnend bij punt 1, complete omtrek uitsnijden. Van punt 1 naar punt 2. Vanaf hier de vierkanten uit snijden eindigend bij punt 3 (zowel tussen punt 1 en 2 als tussen de individuele gaten zitten tussen ruimtes, deze zullen ook mee genomen moeten worden in de bewerkingstijd). Vanaf punt 3 tot 4 verplaatsen en vanaf punt 4 tot 5 het logo uitsnijden.

Van de verschillende logo's zijn geen gegevens terug te vinden in de tekeningen, op het feit na dat het vlak waarin in het logo moet zijn gepositioneerd $\pm 150 \times 51$ mm zal zijn en het logo met het rechter uiteinde 55mm van de zijkant af zal staan. De afmetingen van de letters en/of figuren in het logo zijn onbekend. Om een schatting te maken zal er worden gerekend met de afstand van 2 keer de omtrek.

Onderdeel	Snijlijn	Richting	Afmeting in mm
Linker haak	Schuin	Diagonaal	48
	Boven haak	Verticaal	18
	Bovenkant haak	Horizontaal	13
	Lengte haak (links)	Verticaal	22
	Breedte haak	Horizontaal	10,8
	Lengt haak (rechts)	Verticaal	10
	Verbinding haak met plaat	Horizontaal	2,2
	Onder haak	Verticaal	62
	Onder haak	Horizontaal	47
Onderste snijlijn		Horizontaal	699,5
Rechter haak	Onder haak	Horizontaal	47
	Onder haak	Verticaal	62
	Verbinding haak met plaat	Horizontaal	2,2
	Lengt haak (links)	Verticaal	10
	Breedte haak	Horizontaal	10,8
	Lengte haak (rechts)	Verticaal	22

Automatiseringsproject

	Bovenkant haak	Horizontaal	13
	Schuin	Diagonaal	48
Snijlijn boven rechter haak		Verticaal	66
Snijlijn bovenkant product		Horizontaal	699,5
Snijlijn bovenkant linker haak		Verticaal	66
Gaten (13x)	Lengte (13x)	Verticaal	28 (364)
	Breedte (13x)	Horizontaal	28 (364)
Logo	Lengte (2x)	verticaal	51 (102)
	Breedte (2x)	Horizontaal	150 (300)
Bewegingen	punt 1 naar 2	Diagonaal	50
	Punt 2 naar volgende vierkant	Horizontaal	48
	Punt 3 naar 4	Diagonaal	100
Totaal			3210

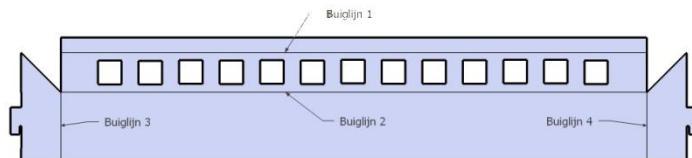
Tabel 3. 13: Afmetingen snijlijnen van links naar rechts

Om deze bewerking t voltooien al de Freeskop dus 3210mm (3,21 m) moeten reizen.
De snelheid van deze Frees kop is ± 90 m/min.

$$Bewerkingstijd = \frac{Afstand}{Snelheid} = \frac{3,21}{25} = 0,13 \text{ min} = 7,8 \text{ s}$$

3.4.1.2. Buigen

Het buigproces verloopt in vier stappen. Waarbij elke stap dezelfde bewerkingstijd geldt.
De eerste stap is het buigen van de volgende buiglijnen (zie figuur 3.8)



figuur 3. 8: Buigproces

Het eerste buigproces zal de buiglijnen 1 voor zijn rekening nemen. Het 2^e proces zal de buiglijn 2 voor zijn rekening nemen enzovoorts.

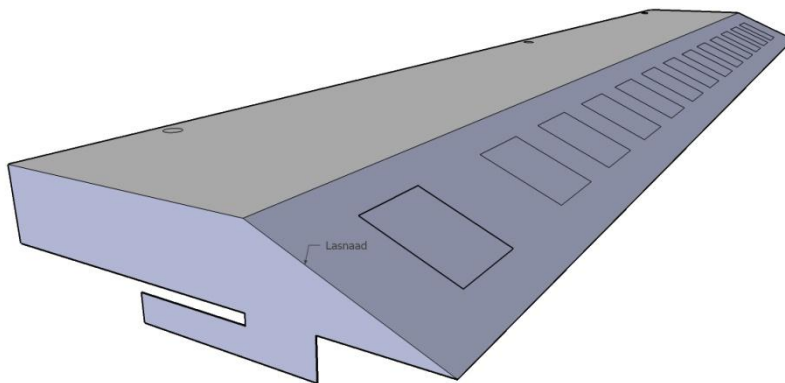
Voor dit proces wordt gebruik gemaakt van een kantpers buig machine. Uit benchmark onderzoek is gebleken dat er in een minuut tijd in product kan maken zoals is weergegeven in figuur 3.9. Hieruit kan geconcludeerd worden dat er voor het te maken product ook ongeveer een minuut nodig is aan bewerkingstijd. Wanneer er met drie man aan een dergelijke machine staat kunnen er drie producten per minuut worden gebogen.



Figuur 3. 9: voorbeeld van gebogen product

3.4.1.3. Lassen

Een voorbeeld van de te bewerken lijn wordt getoond aan de hand van figuur 3.10.



Figuur 3. 10: lasnaad

Hierop is met een pijl de lasnaad aangegeven, echter is dit een ongunstige las positie. In feite zal de las vanaf de andere kant worden gelegd om zo een hoeklas te creëren. Er zijn twee lijnen die gelast dienen te worden, de ene aangegeven in de figuur en aan de andere kant van het werkstuk is nogmaals een gelijke laslijn.

Om de cyclustijd te berekenen zal de lengte van de laslijn moeten worden berekend, zoals te zien is in tabel 3.14.

Laslijn	Lengte in mm
1	48
2	48
Totaal	96

Tabel 3. 14: lengte lasnaden

De machine is in staat om een 110-150¹⁶ cm/min(± 18,3 mm/s) te lassen. In de volgende vergelijking zal met deze gegevens de rauwe bewerkingstijd van het lassen worden berekend.

$$\text{Bewerkingstijd} = \frac{\text{Afstand}}{\text{Snelheid}} = \frac{96}{18,3} = 5,25 \text{ s}$$

3.4.2. Laad en lostijden

Met de laad en lostijden wordt bedoeld, de gemiddelde tijden om één of meerdere producten te laden en/of te lossen op/van de verschillende machines.

De berekening van een dergelijke schatting is gebaseerd op een aanname dat het inladen van 3 platen in de frees machine (opgestapeld) ongeveer 5 minuten in beslag zal nemen (=300s) uit deze platen worden gemiddeld 9 producten gesneden. Dit komt neer op 27(=9x3) producten per bewerking. Hieruit volgt de volgende vergelijking
Inladen plaatmateriaal= 300/27=11,11=±12 (ruime marge).

Voor het buigen geldt dat het uitladen van het product ongeveer 10 seconden in beslag neemt, het verplaatsen naar de kantpers neemt op haar beurt nog eens 12 seconden in beslag (zijn ruime schattingen) de totale laad tijd is dan 22 seconden.

Vervolgens neemt het uitladen van het product van de kantpers wederom 10 seconden in beslag, het goed positioneren van het product voor de lasrobot neemt tevens 10 seconden in beslag wat neer komt op een totaal van 20 seconden.

Voor het stiflassen geldt hetzelfde, alleen het uitladen zal daar iets sneller gaan en in plaats van 10 seconden 8 seconden in beslag nemen. Deze tijden zijn naar schatting ingevuld met gebruik van het gezond verstand en zoals is aangegeven in rekenvoorbeeld aan het begin van deze paragraaf.

3.4.3. Omstel tijden

De productie is vrijwel homogeen echter zijn er toch een aantal variaties mogelijk in de afmetingen van de producten. Voor deze verschillen zullen de machines dus omgesteld dienen te worden. In deze paragraaf zal hier aandacht aan worden gegeven.

3.4.3.1. Frezen

Het omstellen van een CNC-gestuurde Frees machine kan op een aantal manieren. Er zou handmatig in de software van de machine een aantal variabelen aangepast kunnen worden. Echter is het ook mogelijk om verschillende tekeningen te gebruiken voor de machine. In het geval van de productie zoals het in de casus wordt weergegeven is het handig om met verschillende tekeningen te werken. De hoofdreden hiervoor is dat er een jaarlijkse productie is van 65.000 producten die in batch geproduceerd gaan worden. De variatie in het aantal producten is klein en de hoeveelheid van de te produceren producten is hoog. Om deze reden zal er gewerkt worden met verschillende tekeningen. De laadtijden van die tekeningen in de machine zullen niet langer duren dan een half uur per een X aantal producten. Om dit tot de bewerkingstijden te rekenen van individuele producten is niet vereist.

3.4.3.2. Buigen

Het buigen zal gebeuren (zoals in paragraaf 3.2.2 is aangegeven) met een kantpers, het product wordt in een viertal buigingen gevormd, per buiging moet het product op een andere manier worden opgesteld, dit wordt vooralsnog met de hand gedaan (later kan men verder onderzoek doen om ook dit te automatiseren). Het buigen zelf verandert verder niet en zal per product hetzelfde zijn.

¹⁶ <http://www.ecvv.com/product/2242831.html>

3.4.3.3. Lassen

Net als voor het Frees snijden zal het lassen ook geschieden met een CNC-gestuurde machine (een robot) waarin het programma kan worden aangepast. De omstel tijden hiervoor zullen dus niet worden mee berekend in de totale cyclus tijden van de producten. Echter naast het veranderen van het programma zal ook de positionering van het product enigszins worden aangepast, ook dit zijn geen ingewikkelde taken en met een goed van voren uitgedachte verstelbare positionering van het product kan er voor worden gezorgd dat ook deze bewerkingstijden per product miniem zijn en kunnen worden weg gestreept.

3.5. Productie middelen

De eisen van de productie en de daar toebehorende technieken zijn bekend, dit betekend dat er een stap verder kan worden gedaan. Deze stap is de selectie van productie middelen. Er zijn van diverse producenten verschillende machines vergeleken, een grote inspiratie bron voor dit onderzoek was www.globalspec.com. In deze paragraaf zullen de machines worden weergegeven die op een zo'n goed mogelijke manier aan de eisen voldoen. In deze paragraaf zullen machines worden getoond die op dit moment beschikbaar zijn op de markt. Echter is het ook mogelijk om voor 2^e hands alternatieven te gaan voor kosten reductie.

3.5.1. Frezen (high speed milling)

Voor het frezen is voor een high speed milling proces gekozen, zoals te zien is in paragraaf 3.2.1 De eisen waaraan de machine moet voldoen zijn genoemd in paragraaf 3.2.1.

Een machine die in aanmerking komt voor het te produceren werkstuk is een "Quickmill Eliminator B1016". De specificaties van deze machine zijn:



Specificaties	Waarden
Dimensies	1000x1600x500mm
Rotatie snelheid	6000 rpm
Aantal assen	3
Vermogen	Tot 37 kW
Extra features	Gereedschap koeling
	CAD/CAM software
	Digitaal uitlezen
	Fanuc Oi and 18i Controls

Tabel 3. 15: Specificaties Eliminator B1016¹⁷

De kosten van een dergelijke machine komen kunnen variëren tussen de €40.000 en €50.000.

3.5.2. Buigen

Het buigen gaat middels de kant pers techniek, zoals te zien is in paragraaf 3.2.2. Ook de eisen waaraan de machine moet voldoen zijn al eerder aan de orde gekomen in paragraaf 3.2.2.



¹⁷ Bron: <http://www.quickmill.com/instock.php?show=machine&machine=30>

Automatiseringsproject

Een machine die in aanmerking komt voor het te produceren werkstuk is een “ERMAK - Kantbank Model CNC - HAP 4100-160”. De specificaties van deze machine zijn:

Specificaties	Waarden
Werk breedte	3300 mm
Staander breedte	2550 mm
werkslag	180 mm
Tonnage	160 ton
gewicht	9450 kg
Afmetingen	4250x2150x2800 mm
Kantlijnmarkering	Lichtbalk
Beveiliging voor de machine	AKAS-Laser
Bovengereedschap	ROLERI snelwisselsysteem
Ondergereedschap	set compleet

Tabel 3. 16: specificaties Ermak HAP 4100-160¹⁸

De prijs indicatie van dergelijke machine kan worden geschat op: € 49.500

3.5.3. Lassen

Het lassen zal geschieden middels de TIG-las methode, zoals te zien is in paragraaf 3.2.3. Ook de eisen waaraan de machine moet voldoen zijn al eerder aan de orde gekomen in paragraaf 3.2.3.



Een machine die in aanmerking komt voor het te produceren werkstuk is een “Fanuc ArcMate 120i Robot”. De specificaties van deze machine zijn:

Specificaties	Waarden
Assen	6
Laadvermogen	160 kg
Reikwijdte	1542 mm
Herhalingsnauwkeurigheid	0,08 mm
Robot massa	370 kg
Extra features	Compatible met de meeste grote las merk gereedschappen
	Geïntegreerde bekabeling
	Opstelbaar in verschillende richtingen

Tabel 3. 17: specificaties Fanuc ArcMate 120i

De kosten van een dergelijke robot worden geschat op: € 40.000¹⁹

¹⁸ <http://cms.proximedia.com/files/32207/MediaArchive/proef%20beursfolder.pdf>

¹⁹ Bron: Contactpersoon AWL Nederland (www.awl.nl)

3.5.4. Stiftlassen

Het lassen zal geschieden middels de TIG-las methode, zoals te zien is in paragraaf 3.2.3. Ook de eisen waaraan de machine moet voldoen zijn al eerder aan de orde gekomen in paragraaf 3.2.3.

Een machine die in aanmerking komt voor het te produceren werkstuk is een “Cutlas KKA-200F”. De specificaties van deze machine zijn:

Specificaties	Waarden
Bout diameter	2 – 10 mm
Las materiaal	Staal (gelegerd en ongelegerd)
Boutlengte	8 – 40 mm
Las techniek	Condensator ontlading (contact methode)
Extra features	Robuuste behuizing als bescherming tegen las spetters
	CE conformity
	Automatische transport van bouten laad tube naar machine
	Optioneel: centreer unit
	Optioneel: inert gas bescherming

Tabel 3. 18: specificaties Cutlas KKA-200F

De prijs van een dergelijke machine wordt geschat op: € 30.000²⁰



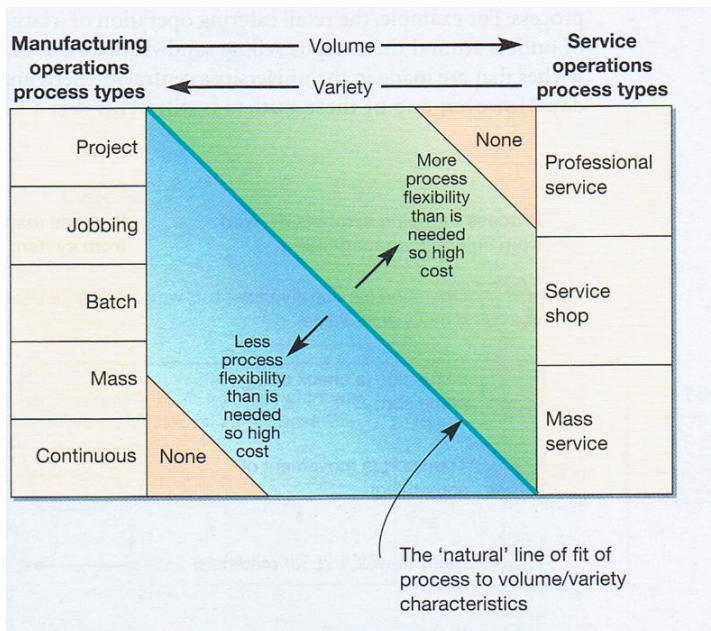
²⁰ Vergelijkbare prijs als een lasrobot, omdat hier ook een robot voor toegepast gaat worden

4. Batch grootte

Voor de productie van dit product moet gekeken worden naar de manier waarop men gaat produceren de vijftal mogelijkheden zijn:

- Project
- Jobbing
- Batch
- Massa
- Continu

Figuur 4.1 geeft aan wanneer welk type proces wordt gebruikt.



Figuur 4. 1: Wanneer welk proces gebruikt wordt, bron: operations management

Uiteindelijk is er gekozen voor een Batch proces, omdat het volume redelijk hoog is (namelijk 65.000 stuks per jaar) en er wel enigszins variëteit in de producten zit. Deze hebben voornamelijk te maken met de afmetingen en het logo.

Een grote invloed op de productie kosten is de batch grootte. De keuze voor de ideale batch grootte is een afweging tussen de volgende factoren:

- Set-up kosten
- Voorraad kosten

Om de set-up kosten te laten dalen zullen de batches zo groot mogelijk gemaakt moeten worden, echter verhoogt dit de voorraad kosten. Er is dus een strijd tussen deze twee factoren.

Met het Economic Order Quantity model kan men de batch grootte berekenen waarbij de som van de setup-kosten en de voorraad kosten worden geminimaliseerd.

De formule van dit model geldt als volgt:

$$Q = EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Waarin:

EOQ = optimale batchgrootte

D = Gemiddelde jaarlijkse vraag

S = Set-up kosten

H = Voorraad kosten

Het EOQ model doet de volgende aannames:

1. Vraag is constant, continue en bekend.
2. Vraag is onafhankelijk.
3. Setup-kosten zijn vast, ongeacht de batchgrootte.
4. De voorraadkosten zijn bekend en constant, de totale voorraadkosten zijn lineair met de batchgrootte.
5. De batch wordt tegelijk geleverd/geproduceerd.
6. De inkoop/productie prijs is onafhankelijk van de batchgrootte.
7. Het komt niet voor dat de leverancier niet kan leveren.

In dit geval is de:

- EOQ = ?
- D = 65000
- S = 5 euro (omstel tijd is 5 minuten (mits hij/zij getraind is door meneer van Heusden) prijs per uur is 12 euro dus de prijs per 5 minuten is 5 euro)
- H = 6,48 euro.

Invullen van de formule geeft:

$$Q = EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 65000 \times 5}{6,48}}$$

$$Q = EOQ = 317$$

De optimale batchgrootte is dus gelijk aan 317 producten per batch.

5. Productie locatie

5.1. Inleiding

In dit hoofdstuk zal er aandacht worden besteed aan de productie lay-out. Er zullen een aantal stappen worden genomen voor dat er een keuze wordt gemaakt naar de productie lay-out. Deze stappen zijn :

1. Proces schematiseren
2. Ken getallen bereken (cyclus tijd, balansverliezen etc.)
3. Lay-out en Flow design
4. Job design

De lay-out zal worden gecreëerd aan de hand van een aantal aannames met betrekking op dit proces.

- Productie van 65.000 producten per jaar (meerdere jaren)
- Product variatie is klein
- Bewerkingstijden van de verschillende producten is gelijk

5.2. Proces schema

In bijlage zeven is de proces flow terug te vinden van de productie. Op de pijlen staan in sommige gevallen tijden, deze zijn bedoeld om aan te geven wat de laad en lostijden zijn voordat men verder kan met de volgende bewerking. Hieronder wordt kort nog even het hele schema doorlopen.

1. Als eerste komt het materiaal binnen in het magazijn.
2. Vervolgens moet (bij wijzigingen in product) de tekening ingevoerd worden in de CNC apparatuur
3. Het materiaal invoeren in de freesmachine duurt ongeveer 12 seconden
4. Het materiaal wordt op maat gefreesd (duurt 2,6 seconden)
5. Het uitladen en inladen in de kantpers duurt op haar beurt weer 22 seconden
6. Het buigen van het product duurt in totaal 40 seconden
7. Het uit en inladen en goed leggen voor de lasrobot duurt 20 seconden
8. Vervolgens gaat de robot het product lassen wat 4,5 seconden duurt.
9. Daarna worden de draadbouten op het product gestiftlast dat duurt 10 seconden
10. Het gereed product wordt uitgeladen en tijdelijk opgeslagen
11. Wanneer er genoeg producten gereed zijn worden deze in de vrachtwagen geladen en richting nedcoat gestuurd
12. Bij nedcoat aangekomen worden de producten uitgeladen en allemaal voorbewerkt
13. Na het voorbewerken worden de producten gepoedercoat
14. Als laatste worden de producten van nedcoat richting de klant gestuurd.

5.3. Ken getallen

Een aantal belangrijke factoren die de lay-out van de productie bepalen zijn de kengetallen. In deze paragraaf zal een aantal van deze kengetallen worden berekend en worden benoemd. Deze getallen zullen in verdere paragrafen worden gebruikt om de productie lay-out te bepalen.

Er zal een begin worden gemaakt aan de hand van de doorlooptijd van een product en de gewenste doorlooptijd. De gewenste doorlooptijd baseert zich op een productie van 65.000 producten per jaar. Dit wil zeggen in een jaar van grofweg 200 werkdagen, 8 uur per dag productie. Dat er 41 producten per uur aan het eind van de lijn moeten komen.

Automatiseringsproject

De doorlooptijd van één product is:

Stappen in de bewerking	Doorlooptijden in sec/product
Inladen plaat materiaal	12*(*)
Snijden van plaat materiaal	2,6
Uitladen van de werkstukken	12*
Verplaatsen naar kant pers	10*
Buigen van werkstuk	40
Verplaatsen naar lasrobot	10*
Positioneren voor lasrobot	10*
Werkstuk lassen	5,25
Stiftlassen van de bouten	10*
Uitladen werkstukken	8*
Totaal	125,05
*schatting gebaseerd op gezond verstand	
** zie voorbeeld berekening	

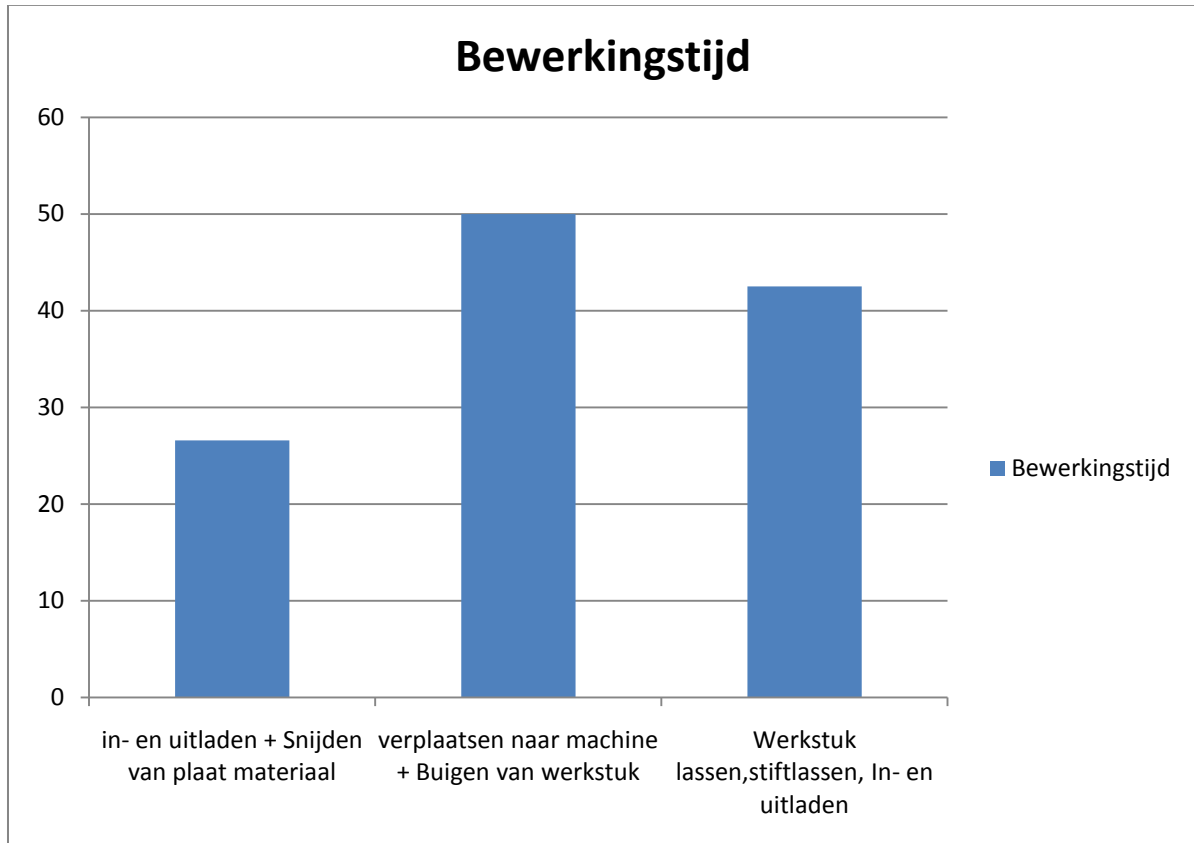
Voorbeeld berekening:

De berekening van een dergelijke schatting is gebaseerd op een aanname dat het inladen van 3 platen in de frees machine (opgestapeld) ongeveer 5 minuten in beslag zal nemen (=300s) uit deze platen worden gemiddeld 9 producten gesneden. Dit komt neer op 27(=9x3) producten per bewerking. Hieruit volgt de volgende vergelijking

$$\text{Inladen plaatmateriaal} = \frac{300}{27} = 11,11 = \pm 12 \text{ (ruime marge)}$$

Uit de tabel is af te leiden dat de gemiddelde doorlooptijd tussen de 125 – 150s zal liggen.

Wanneer de gegevens uit de tabel worden uitgezet in een grafiek is in een enkele blik duidelijk waar de bottleneck van het proces zich bevind.



Grafiek 5. 1: Bewerkingstijd

Wanneer er naar de tabel wordt gekeken valt al snel op dat het buigen van het materiaal een veel hogere bewerkingstijd heeft dan veel van de andere stappen. Echter wanneer er wordt gekeken naar het aantal activiteiten rond om een bepaalde machine of bewerking(grafiek 5.1)kan worden geconcludeerd, dat de verschillen minder groot zijn als gedacht.

In een puur seriële lijn zullen echter wel grote verliezen ontstaan. Deze verliezen bestaan uit balans verliezen, die voortkomen uit de tijd dat bepaalde stages stil staan om te wachten op een volgende of vorige stage. Dit is te zien in de volgende vergelijkingen:

$$Totale\ stilstandstijd = (50 - 26,6) + (50 - 43,25) = 30,15s$$

$$Balans\ verlies = \frac{Totale\ stilstands\ tijd}{cyclus\ tijd\ per\ stage} = \frac{30,15}{3 \cdot 50} = 0,201 = 20,1\%$$

Het is dus niet mogelijk om een puur seriële lijn te creëren, er zullen processen parallel moeten worden uitgevoerd om de jaarlijkse productie van 65.000 producten te halen en de balans verliezen te verlagen.

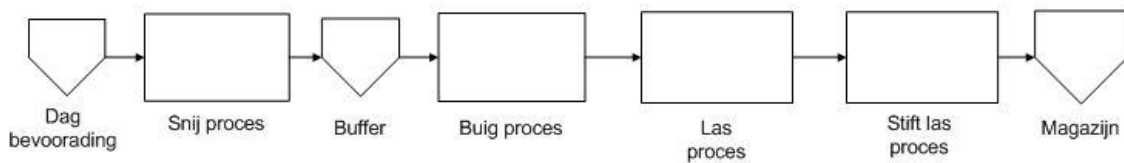
5.4. Lay-out en Flow Design

In deze paragraaf zullen er 2 mogelijke productie lay-outs getoond aan de hand van de gegevens van voorgaande paragrafen. Bij elk van deze lay-outs zal een flow diagram worden opgesteld en zullen de lay-outs worden beschreven. Vervolgens zullen de 2 mogelijke lay-outs vergeleken op basis van de voor- en nadelen van de dergelijke lay-outs.

5.4.1. Lay-out mogelijkheid 1

De eerste mogelijke lay-out wordt getoond in figuur 1 van Bijlage 8.

Voor er wordt verklaard hoe de verschillende kengetallen bij deze lay-out zijn toegepast zal eerst het flow diagram voor deze lay-out worden getoond.



Figuur 5. 1: Flow chart lay-out 1

Het proces begint links boven in de lay-out (zie Bijlage 8) bij de dag voorraad. Dit is een rek waarin aan het begin van de dag of het einde van de voorgaande dag een voorraad/buffer wordt aangelegd met plaatmateriaal voor de target productie van een specifieke dag. Dit heeft enkele redenen, het vergemakkelijkt de productie aangezien er geen onverwachtse wachttijden ontstaan door het ontbreken van materialen en ten tweede geeft het een mooie indicatie van de vorderingen in een productie dag. Zo kan er snel en eenvoudig worden gezien of het proces voor of achter op schema loopt.

De eerst volgende stap is het snijden van het plaat materiaal met de CNC high speed milling machine. De producten die uit deze machine komen, worden opgeslagen in een tussenvoorraad/buffer, omdat uit de cijfers blijkt dat dit proces sneller verloopt dan het buig proces dat volgt.

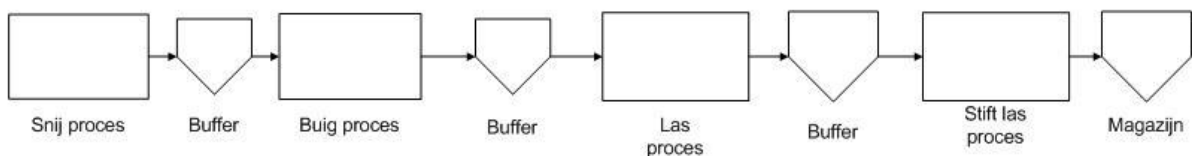
Het buig proces zal door meerdere medewerkers op een zelfde machine worden uitgevoerd, dit om de bewerkingstijden voor de gehele productie te versnellen.

Na het buigproces zullen er geen noemenswaardige tussen voorraden meer worden ingecalculleerd, de praktijk leert dat er altijd wel een kleine tussenvoorraad nodig is, maar de grootte van de voorraad. Zal zeer gering zijn en dus wordt deze niet meegerekend.

De las processen zullen geschieden in de cel die daarvoor is aangegeven in de figuur en zullen serieel worden toegepast. Na deze processen zullen de producten naar het magazijn worden verplaatst.

5.4.2. Lay-out mogelijkheid 2

Net als bij de eerste lay-out zal ook voor de 2^e mogelijke lay-out eerst het flow diagram worden weergegeven en aan de hand van het flow diagram en een figuur van de mogelijke lay-out zullen de conclusies worden beschreven met behulp van de kengetallen uit voorgaande paragrafen.



figuur 5. 2: Flowchart lay-out 2

De tweede lay-out begint onderin de figuur (Bijlage 9). Het begint bij het snijproces dat direct wordt toegeleverd vanuit het magazijn (pull-strategie) zo worden ook de rest van de processen toegeleverd met materialen. Het is geen pure vorm van de pull-strategie aangezien er tussen de verschillende processen nog wel tussenvoorraden/buffers zijn ingecalculleerd.

De processen worden achtereenvolgens uitgevoerd tot en met het stiftlasproces, vanuit deze positie worden de producten direct het magazijn in gebracht. Vanuit het magazijn zullen de kwaliteitstesten plaats vinden.

De verdeling van FTE's is gelijk aan de vorige lay-out.

5.4.3. Verschillen lay-out

In deze paragraaf zullen de twee lay-out mogelijkheden worden vergeleken aan de hand van de voor- en nadelen van de desbetreffende lay-out. Vervolgens zal er in de sub paragraaf 5.4.4. een conclusie worden getrokken uit deze verschillen en een definitieve keuze worden gemaakt voor een bepaalde lay-out.

	Lay-out 1	Lay-out 2
Voordelen	Goed overzicht over de vorderingen per dag	Benadering van Pull-strategie, minimale tussen voorraden
		Gefaseerde benadering
	Minder druk op het magazijn om materialen te leveren	Snellere opslag van eindproducten
Nadelen		Korte afstanden
	Grote tussen voorraden	Meer druk op het magazijn
	Langere afstanden tussen stations	Onoverzichtelijk proces

5.4.4. Conclusie

De keuze voor de lay-out is gebaseerd op de voorgaande subparagraaf gezien de voor- en nadelen van elke lay-out. De keuze wordt genomen op basis van aannames die zijn gedaan aan de hand van deze lay-out. De voor- en nadelen zijn ook bepaald aan de hand van een combinatie van intuïtie en literatuur studie, echter om een definitieve keuze te maken zullen er van beide lay-outs computer modellen gemaakt dienen te worden om een realistischere vergelijking te maken, dit is dan ook een punt voor verder onderzoek.

Als conclusie is de keuze gevallen op lay-out nummer 1. Dit heeft een aantal redenen:

- Push-strategie
- Overzicht
- Veiligheidsmarges

De keuze voor een push-strategie heeft veel te doen met de eenvoud van het product en de geringe invloed die de afnemer hier op heeft. Dit maakt een push-strategie een toepasselijke eenvoudige strategie om te produceren.

Het overzicht is een duidelijk punt voor de productie manager, bij een productie schema als er is gegeven in de casus is het nodig om de voortgang te bewaken, dit kan bij deze lay-out vrij eenvoudig door naar de begin voorraad per dag te kijken. Zo kan er eenvoudig worden gestuurd op het aantal producten dat zich in het proces bevindt.

De veiligheidsmarges of wel de grotere tussenvoorraden vangen eventuele uitval van productie staf als wel uitval van productiemiddelen op.

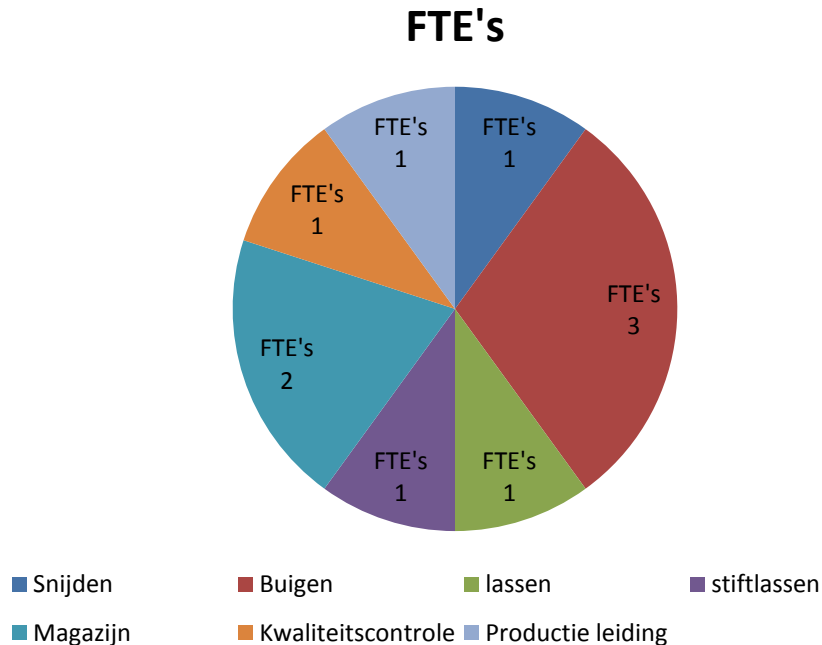
5.5. Job design

In deze paragraaf zal er een korte beschrijving worden gegeven van de verschillende activiteiten die zullen worden ontplooid op de productie vloer. Tevens zal er worden beschreven aan de hand van

Automatiseringsproject

eerdere uitkomsten een schatting worden gemaakt naar het aantal mensen dat nodig is op de werkvloer.

Eerder is al beschreven dat het buigproces een bottleneck is voor het hele proces en dus ook het tempo bepaald voor de overige processen in de lijn. Deze bottleneck kan worden verminderd door het feit dat er meerdere operators aan de zelfde machine kunnen werken en dus ook de snelheid van deze machine kunnen verhogen. De verdeling van FTE's over de processen is dan ook als volgt:



Door middel van de grotere verdeling van FTE's over het buigproces moet het de bottleneck doen laten afnemen, doordat er 3 producten simultaan zullen worden geproduceerd.

Het job design over het geheel moet er als volgt komen uit te zien:

- Alle operators zullen in staat moeten zijn elke machine te bedienen
- Werken in shifts van 2 uur (soort rotatie van processen)
- Elke operator moet in staat zijn om in ieder geval voor één proces het onderhoud te kunnen uitvoeren

De gevolgen voor de organisatie van het job design zoals het hierboven is beschreven wordt verder behandeld in hoofdstuk 8.

6. Productie Kosten

6.1. Inleiding

In dit hoofdstuk wordt er aandacht besteedt aan het kosten plaatje van de automatisering, er wordt een schatting gemaakt van de totale kosten voor de productie en er wordt een investeringsbegroting gemaakt, waaruit blijkt of het financieel gezien verstandig is om het proces te automatiseren of niet.

6.2. Totale kosten

De totale kosten voor het automatiseren van dit productieproces bestaan uit:

- Materiaal kosten
- Machine kosten
 - o Freesmachine
 - o Kantpers
 - o Lasrobot

Materiaal kosten

Als materiaal wordt er gebruik gemaakt van S235JR, voor een plaat met de afmetingen 2000 x 1000 x 1,5 millimeter wordt een prijs gevraagd van € 116,70²¹. Uit deze plaat kunnen achttien producten gehaald worden, in totaal zijn er (65000 / 18) 3612 platen nodig. Dit komt neer op een waarde van (3612 x 116,70) €421.520,40.

Machine kosten

Er zijn een drietal verschillende machines nodig voor de productie van een 19 inch datatransmissie kast, uit hoofdstuk drie is gebleken dat er het beste gebruik gemaakt kan worden van een freesmachine, een kantpers en een lasrobot. De kosten per machine zijn geschat op:

- Freesmachine € 48.000
- Kantpers € 49.500
- Lasrobot € 35.000
- Stiftlasrobot €30.000

Uit paragraaf 3.3 is gebleken dat er voor de productie van 65.000 stuks per jaar voldoende is aan één freesmachine, één kantpers, één lasrobot en één Stiftlasrobot.

Naast deze investering moet er gekeken worden naar een gebouw waar de productie plaats gaat vinden, de inventaris (hier kan gedacht worden aan stoelen, bureaus etc.) en er moet rekening gehouden worden met de opstartkosten. Voor het gebouw wordt een kostprijs verwacht van €14.000 aan huur per jaar, voor de inventaris is een schatting gemaakt op €20.000, als opstartkosten wordt €10.000 gerekend.

De totale investeringskosten komt daarom neer op € 206.500,-

²¹ Bron: http://www.staalprijzen.nl/images/stories/archief/2010/20100517/20100517_bruto_prijzlijst_staalprijzen_pdf.pdf

6.1. Meerjaren begroting

Om een meerjaren begroting te maken moet er eerst gekeken worden naar de verkoopprijs. Om de verkoopprijs vast te stellen moet er eerst gekeken worden naar de kostprijs.

Om de kostprijs te berekenen is er uitgegaan dat de kosten van de jaarlijkse afzet gelijk zijn aan de machine kosten, deze worden dus per product toegewezen. Dit geeft de volgende kosten per product:

Machine	Prijs
Snijden	
prijs machine	€ 48.000,00
prijs per product	€ 0,74
Buigen	
Prijs machine	€ 49.500,00
prijs per product	€ 0,76
Lassen	
Prijs machine	€ 35.000,00
prijs per product	€ 0,54
Stiftlasrobot	
Prijs machine	€ 30.000,00
prijs per product	€ 0,46

Tabel 6. 1: Kosten per product

Zoals al eerder is aangegeven in paragraaf 6.2 is de prijs voor een stuk staal waar 18 producten uit vervaardigd kunnen worden €116,70. Per product komt dit neer op $(116,70/18)$ €6,48. Hiermee komt de totale kostprijs op:

Kostenpost	Prijs
materiaal per product	€ 6,48
Frezen	€ 0,74
Buigen	€ 0,76
lassen	€ 0,54
stiftlassen	€ 0,46
totale kostprijs per product	€ 8,98

Tabel 6. 2: Kostprijs

Om de verkoopprijs te berekenen is uitgegaan van een winstpercentage van 20% per product boven op de kostprijs. Dit geeft de volgende prijzen:

verkoopprijs	Prijs
kostprijs	€ 8,98
winstmarge	€ 1,80
totale verkoopprijs	€ 10,78

Tabel 6. 3: Verkoopprijs

Vervolgens moet er gekeken worden naar personeelskosten, om daarna de meerjarenbegroting op te stellen. Er wordt voor deze locatie enkel gebruik gemaakt van drie productiemedewerkers en één productiemanager, de productiemedewerkers worden zo getraind dat ze om kunnen gaan met de apparatuur die gebruikt wordt, en worden betaald tegen het minimumloon van 12 euro per uur. De manager heeft een uurloon van €30,-.

In tabel 6.4 zijn de kosten voor het personeel terug te vinden.

Automatiseringsproject

Personeelskosten	per dag	per week	per maand	per jaar	aantal	totaal
medewerkers	€ 96,00	€ 480,00	€ 1.920,00	€ 3.040,00	3	€ 69.120,00
managers	€ 240,00	€ 1.200,00	€ 4.800,00	€ 57.600,00	1	€ 57.600,00
Totaal						€ 126.720,00

Tabel 6. 4: Personeelskosten

De meerjarenbegroting is gemaakt voor de jaren 2010 tot en met 2015. Er is hierbij uitgegaan van de volgende punten:

- De omzet blijft gelijk (de afzet en verkoopprijs dus ook)
- Op de machines wordt in tien jaar afgeschreven
- Het gebouw is de huurprijs per jaar, deze blijft gelijk
- Op de inventaris wordt in drie jaar afgeschreven
- Opstartkosten zijn eenmalig
- Personeelskosten blijven gedurende de eerste vijf jaar gelijk

Tabel 6.5 geeft de meerjarenbegroting weer.

Meerjarenbegroting	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Baten						
omzet	€ 700.700,00	€ 700.700,00	€ 700.700,00	€ 700.700,00	€ 700.700,00	€ 700.700,00
Lasten						
Materiaal	€ 421.520,40	€ 421.520,40	€ 421.520,40	€ 421.520,40	€ 421.520,40	€ 421.520,40
Afschrijvingen						
snijmachine	€ 4.800,00	€ 4.800,00	€ 4.800,00	€ 4.800,00	€ 4.800,00	€ 4.800,00
buigmachine	€ 4.950,00	€ 4.950,00	€ 4.950,00	€ 4.950,00	€ 4.950,00	€ 4.950,00
lasrobot	€ 3.500,00	€ 3.500,00	€ 3.500,00	€ 3.500,00	€ 3.500,00	€ 3.500,00
stiftlasrobot	€ 3.000,00	€ 3.000,00	€ 3.000,00	€ 3.000,00	€ 3.000,00	€ 3.000,00
gebouw	€ 14.000,00	€ 14.000,00	€ 14.000,00	€ 14.000,00	€ 14.000,00	€ 14.000,00
inventaris	€ 6.666,67	€ 6.666,67	€ 6.666,67	€ -	€ -	€ -
Opstartkosten	€ 10.000,00	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
Personeelskosten	€ 126.720,00	€ 126.720,00	€ 126.720,00	€ 126.720,00	€ 126.720,00	€ 126.720,00
Totale lasten	€ 571.157,07	€ 571.157,07	€ 571.157,07	€ 564.490,40	€ 564.490,40	€ 564.490,40
Resultaat	€ 93.542,93	€ 93.542,93	€ 93.542,93	€ 100.209,60	€ 100.209,60	€ 100.209,60

Tabel 6. 5: Meerjarenbegroting

6.2.Conclusie

Uit de meerjaren begroting en uit tabel X kan geconcludeerd worden dat men gedurende de eerste zes jaar een winst maakt van €581.257,60. De totale investering in jaar één was € 241.500. Dit bedrag wordt gedurende de eerste zes jaar ruimschoots terugverdiend.

Vanuit het financieel oogpunt kan dus gezegd worden dat dit project, het automatiseren van de productie van 19 inch datatransmissiekasten haalbaar is.

7. Bewerkingsplan

7.1. Het 18- stappenplan

Het stappenplan om tot een bruikbaar bewerkingsplan te komen is verdeeld over 18 stappen. Deze stappen zullen beschreven worden in deze paragraaf.

7.1.1. Om de te bewerken vlakken bij te houden is het handig om alle te bewerken vlakken op de tekening aan te geven met een (letter)code.

Op de tekeningen zijn een aantal van deze (letter) codes weergegeven. Per bewerking is aangegeven wat de bewerking is en met A B of C zijn de verschillende plekken aangegeven. Deze onderdelen worden verspaand uit een plaatmateriaal wat eerder in hoofdstuk 2 is aangegeven.

Bewerking 1: Met bewerking 1 wordt aangegeven dat de uitslag van het te produceren product uit de plaat wordt gesneden.

Bewerking 2: Bestaat uit het buigen van het materiaal zodat de gewenste vorm wordt bereikt.

Bewerking 3: Hier mee wordt aangegeven dat het schroefdraad wordt stifgelast aan het product

Bewerking 4: Als laatste worden de haken op de hoek vast gelast zodat het product één geheel wordt.

Bewerking 5: Als het product in zijn geheel in elkaar gezet is moet het product worden gepoedercoat in de kleur die in de order bepaald is.

Buiten deze vijf hoofd bewerkingen zijn er nog verdere onderdelen die bewerkt moeten worden deze worden aangegeven met A B C of 1 2 3. Alleen bewerking vijf bestaat niet uit meerdere onderdelen.

Bewerking1:

A: Dit bewerkingsvlak heeft betrekking op de gehele omtrek van het product, met bewerking A wordt de gehele uitslag uit één stuk staal gesneden. Deze uitslag heeft de volgende afmeting: 145,61 X 699,50 X 1,50 millimeter.

B: Met snijlijn B worden alle dertien vierkanten bedoeld welke uit de plaat moeten worden gesneden. De vierkanten hebben allemaal een afmeting van 28 X 28 X 1,50 millimeter.

C: Met snijlijn C wordt het logo aangegeven, deze kan per order verschillen daarom is er voor deze bewerking geen standaard afmeting bekend.

Bewerking 2:

1: Dit bewerkingsvlak moet gebogen worden onder een hoek van 105 graden.

2: Dit bewerkingsvlak moet gebogen worden onder een hoek van 85 graden.

3: Dit bewerkingsvlak moet gebogen worden onder een hoek van 90 graden.

Bewerking 3:

A, B en C: Deze bewerkingsvlakken worden allemaal gestiftlast, om zo het schroefdraad te bevestigen aan het product.

Bewerking 4:

A en B: zijn twee bewerkingsvlakken die beide gelast moeten worden om zo het product geheel in elkaar te zetten.

7.1.2. Stel de kandidaat referentievlakken vast.

Referentievlakken worden bepaald als hulpmiddel voor het positioneren van het werkstuk.

Referentievlakken zijn onderling loodrechte vlakken, die als basis voor de maatvoering van het werkstuk en voor het aangeven van de vorm- en plaatstoleranties van de bewerking dienen. De

referentievlakken worden aangegeven voor het uiteindelijk ontwerp. Deze kandidaat referentie vlakken worden aan gegeven in bijlage 1 tot 3.

7.1.3. De referentievlakken vaststellen

In stap 7.1.2. zijn de kandidaat referentievlakken vast gesteld. Deze referentievlakken voldoen aan de eisen voor de referentievlakken dus zijn vanaf deze stap de referentievlakken. Deze referentievlakken worden dus aangegeven met de codes KR1 – KR3 in de tekeningen in de bijlagen.

7.1.4. Ga voor alle te bewerken vlakken na welke eindbewerkingen nodig/mogelijk zijn om de gewenste maatnauwkeurigheid en ruwheid te verkrijgen.

De toleranties zijn met de tolerantie norm 2768-m aangegeven, wat wil zeggen dat er tussen 0,15 en 0,3 millimeter verschil in mag zitten, deze zijn afhankelijk van de lengte van het te snijden vlak. In onderstaande tabel worden de verschillende bewerkingsvlakken weergegeven met de daarbij behorende eindbewerkingen.

Bewerkingsvlakken	Eindbewerkingen
Bewerking 1 A	Snijden met frees
Bewerking 1 B	Snijden met frees
Bewerking 1C	Snijden met frees
Bewerking 2.1	Buigen met kantpers
Bewerking 2.2	Buigen met kantpers
Bewerking 2.3	Buigen met kantpers
Bewerking 3 A,B, C	Stiftlassen met behulp van een robot
Bewerking 4 A, B	Tig lassen met behulp van een robot
Bewerking 5	Poedercoaten (verwarmen in de oven)

7.1.5. Ga na welke bewerkingen, in verband met vorm- of plaatstoleranties, bij voorkeur in één opspanning bewerkt moeten worden.

In stap één zijn de verschillende bewerkingen al weergegeven, deze bewerkingen zijn zo opgedeeld dat ze allemaal (behalve bewerking 2 het buigen) in één opspanning gedaan kunnen worden. Bij het buigen van het materiaal moet het product op een andere manier verspannd worden, zodat na buiglijn 1, buiglijn 2 en daarna buiglijn 3 en 4 bewerkt kunnen worden.

7.1.6. Maak een keuze voor de eerste en eventuele volgende basisconfiguraties.

De bewerkingen worden gedaan in de volgende volgorde of basisconfiguraties:

1. Uit de plaat moet bewerking 1 A, B en C worden gesneden.
2. De buiglijn 1 moet worden gebogen
3. De buiglijn 2 moet worden gebogen
4. De buiglijn 3 moet worden gebogen
5. De schroefdraden A, B en C moeten worden gestift last
6. De haken moeten bij lasnaad één en twee gelast worden.
7. Als laatste moet het gehele product worden gepoedercoat.

7.1.7. Maak een voorlopige keuze voor de opspanningen.

In deze stap wordt er gekeken naar de verschillende opspanningen.

Opspanning 1:

In deze opspanning moet heel bewerking 1 worden uitgevoerd, het snijden van bewerking 1A, het snijden van bewerking 1B en het snijden van bewerking 1C.

Opspanning 2:

In opspanning twee wordt buiglijn één en buiglijn twee omgebogen met behulp van een mal.

Opspanning 3:

In opspanning drie wordt buiglijn drie en vier omgebogen.

Opspanning 4:

In opspanning vier worden de schroefdraden A, B en C gestiftlast en de hoeken van de haken links en recht worden gelast.

Opspanning 5:

In de laatste opspanning moet het product in de spijtcabine geplaatst worden om vervolgens te worden gepoedercoat.

7.1.8. Stel per vlak alle voor- en tussen bewerkingen vast.

Dit proces wordt getracht volledig automatisch te laten verlopen. Dit zorgt ervoor dat er voor de mensen vrijwel tot geen tussenbewerkingen plaats vinden. Voordat het product gerealiseerd wordt moeten de machines goed ingesteld en geprogrammeerd zijn, met een CNC machine is dit enkel het invoeren van de juiste tekening.

Naast de hoofdbewerkingen moet de machine elke keer het product goed verspannen. Voordat hij product gelast kan worden moet het eerst ontvet worden, omdat anders de las niet goed blijft liggen, het ontvetten vindt plaats tussen stap vier en vijf (aangegeven in paragraaf 7.1.6).

7.1.9. Stap 9

Stap negen is een controle op de voorgaande stappen, deze controle is uitgevoerd en uit deze controle is gekomen dat er in deze stap, geen verdere acties moeten worden ondernomen om tot het gewenste eindresultaat te komen.

7.1.10. Zoek combinaties van voor- en tussenbewerkingen die in één opspanning kunnen worden uitgevoerd.

In paragraaf 7.1.5 is al aangegeven welke bewerkingen met welke opspanning gedaan kunnen worden, verder tussen of voorbewerkingen vinden niet plaats.

Het ontvetten van het product kan gebeuren in de opspanning voor het lassen.

7.1.11. Stel de eerste opspanning vast en schets die.

In dit proces worden de opspanning gedaan door de machines zelf, deze zorgen ervoor dat het product op een dusdanige manier geplaatst wordt dat de bewerking plaats kan vinden en houden hem ook op die manier goed vast.

7.1.12. Bepaald de volgorde van de vervolg opspanningen en schets deze.

Zoals bij de vorige stap al is aangegeven worden de opspanningen automatisch gedaan, deze worden dus ook in de volgorde van bewerking gedaan.

7.1.13. Controleer de opspanning of de referentievlakken als basis worden gebruikt en of het werkstuk volledig gepositioneerd en goed geklemd is.

Tijdens de controle zijn de schetsen nogmaals goed bekeken. De referentie vlakken worden goed gebruikt. En verder zijn er ook geen fouten geconstateerd in de schetsen

7.1.14. Geef voor alle voor-, tussen- en eindproducten de grootte van de bewerkingstoeslagen aan.

De bewerkingstoeslag van een bewerking is de hoeveelheid materiaal, uitgedrukt in mm^3 , dat van het ruwe werkstuk moet worden afgenomen om het afgewerkte stuk te krijgen. De bewerkingen zijn in de voorgaande stappen uitgebreid uitgelegd.

Onderstaande tabel geeft de totale oppervlakte van het product weer.

Automatiseringsproject

Vlak	Lengtes	Oppervlakte
A	699,5 x 18 mm	12591 mm ²
B	699,5 X 47 mm	32876,5 mm ²
C	699,5 X 79,41 mm	55547,30 mm ²
D	2 X 49 x 79,41 mm	7782,18 mm ²
E	2 x 0,5 x 49 X 12,59 mm	616,19 mm ²
F	2 X 13 X 32 mm	832 mm ²
Totaal per product		110245,89 mm ²
Per 9 producten		992213,01 mm ²

tabel 7. 1: Bewerkingstoeslag

Wanneer er gebruik wordt gemaakt van een plaat van één vierkante meter (1.000.000 mm²) kunnen er negen producten uitgehaald worden en is er een bewerkingstoeslag van 7786,99 mm² wat neer komt op 865,22 mm² bewerkingstoeslag per product.

Daarnaast worden er uit elk product dertien keer een vierkant uitgehaald van 28x28 millimeter. De totale bewerkingstoeslag per product komt dan neer op:

$13 \times 28 \times 28 + 865,22 = 11.075,22 \text{ mm}^2$ wat gelijk is aan 0,011 vierkante meter.
Per plaat (waaruit 9 producten worden gehaald) is de totale bewerkingstoeslag:

$11.075,22 \times 9 = 99.676,98 \text{ mm}^2$ wat neer komt op ongeveer 0,1 vierkante meter.

7.1.15. Stel per opspanning de microbewerkings volgorde vast.

In de subparagrafen 1.1.6 en 1.1.7 is een gedetailleerde beschrijving te vinden van de opspanningen, hierbij wordt ook aandacht geschonken aan de volgorde van de bewerkingen, wat de tussenbewerkingen zijn enzovoorts.

7.1.16. Specificeer per bewerking de gereedschappen en instelgrootheden.

In de paragrafen 1.1.4 en 1.1.7 is al aandacht geschonken aan de verschillende gereedschappen die gebruikt worden voor het maken van dit product.

7.1.17. Controleer de hele bewerkingsmethode.

Uit de controle van de diverse onderdelen van de bewerkingsmethode zijn geen fouten geconstateerd.

7.1.18. Vul het werkmethode formulier in en werk de omspantekeningen uit.

In bijlage 7 is het volledige bewerkingsplan terug te vinden, hierin zijn alle 17 voorgaande stappen verwerkt en is direct toepasbaar op de werkvloer.

8. Gevolgen voor de organisatie

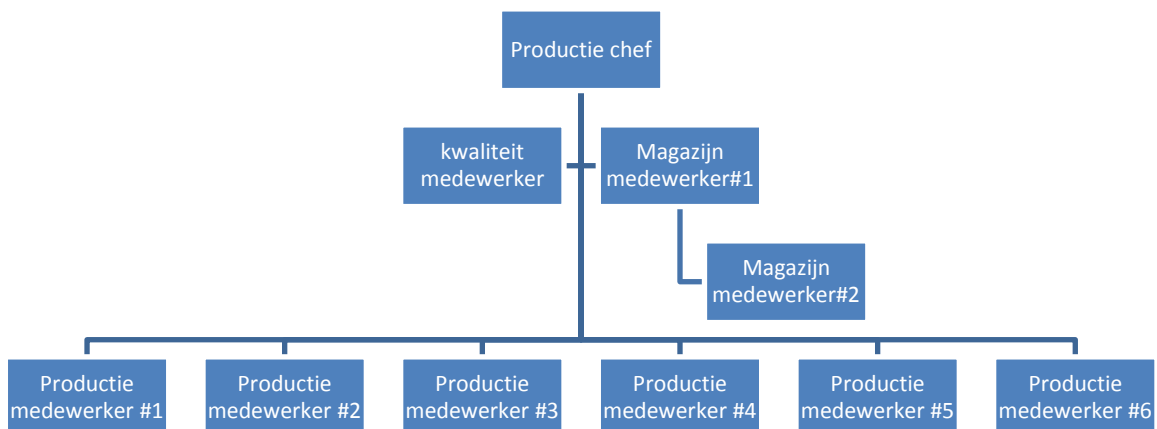
Wanneer de organisatie niet in staat is om de gevolgen van de introductie van het automatiseren te verwerken en begrijpen resulteert dit vaak in teleurstellingen. In dit hoofdstuk wordt er naar deze gevolgen gekeken.

- De kennis van de machines moet aanwezig zijn, van het gebruik en wellicht van het (eenvoudige) onderhoud;
- Personeel moet geschoold worden;
- Er zijn bepaalde eisen aan de tekeningen (het CAD bestand) zodat de machine deze goed kan lezen;
- Het management hoeft het personeel op de vloer niet meer zozeer te sturen, er zal niet veel tot geen personeel meer aanwezig zijn op de werkvloer

8.1. Hiërarchische gevolgen

Bij gebrek aan informatie over het oude proces kan er niet benoemd worden wat de precieze verschillen zullen zijn met de huidige situatie. Wel kunnen de gevolgen van de in paragraaf 5.5. genoemde job designs uitgelegd worden.

De productie afdeling zal in ieder geval de volgende functies hebben:



De magazijn medewerkers zullen de taken verdelen over inkomende en uitgaande goederen. En de productie medewerkers zullen rouleren in het productie proces, naar verdeling als in paragraaf 5.5. is uitgelegd.

9. Conclusie

9.1. Bevindingen & Conclusies

In dit rapport zijn een aantal bevinden en conclusies getrokken, in deze paragraaf worden deze conclusies en bevinden nogmaals puntsgewijs per hoofdstuk aangekaart.

Hoofdstuk twee

- Het materiaal is S2345JR
- Het betreft geen hoogwaardig product wat dagen lang buiten in de meest extreme weersomstandigheden moet staan, waardoor de productie eisen minder scherp zijn
- In plaats van vier onderdelen wordt het product nu uit twee onderdelen vervaardigd, te weten een stalen plaat en het schroefdraad

Hoofdstuk drie

- De eerste bewerking wordt gedaan door een CNC freesmachine
- De tweede bewerking wordt gedaan door een CNC Kantpers
- De derde bewerking wordt gedaan door een TIG lasrobot
- De vierde bewerking wordt gedaan door een Stiflasrobot
- De vijfde en laatste bewerking (het poedercoaten) wordt voor nu uitbesteedt aan Nedcoat
- De totale bewerkingstijd wordt geschat op 125,35 Seconden
- De productiemiddelen bestaan uit:
 - o Quickmill Eliminator B1016
 - o ERMAK - Kantbank Model CNC - HAP 4100-160
 - o Fanuc ArcMate 120i Robot
 - o Cutlas KKA-200F

Hoofdstuk vier

- Er kan het beste geproduceerd worden met behulp van batches
- De optimale batchgrootte is 317 producten

Hoofdstuk vijf

- Lay-out één is het meest geschikt voor de productie

Hoofdstuk zes

- De totale investering is € 206.500,-
- De kostprijs is € 8,98
- De verkoopprijs is € 10,78
- De omzet is € 700.700,- per jaar
- De personeelskosten zijn € 126.720,- per jaar
- Setup kosten zijn € 5,-
- In de jaren 2010 tot en met 2015 wordt een winst behaald van € 581.257,60

Hoofdstuk zeven

In hoofdstuk zeven zijn geen duidelijke feiten aan te wijzen, daarin is voornamelijk naar voren gekomen hoe het product geproduceerd moet worden. Geconcludeerd kan worden dat wanneer een medewerker zich aan deze stappen houdt en met gezond verstand te werk gaat de productie tot een goed einde moet brengen.

9.2. Onderwerpen voor verder onderzoek

Tijdens de studie naar de oplossingen van de gegeven casus zijn er een aantal onderwerpen onderbelicht gebleven die in het kader van het onderzoek wel degelijk van belang zijn voor het tot een succes vol einde komen van een dergelijk project. Deze onderwerpen zullen in deze paragraaf worden opgesomd.

Onderwerpen:

- Definitieve locatie keuze
- Specifieke laad en los systemen voor verdere automatisering
- Tijdstudies naar het verplaatsen van halffabricaten tussen processen
- Computer model analyse van verschillende lay-outs
- Vraag verdeling over het jaar van de verschillende producten
- Invloeden uitbestedingen poedercoat proces met betrekking tot leveringstijden en opslag
- Het in gebruik nemen van een poedercoat lijn

Bronnen

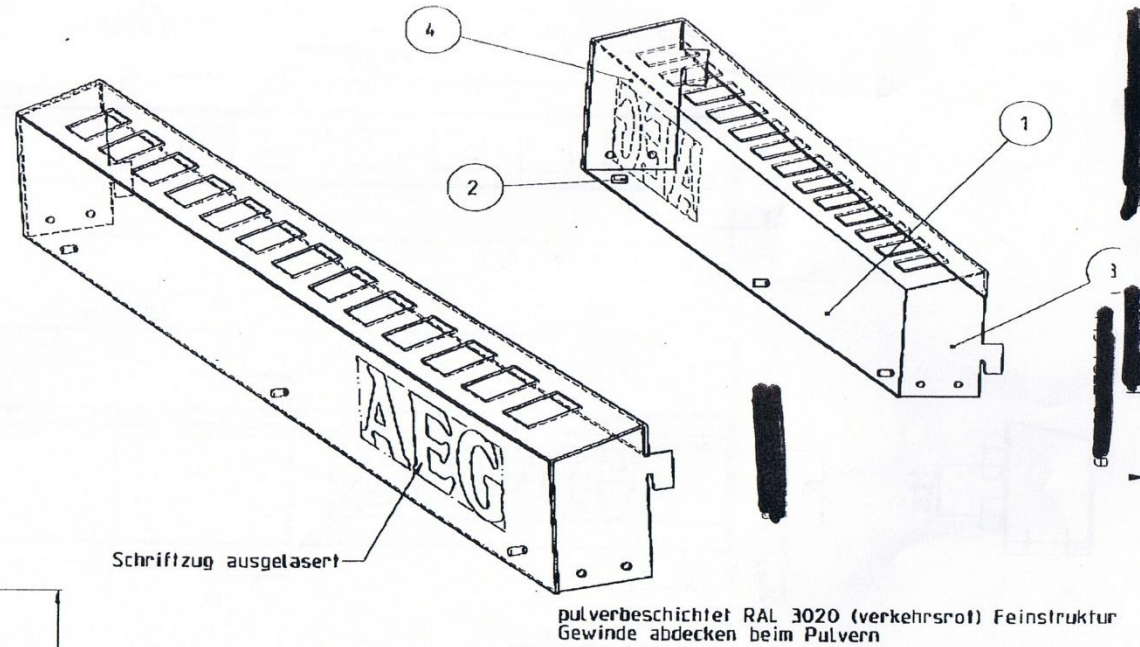
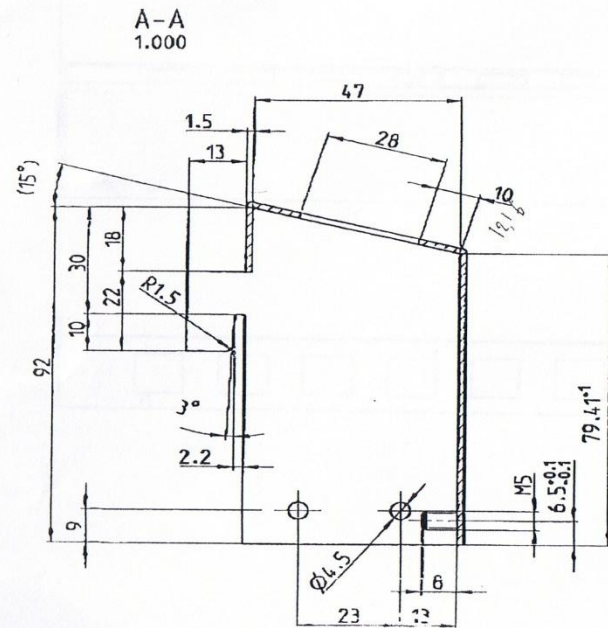
Websites

- <http://www.muilwijkfinishing.nl/poedercoaten.asp>
- <http://www.nedcoat.nl/nl/contact/>
- http://www.mspsystems.nl/producten_robots.php#Robot ZA 02
- http://www.entrepreneur.com/tradejournals/article/16482353_2.html
- <http://online.uis.edu/spring2002/bus322/lectures/chap08/sld023.htm>
- <http://us.gfac.com/products/details.cfm?ProdID=295>
- <http://www.multicam.com/eng/Products/2000series.html>
- <http://www.omax.com/waterjet-cutting-machines/model-55100.php>
- KMT Waterjet Systems
- <http://www.samsoncnc.com/specs.php>
- http://www.entrepreneur.com/tradejournals/article/16482353_2.html
- <http://auto.howstuffworks.com/>
- http://www.awl.nl/contact_details.aspx
- <http://www.nil.nl/laskennis>
- <http://www.howstuffworks.com/>
- <http://www.samsoncnc.com/specs.php>
- <http://www.ecvv.com/product/2242831.html>
- <http://www.quickmill.com/instock.php?show=machine&machine=30>

Boeken / pdf bestanden

- Integrated product, process and enterprise design
- Laskennis opgefrist nr. 7, NIL
- Geautomatiseerd buigen, FME CWM
- Performance Characteristics FANUC 18i-LB CNC
- Wij maken het verschil in PLoeien – lassen- lakken, Gilbos
- Staal S235JR Hammel
- Toegepaste Organisatiekunde, Peter Thuis, 4^e druk, Wolters Noordhoff
- Operations Management, Nigel Slack, Stuart Chambers, Robert Johnston, fifth edition, Prentice hall
- Automatisering van productieprocessen, Harrie Kaptein, 1e druk HB uitgevers
- Rapportagetechniek, Rien elling, Bas Andeweg, Jaap de jong en Christine Swankhuisen, Noordhoff wolters

Bijlage 1: De tekeningen



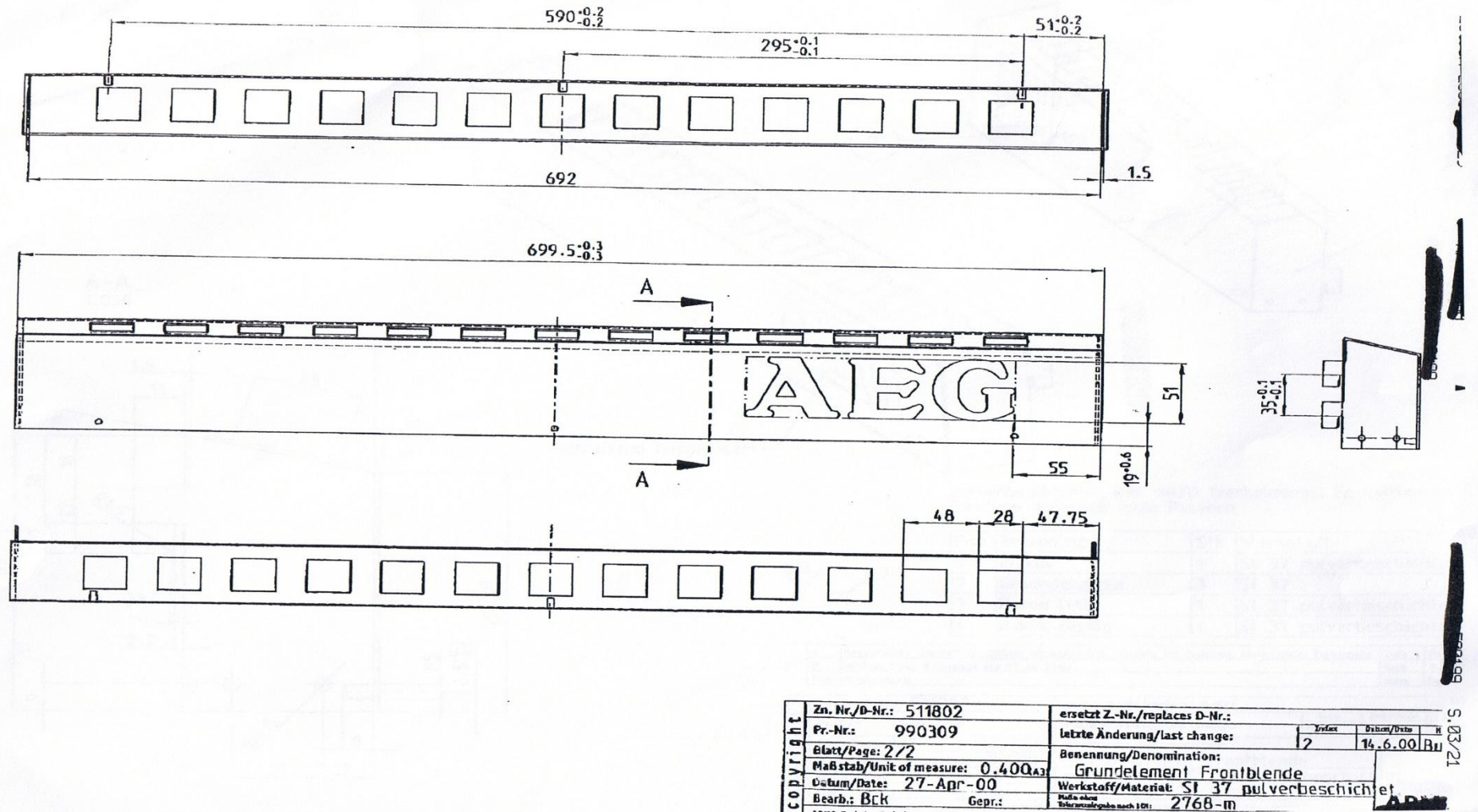
6.3
1-0.5

Pos	Benennung	Stk	Werkstoff
1	Blende	1	SI 37 pulverbeschichte
2	Gewindebolzen	3	SI 37
3	Haken links	1	SI 37 pulverbeschichte
4	Haken rechts	1	SI 37 pulverbeschichte

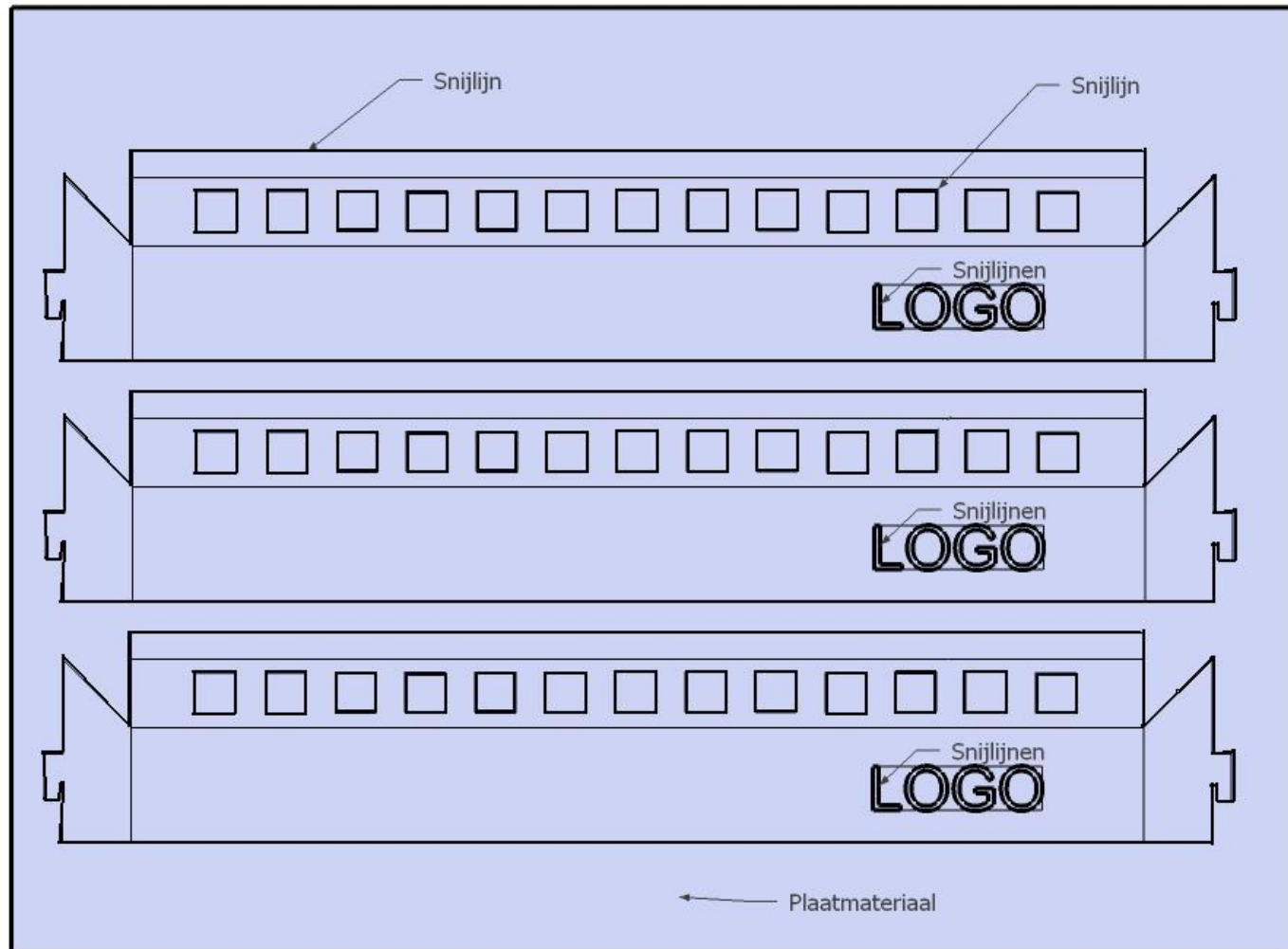
1	Gesamtbreite von 249 auf 699mm, zehnjährige Halt, Abmaße der Quadrate, Logo position, Farbangebe	Bck	06.
2	Abstand seilb. Bohrungen von 27 auf 23mm	Bck	14.6
Index Beschreibung		Name	Dat
Zn. Nr./D-Nr.: 511802		ersetzt Z.-Nr./replaces D-Nr.:	
Pr.-Nr.: 990309		letzte Änderung/last change:	
Blatt/Page: 1/2		Benennung/Denomination:	
Maßstab/Unit of measure: 0.400A3		Grundelement Frontblende	
Datum/Date: 27-Apr-00		Werkstoff/Material: SI 37 pulverbeschichte	
Beo.d.: Bck		Gepr.: 2768-m	

+49 7022 500199
S.02/21

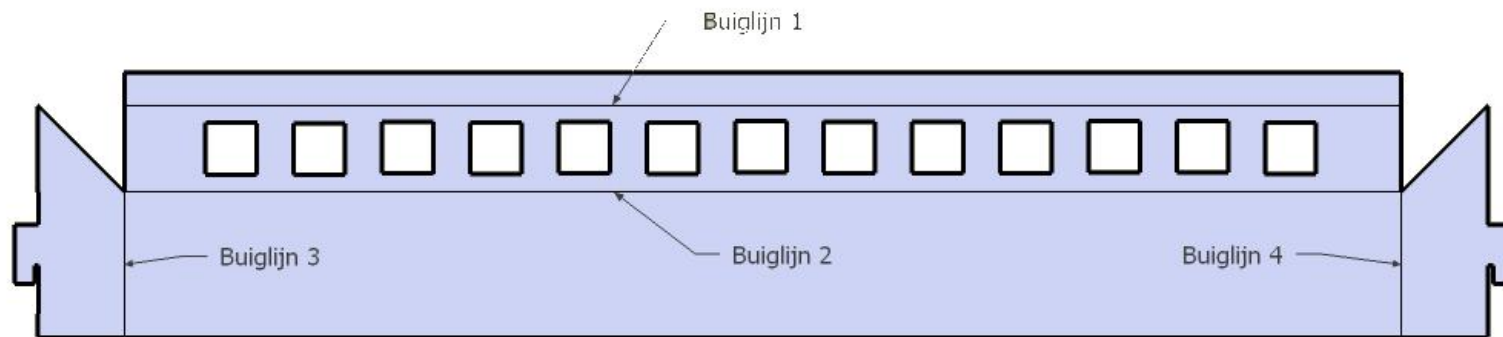
Automatiseringsproject



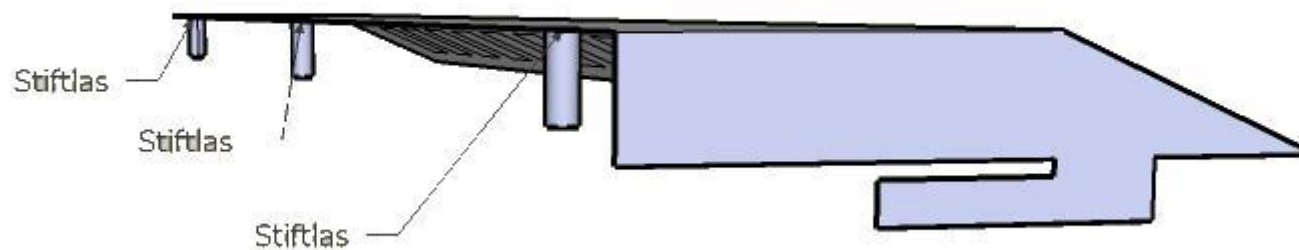
Bijlage 2: Bewerking 1



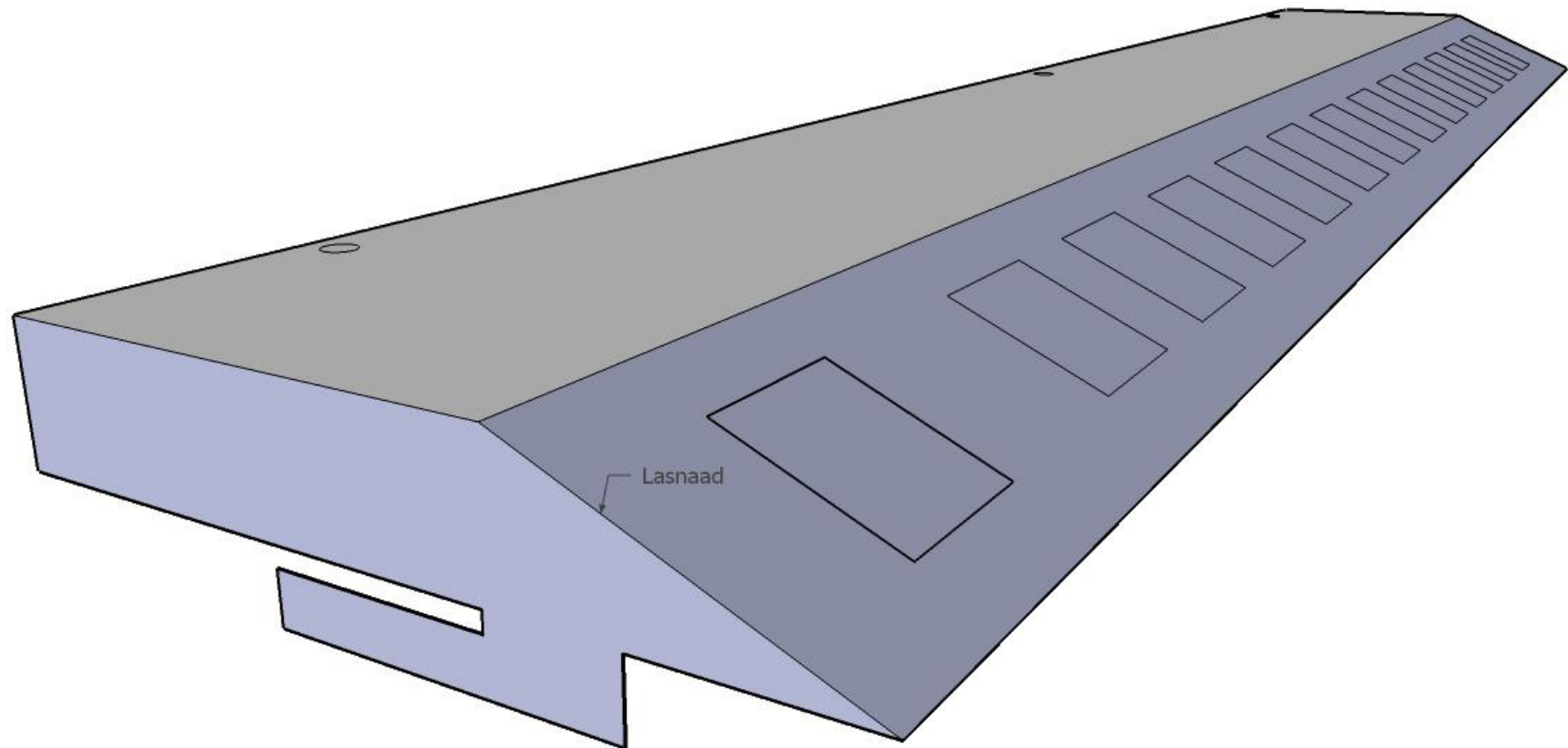
Bijlage 3: Bewerking 2



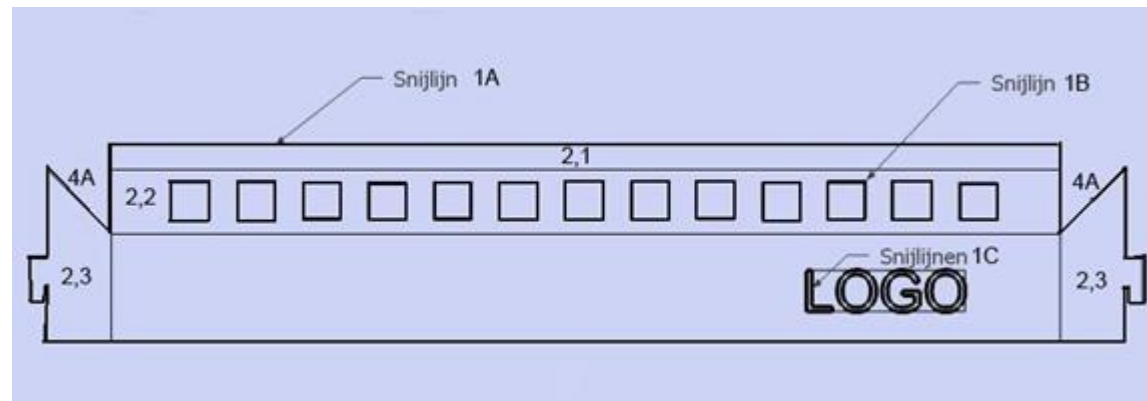
Bijlage 4: Bewerking 3



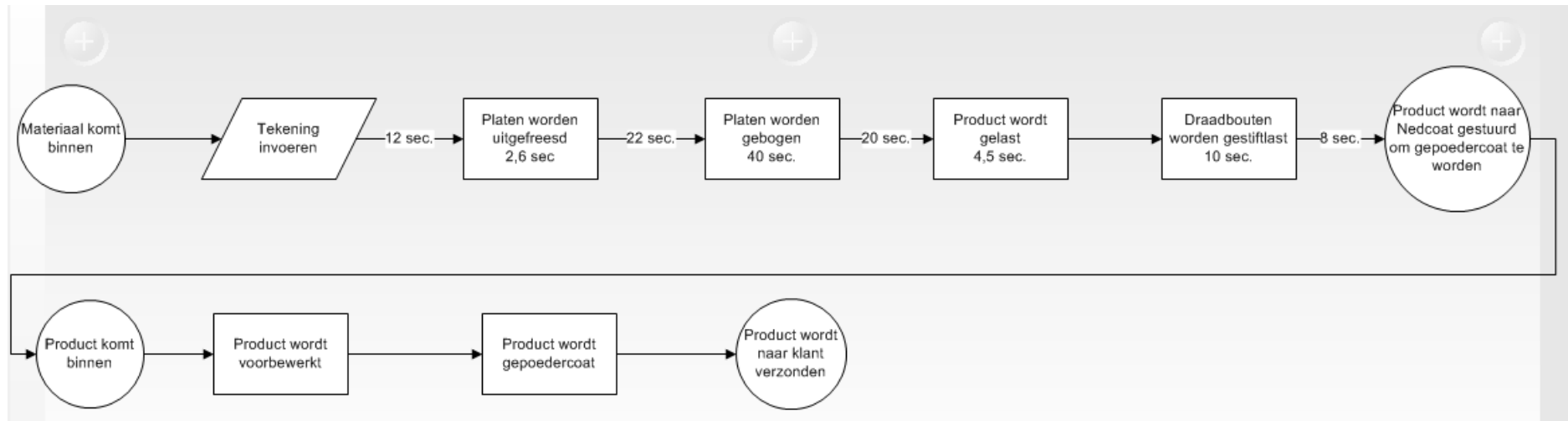
Bijlage 5: Bewerking 4



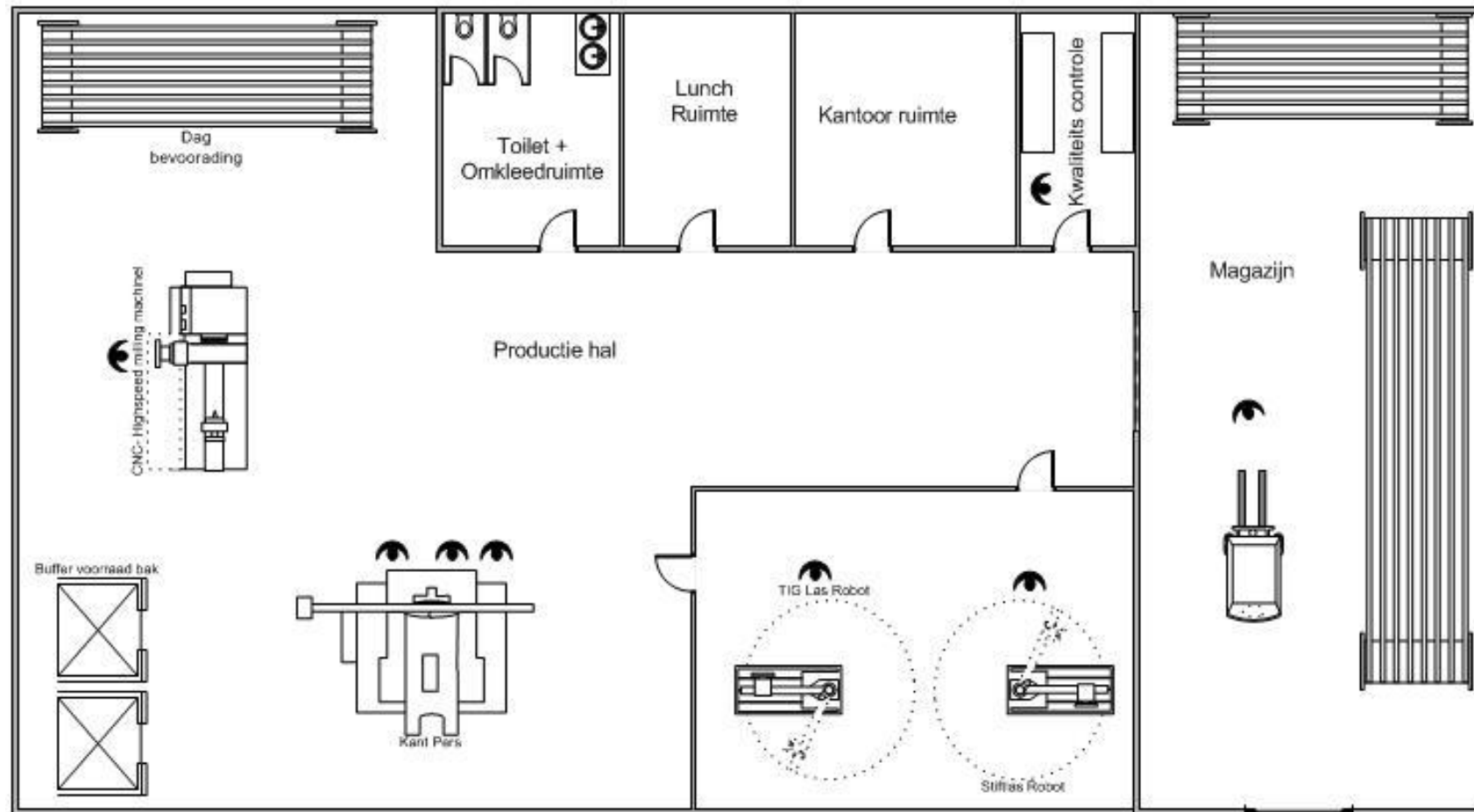
Bijlage 6: Uitslag product met aangegeven vlakken



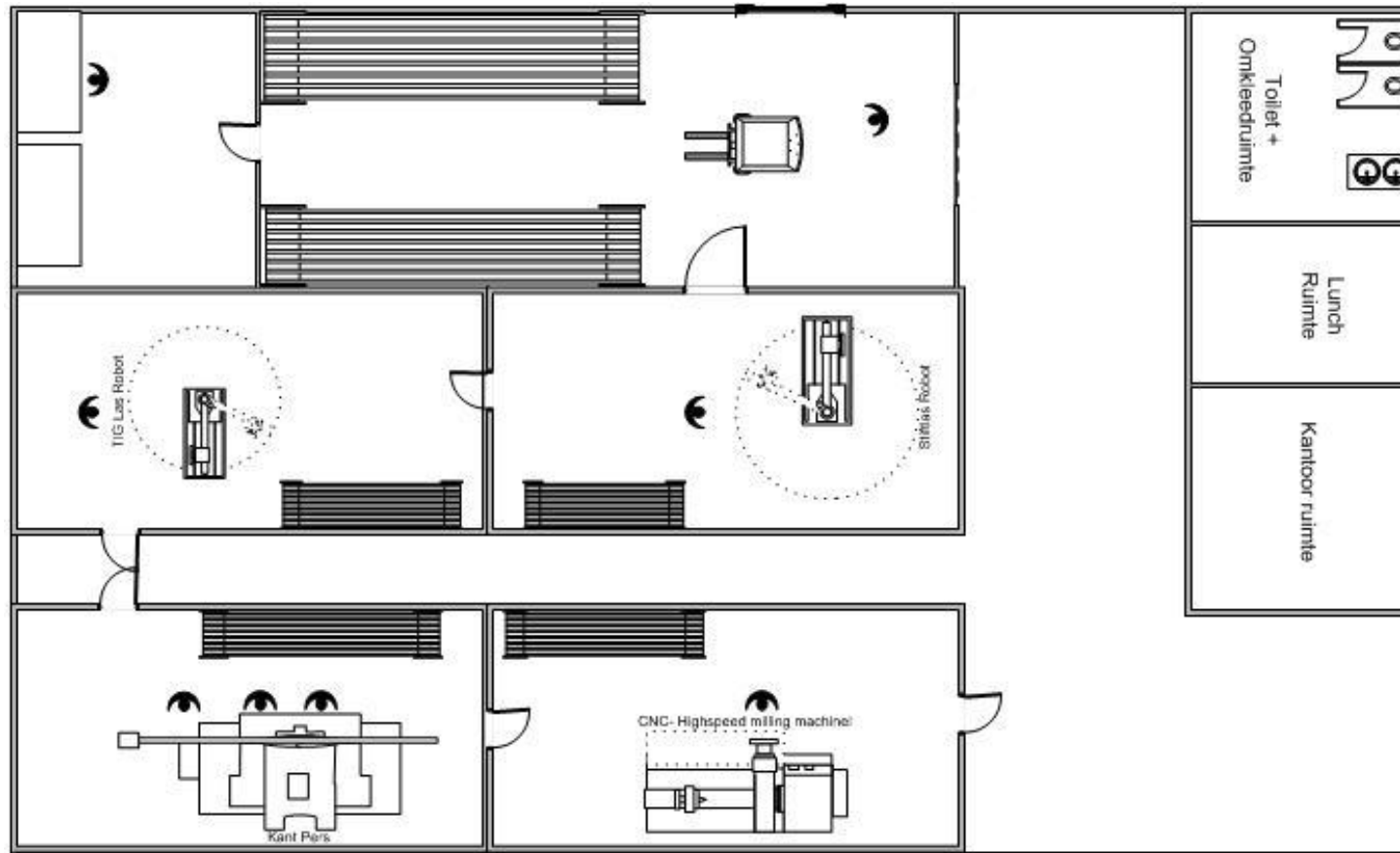
Bijlage 7: Proces Flow



Bijlage 8: Lay-out één



Bijlage 9: Lay-out twee



Automatiseringsproject

Bijlage 10: Bewerkingsplan

Bewerkingsplan							
Naam onderdeel: Rood kapje				Datum: 25-06-2010		Bladnr.: 1/2	
Behorende bij tekening: Bijlage 1 - 6				Gemaakt door: Jeffrey Slort & Michael van Dijk			
Onderdeel nummer: 511802				Aantal: 65.000		Materiaal: S235JR	
Hoofdafmetingen uitgangsmateriaal: lengte 699,5 mm breedte 145,6 mm dikte 1,5 mm							
Bewerkingsvolgorde, zoals hieronder beschreven							
Volg nummer	Vlak	Bewerking	Bewerkingstoeslag	Wijziging machine en/of opspanning	Verspanend gereedschap	Instelgrootheden (Staat geregistreerd in de programmatuur van de machine)	Opmerkingen
001	1A	Uitslag uitsnijden	865,22 mm ²	NVT	NVT	699.5 x 145,61 x 1,5 mm ³	Controleer afmetingen steekproefsgewijs
002	1B	13 vierkanten uitsnijden	10192 mm ²	NVT	NVT	28 x 28 x1,5 mm3	Idem
003	1C	Logo uitsnijden	Verschilt per order	NVT	NVT	Verschilt per order	Idem
004	2.1	Buigen (105 graden)	NVT	NVT	NVT	Hoek van 105 graden	Controleer hoek steekproefsgewijs
005	2.2	Buigen (85 graden)	NVT	NVT	NVT	Hoek van 85 graden	Idem
006	2.3	Buigen (90 graden)	NVT	NVT	NVT	Hoek van 90 graden	Idem
007	3A	Stiftlassen	NVT	NVT	NVT	NVT	
Bladnr.: 2/2							
008	3B	Stiftlassen	NVT	NVT	NVT	NVT	

Automatiseringsproject

009	3C	Stiftlassen	NVT	NVT	NVT	NVT	
010	4A	Vlak lassen	NVT	NVT	NVT	NVT	Let op! Eerst ontvetten
011	4B	Vlak lassen	NVT	NVT	NVT	NVT	Let op! Eerst ontvetten
012	Hele product	poedercoaten	NVT	NVT	NVT	NVT	

Bijlage 11: Lijst met leveranciers

In deze bijlage zijn een aantal leveranciers terug te vinden die één van de productiemiddelen leveren.

- Thoman
- SAF/Tauring
- Euromac
- CMA
- AFA
- Safan BV
- Jorg Machines BV
- Germa Techniek BV
- Darley BV
- Posthumus Machines en Revisie BV
- Oude Reimer BV
- LVD Benelux NV
- Kaltenbach Tools BV
- Finn-power NV
- Promas BV
- Emco
- Danobat
- Goratu
- GMW
- Waardeel bv
- AWL
- Fanuc
- Damen CNC
- Valk Welding
- Mathis Technologies
- KGR SPA
- Siemens (CNC besturings software)
- Studco
- Elektrolas