



# barbas bellfires .



## MODULEOPDRACHT INDUSTRIËLE AUTOMATISERING

Automatiseringsvoorstel: Barbas Bellfires

Naam cursist : T.J.G. Raes

Cursistnummer : 460270

Datum : 31 Maart 2018

Instituut : NCOI Opleidingsgroep

Opleiding : HBO Industriële automatisering

Module : Industriële automatisering

Naam docent : Alfred Schut

## Voorwoord

Mijn naam is Tom Raes en ik ben sinds 2014 werkzaam bij de haarden producent Barbas Bellfires. Bij dit bedrijf ben ik begonnen als productiemedewerker, waarbij ik na het tonen van mijn kwaliteiten nu in het stuurteam werkzaam ben. In een team van vijf collega's, zijn wij verantwoordelijk voor de stuklijst inrichtingen, planning en inkopen.

Voor mijn persoonlijke ontwikkeling en mijn toekomst in het bedrijf, ben ik gestart met de HBO opleiding 'Industriële automatisering'. De huidige module 'Industriële automatisering' is onderdeel van de opleiding en wordt afgesloten d.m.v. een module opdracht. Dit is mijn tweede moduleopdracht bij de NCOI opleidingsgroep.

In eerste instantie ben ik deze module gestart met de gedachte om d.m.v. software en programmering, processen te automatiseren. Echter toen ik begon met mijn voorbereiding voor de eerste les, kwam ik er snel genoeg achter dat mijn verwachtingen niet juist waren. Het ging in deze module over het automatiseren van productieprocessen d.m.v. machines. Dit is een gebied waar ik weinig kennis van heb, want ik ben niet technisch aangelegd. Uiteindelijk ben ik wel blij met de kans dat ik deze module heb mogen volgen. De lessen en de behandelde stof vond ik namelijk erg interessant. Het verbreedt ook mijn zicht in mogelijkheden voor het bedrijf.

Het heeft me enorm veel moeite gekost om een goed proces te kiezen voor deze module opdracht. Mijn bedrijf Barbas Bellfires is ingericht aan de richtlijnen van QRM, Lean en JIT, waar vrijwel geen seriële productie bestaat. Ik heb echt goed door het bedrijfsproces moeten gaan om een passend proces voor de opdracht te vinden. Dit is bevorderlijk geweest voor mijn kennis over het productieproces van het bedrijf.

Met goede ondersteuning van mijn docent, Alfred Schut, die ik enkele vragen heb gesteld via e-connect dan wel in de lessen, heb ik mijn module opdracht kunnen schrijven. Zonder hem had ik door de bomen het bos niet meer gezien en was het me niet gelukt.

Ik wens u veel leesplezier.

Tom Raes

## Samenvatting

Barbas Belfires is een gas- en houthaarden fabrikant. Als service leveren ze bij elke haard een muurkastje om extra onderdelen in op te bergen. De productie van een muurkastje wordt uitgevoerd door twee personeelsleden. Barbas Belfires wil het productie proces van het muurkastje zodanig automatiseren, zodat de twee medewerkers kunnen worden uitgespaard.

Het ontwerpplan is een transportband welke langs vier werkstations gaat. Naar behoefte wordt product A, de basis, op de lopende band gelegd. Deze verplaatst zich naar werkstation 1. Bij dit werkstation wordt er door een pick and place unit een product toegevoegd op de transportband. De producten die op de transportband zijn geplaatst, worden vervolgens door een assemblage unit (SCARA-type) aan elkaar gemonteerd. Wanneer de stappen bij werkstation 1 voltooid zijn, zal de transportband de samenstelling verplaatst naar werkstation 2. De stappen worden bij elk werkstation uitgevoerd, dus in totaal zijn er 4 pick and place acties en 4 assemblage acties. Het samengesteld product komt vervolgens in een buffer terecht, waaruit het op behoefte kan worden toegevoegd aan de haard.

De automatisering van het proces is een investering zijn die zich binnen een jaar moet terug verdienen. Het verdien model is gebaseerd op de besparing van twee medewerkers. De machine moet een minimale output van 17.000 stuks kunnen realiseren en moet ruimte hebben om de output te vergroten vanwege de geplande groei van het bedrijf. Binnen het bedrijf moeten minimaal twee medewerkers bekwaam zijn om onderhoud te kunnen uitvoeren en eventuele hoofdcomponenten te kunnen verwisselen. Dit is eis een om de levensduur van de machine te bewerkstelligen en stilstand te voorkomen.

De machine moet voldoen aan de machinerichtlijn norm EN-ISO 14121-1 om veiligheid en gezondheid te waarborgen. In het verslag is een risicobeoordeling gedaan t.b.v. de risicoanalyse, risico-evaluatie en de risico reductie van de automatisering. Hieruit is gebleken dat de machine zeer veilig is en voldoet aan de eisen en richtlijnen. Dit is gerealiseerd door minimale interactie met werknemers, het plaatsten op de juiste plek in de productie en het goed opleiden van personeel.

Het bedrijf zal wat betreft de productieplanning weinig veranderingen merken. Dit komt doordat het productieproces het zelfde blijft, alleen niet meer handmatig wordt uitgevoerd. Om de machine efficiënt te laten werken moeten de afspraken met leveranciers herzien worden. De verpakkingswijze en bestelgrootte moet worden aangepast a.d.h.v. de voorkeuren van de machine. Tevens zal de goederen ontvangst moet worden geïnformeerd over de nieuwe manier van aanvullen. Intern zullen er trainingen en/of opleidingen moeten worden georganiseerd voor het bekwaam maken van personeel om ingrepen aan de machine uit te kunnen voeren. Het bedrijf zal zich moeten voorbereiden op een interne verhuizing en een eventuele kleine verbouwing.

De gekozen programmeertaal is Sequential Function Charts (SFC), wat een van de 5 standaardtalen is uit de IEC 61131-3 standaard. Deze keus is gemaakt omdat alle actuatoren in een vast stappenplan achter elkaar worden doorlopen. SFC is een visuele programmeertaal wat er voor zorgt dat het programma overzichtelijk en gemakkelijk leesbaar wordt. Aspecten zoals debuggen en troubleshooten van het programma wordt hierdoor ook gemakkelijker.

## Inhoudsopgave

Voorwoord .....	1
Samenvatting.....	2
1. Inleiding .....	4
1.1 Barbas Bellfires .....	4
1.2 Aanleiding.....	4
1.3 Leeswijzer.....	4
2. Analyse van het bedrijfsproces .....	4
2.1 Het huidige proces.....	4
2.2 Het ontwerpplan .....	5
3. Eisen aan het automatiseringsproject .....	5
3.1 Technische eisen.....	5
3.2 Economische eisen .....	6
3.3 Onderhoudseisen .....	6
4. Componenten.....	6
4.1 Uitvoerorganen .....	6
4.2 Detectiemiddelen.....	7
4.3 Hoofdschakelementen .....	7
4.4 Besturing en voeding.....	7
5. Veiligheid en risicoreductie.....	8
5.1 Risicoanalyse .....	8
5.2 Risico-evaluatie .....	8
5.3 Risicoreductie.....	8
6. Gevolgen voor organisatie, duurzaamheid en bedrijfsvoering .....	8
6.1 De organisatie .....	8
6.2 Duurzaamheid .....	9
6.3 Gevolgen voor de bedrijfsvoering.....	9
7. Ontwerpbeschrijving.....	9
7.1 Machinebeschrijving .....	9
7.2 Bewegingsvolgorde .....	9
7.3 PLC-programmering .....	10
8. Reflectie.....	11
9. Bibliografie.....	12
Bijlage 1: Ontwerpvoorstel: muurkastje .....	13
Bijlage 2: Productie Proces .....	13
Bijlage 3: Risicoanalyse.....	15
2.1 SETUP.....	15
2.2 Risicoschatting (FMEA) .....	15
Bijlage 4: Bewegingsdiagram (WST-Diagram) .....	16
Bijlage 5: PLC-programma (SFC).....	17

# 1. Inleiding

## 1.1 Barbas Bellfires

In 2004 zijn twee gas- en houthaarden fabrikanten gefuseerd. Dit resulteert in het bedrijf genaamd Barbas Bellfires welke gevestigd is in Bladel, Noord-Brabant. Met 160 personeelsleden worden hier ongeveer 17.000 haarden geproduceerd per jaar, wat resulteert in een omzet van 28 miljoen euro. Het assortiment bestaat uit 60 type haarden en met heel scala aan opties. Om dit te kunnen bewerkstelligen is het bedrijf ingericht met kenmerken van Quick Response Manufacturing (QRM), Just In Time (JIT) en Lean Management.

In het primaire productieproces van Barbas Bellfires wordt begonnen met de productie van staalonderdelen d.m.v. lasersnijden, kantbanken en lasbewerkingen. Deze worden vervolgens opgeslagen in een magazijn. Op behoefte van een klantenorder worden de benodigde staaldelen gepickt uit dit magazijn en doorlopen ze vervolgens een lakproces. Tijdens het lakken komt er een signaal bij de prefabricage afdeling, deze afdeling kan nu starten met de productie van onderdelen zoals deuren, branders en het samenstellen van het interieur. De staaldelen die het lakproces hebben doorlopen, worden samengevoegd met de prefab onderdelen. De kar met onderdelen wordt vervolgens naar de montage gebracht waar de haard geassembleerd wordt naar de wens van de klant. Aan het einde van het proces wordt de haard ingepakt en verstuurd naar de klant.

Op de prefabricage afdeling worden enkele onderdelen zoals o.a. deuren en interieur samengesteld, waaronder ook het muurkastje. Dit is een product welke samen met de haard kan worden in gebouwd. In bijlage 1 afbeelding 1 zie je hoe het product kan worden toegepast. Hierin kunnen de losse componenten zoals een afstandsbediening en wifi-modules worden opgeborgen. Het muurkastje bestaat uit vijf losse onderdelen die in een vaste volgorde aan elkaar worden bevestigd. Dit product wordt door Barbas Bellfires bij iedere haard geleverd.

## 1.2 Aanleiding

Barbas Bellfires is een gezond bedrijf waarin ze jaren op rij een groei realiseren. Met het oog op verdere groei in de toekomst, wordt er na gedacht over proces optimalisering en waar mogelijk automatisering. Op alle afdeling worden er plannen uitgevoerd om deze doelen te realiseren. Processen worden op elkaar afgestemd, er worden specifieke montagekarren gemaakt om de assemblage te bevorderen en er wordt intern verhuist om de interne flow van producten te verbeteren.

Het muurkastje is een product dat met elke haard wordt geleverd, dit wil zeggen dat de productie ongeveer 17.000 stuks per jaar is. Het design en kwaliteit van het product is naar wens van de verkoopmarkt van Barbas Bellfires. Het hoeft niet of minimaal aangepast te worden en de assemblage is altijd hetzelfde. De aantallen worden in het huidige proces gerealiseerd door twee medenemers. Dit samen maakt het aantrekkelijk om te onderzoeken of dit proces geoptimaliseerd kan worden en nog beter, geautomatiseerd kan worden.

## 1.3 Leeswijzer

In dit hoofdstuk is uitgelegd wat Barbas Bellfires is en de aanleiding van het project. In hoofdstuk 2 wordt het proces en het ontwerpplan besproken. De eisen aan dit project worden vastgesteld in hoofdstuk 3. De benodigde componenten worden beschreven in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 en 6 worden de risico's en gevolgen voor het bedrijf behandeld. hoofdstuk 7 wordt een representatief deel van het ontwerp uitgewerkt als presentatie hoe de automatisering in zijn werk zal gaan.

# 2. Analyse van het bedrijfsproces

## 2.1 Het huidige proces

Het huidige productieproces van de muurkastjes is een eenvoudig vierstappen plan. De samenstelling bestaat uit vijf onderdelen, product A t/m E. Product A is de basis van de gehele samenstelling en per stap wordt er een volgend onderdeel toegevoegd aan het product. In bijlage 2 is het proces schematisch weer gegeven met een visualisatie van de producten.

Het bedrijfsbureau besteldt de producten A t/m E bij de leverancier a.d.h.v. artikel parameters. Door een stuklijstinrichting kunnen zij bepalen wanneer het geleverd moet worden. Wanneer de bestelling geplaatst is, krijgt de leverancier één week om de producten te produceren en te leveren. De producten worden vervolgens verwerkt door de goederen ontvangst en getransporteerd naar de bufferlocatie.

Uit de bufferlocatie worden door de twee medewerkers de benodigde producten gepickt en meegenomen naar hun werkplek. Hier liggen alle benodigde gereedschappen en bevestigingsmaterialen om het muurkastje te assembleren. In bijlage 1 afbeelding 2 kun je zien hoe de montage cel van muurkastjes eruit huidig ziet.

## 2.2 Het ontwerpplan

In paragraaf 2.1 is de assemblage beschreven d.m.v. vier stappen. Met deze kennis is gekozen voor een automatiseringsplan waarin een transportband langs vier assemblage stations gaat, waarna het product geassembleerd is. In bijlage 1 afbeelding 3 is een schematische opstelling gemaakt van de machine.

Aan de voorzijde van de transportband wordt de toevoer van product A geregeld d.m.v. een stopschuif. Naar behoefte zal deze schuif opengaan en zal het assemblage traject starten. De transportband zal product A naar werkstation 1 verplaatsen. Door een optische sensor zal de band op het juiste moment stoppen, waardoor het product zich op de juiste plek bevindt. Vervolgens wordt de pick & place unit (P&P-unit) gestart om product B bij product A te plaatsen op de transportband. Wanneer het product is geplaatst en de P&P-unit terug in rust stand staat, kan de assembly unit zijn programma starten. De producten A en B zijn nu geassembleerd en beide machines zijn terug in ruststand, nu wordt er een signaal gegeven aan de motor om de transportband te herstarten.

Dit proces, 1) transportband uit, 2) programma P&P unit, 3) programma assembly unit, 4) transportband aan, wordt in totaal viermaal uitgevoerd, met als resultaat een totaal geassembleerd muurkastje. Dit wordt opgevangen in een buffer. Aan deze buffer is een sensor gemonteerd die signaleert wanneer de voorraad onder een bepaald aantal komt. Indien dit gebeurt, wordt er een signaal gegeven aan de voorkant, waardoor de schuifstop weer wordt geopend en het proces weer wordt gestart.

## 3. Eisen aan het automatiseringsproject

Aan het ontwerpplan voor de automatisering zijn enkele eisen gesteld, waaraan het project moet voldoen voor het gerealiseerd mag worden. De eisen hebben zijn in drie categorieën: technische eisen, economische eisen en onderhoudseisen.

### 3.1 Technische eisen

De machine moet een minimale output van 17.000 stuks per jaar kunnen behalen en er moet ruimte zijn om deze output te verhogen. Aangegeven is dat Barbas Bellfires een gezond bedrijf is, dus mag er vanuit worden gegaan dat de output per jaar blijft groeien.

De machine mag niet meer ruimte nodig hebben wat nu beschikbaar is. De meest ideale situatie zou zijn als er ruimte wordt bespaard met dit project.

Het muurkastje is een product wat zowel kwalitatief als design conform de markt is. Echter moet er rekening worden gehouden dat het product kan worden aangepast. De aanpassingen zullen minimaal zijn, de machine moet hierop kunnen worden aangepast.

De programmeertaal moet conform IEC 61131-3 zijn. Zoals beschreven in het boek *Industriële automatiseringstechnieken* (A. Drost, C.J. van Beekum, A. SA, 2014) is er keus uit: Instruction List (IL), Structured Text (ST), Ladder Diagram (LD), Function Block Diagram (FBD) of Sequential Function Chart (SFC).

De machine voldoet zich aan de eisen conform richtlijnen 2006/42/EG van het Europese parlement en de raad t.b.v. de essentiële gezondheids- en veiligheidseisen.

### 3.2 Economische eisen

De kosten van het project moet zich in een jaar terug verdiend hebben. De maximale kosten kunnen worden berekend op twee manieren. Het is afhankelijk van het bedrijf welke keus gemaakt wordt.

- Aangegeven door de financiële afdeling bedraagt het bedrag voor één FTE per jaar inclusief overhead €37.000. Dit betekent dat het project een limiet heeft van €74.000 vanwege de uitsparing van twee personeelsleden.
- De twee uitgespaarde personen worden elders ingezet in het productieproces. Door deze verschuiving is het mogelijk om per FTE één haard meer te produceren per dag. Dat wil zeggen dat dit een bijdrage van (48 werkweken \* 5 werkdagen \* 2 haarden per dag) 480 haarden per jaar oplevert. Aangegeven door de financiële afdeling is de gemiddelde winst per haard €800 bedraagt, resulteert dit in een budget van €384.000. Dit budget is alleen reëel als het bedrijf de verhoogde input kan bewerkstelligen in verkopen van haarden.

Het project heeft een doorlooptijd van start tot operationeel van maximaal 4 maanden.

### 3.3 Onderhoudseisen

Bij alle onderdelen van de machine moet minimaal één keer per jaar onderhoud worden uitgevoerd.

Voor de kritieke onderdelen van de machine moeten er afspraken gemaakt worden dat er 24/7 telefonisch contact gemaakt kan worden in geval van problemen. Mits het probleem niet telefonisch opgelost kan worden, moet er een servicemonteur binnen 8 uur op locatie zijn voor reparatie.

Twee personeelsleden moeten intern opgeleid worden om simpel onderhoud te kunnen verrichten en/of simpele foutmelding te kunnen oplossen. Ten alle tijden is er één werknemer aanwezig in het bedrijf wanneer de machine operationeel is.

Hoofdkomponenten en/of kritieke onderdelen van de machine moeten op voorraad liggen. De onderdelen kunnen worden gebruikt om het stilstand van de machine te voorkomen.

## 4. Componenten

In dit hoofdstuk wordt er beschreven welke hoofdonderdelen er nodig zullen zijn om de machine te assembleren en te laten opereren. De onderdelen zijn verdeeld in vier hoofdgroepen: "uitvoerorganen", "detectiemiddelen", "hoofdschakelcomponenten" en "besturing en voeding".

### 4.1 Uitvoerorganen

- Transportband aangestuurd door een asynchrone KA-draaistroommotor.
  - Er is veel variatie in de formaten van transportbanden. Deze flexibiliteit zorgt voor mogelijkheden in het assembleren van de machine.
  - Transportbanden en KA-draaistroommotoren worden veel gebruikt in installaties en machines, hierdoor is er veel kennis over het gebruik van de componenten en wat de mogelijkheden zijn.
  - Het toerental van de motor is recht evenredig aan de frequentie van de netspanning. Het creëert de mogelijkheid om de draaisnelheid van de motor, dus ook de transportband, in te stellen. Tevens is de snelheid betrouwbaar en constant bij een KA-draaistroommotor.
  - De KA-draaistroommotor is gemakkelijk te produceren vanwege het ontbreken van sleepringen, koolborstels en spoelen. Het resulteert in minimaal onderhoud.
  - Bron: A. Drost, C.J. van Beekum, A. SA, (2014). *Industriële automatiseringstechnieken*
- Assembly Unit: SCARA-type
  - SCARA robots zijn assemblage robots die snel kunnen werken en consistent een hoog niveau van nauwkeurigheid kunnen leveren.
  - De SCARA robot is een relatief kleine robot, hierdoor kan er gewerkt worden aan een ruimtebesparende automatisering.
  - De programmering van een SCARA robot wordt gedaan d.m.v. een point to point programma. Dit resulteert in een eenvoudige programmering waarvoor minimaal onderhoud noodzakelijk is.



- Bron: Makerarm (2016). *The first robotic arm that makes anything, anywhere.*
- Pick and Place Unit (P&P-unit)
  - De robot is in staat zelfstandig de aanvoer te verzorgen van producten uit de buffer aan het product op de transportband.
  - De robot is in staat om de producten nauwkeurig te plaatsen, dit is noodzakelijk in een assemblageproces.
  - De P&P-unit is een relatief kleine robot, hierdoor kan er gewerkt worden aan een ruimtebesparende automatisering.
  - De programmering van een P&P-unit wordt gedaan d.m.v. een point to point programma. Dit resulteert in een eenvoudig programmering waarvoor minimaal onderhoud noodzakelijk is.
  - Bron: Universal Robots (2016). *Pick & Place door collaboratieve robotarmen.*
- Pneumatische schuifstop met enkelwerkende luchtcilinders
  - Productie van een schuifstop is goedkoop, eenvoudig en heeft de mogelijkheid om op maat gemaakt te worden door het grote aanbod van componenten.
  - De schuifstop levert een grote bedrijfszekerheid, want bij lekkage blijft het operationeel.
  - De schuifstop is brand- en explosieveilig.

## 4.2 Detectiemiddelen

- Optische sensor: Reflector sensor
  - De optische reflector sensor gebruikt infrarood licht. Het is niet zichtbaar en dus niet schadelijk voor het menselijk oog
  - Werkafstand van de optische reflector sensor is maximaal 4,5m.
  - Optische reflector sensoren hebben een schakelafstand van 100m.
  - De optische reflector sensoren hebben een hoge nauwkeurigheid en een lage gevoeligheid voor vreemd licht
  - De sensoren zijn licht en compact, waardoor het monteren van de sensoren gemakkelijk is.
  - Optische reflector sensoren zijn goedkoop.
  - De producten die worden gebruikt in het proces zijn van metaal of wit gepoedercoat en zijn daarom niet transparant. De detectie van de onderdelen is hierdoor optimaal.
  - Optische reflector sensoren zijn gemaakt met LED-technologie, waardoor ze niet schadelijk zijn voor het milieu. Het draagt bij aan een duurzame omgeving.
  - Bron: Technoteek, Universiteit Twente (2012). *Optische sensoren.*

## 4.3 Hoofdschakelementen

- Relais t.b.v. elektrische componenten
  - Zoals A. Drost, C.J. van Beekum, A. SA (2014) aangeeft, is het elektrische relais het meest toegepaste hoofdschakelement. Er is veel informatie bekend over de relais en de mogelijkheden om toe te passen.
  - Contacten zijn monostabiel, wat gunstig is voor de elektrische componenten in de machine.
- Monostabiel 3/2-ventiel t.b.v. de pneumatische schuifstop
  - Door de minimale functionaliteit van het ventiel is dit het goedkoopste hoofdschakelement. Ondanks de minimale functionaliteit is het voldoende om de enkelwerkende cilinders van de schuifstop aan te sturen.

## 4.4 Besturing en voeding

- PLC (Programmable logic controller). De functionaliteit van de PLC moet minimaal zes ingangen en elf uitgangen bevatten. Met deze specificaties en de eisen uit hoofdstuk 3 '*Eisen aan het automatiseringsproject*' zal een Unitary PLC zoals bijvoorbeeld een Micrologix 1000 en goede keus zijn.
  - De PLC bevat 32 in- en uitgangen.
  - De PLC wordt rechtstreeks gekoppeld aan de machine.
  - Het is een basis controller wat een simpele functionaliteit bevat. Dit resulteert ook in een lage prijs. Het voldoet aan de eisen voor de machine.
  - Bron: Aries, B., Techwalla (2016). *The types of PLCs.*



- AS-i bus
  - Verzorgt een rechtstreekse koppeling van de sensoren en de actuatoren aan de PLC.
  - De datacommunicatie en de energietoevoer verloopt door dezelfde twee aderrige kabel, met als resultaat dat je minder bekabeling nodig hebt.
  - De AS-i bus geeft de mogelijkheid voor een digitale en analoge data transfer.

## 5. Veiligheid en risicoreductie

Hoogenkamp, P. (2010) geeft aan dat het stappenplan van EN-ISO 14121-1 voor een risicobeoordeling drie stappen bevat: risicoanalyse, risico-evaluatie en risicoreductie.

### 5.1 Risicoanalyse

Allereerst worden de grenzen van de machine bepaald d.m.v. de SETUP methode beschreven door Hoogenkamp, P. (2010). De bepaling van de grenzen van de machine is zichtbaar in bijlage 3 Risicoanalyse. Door het stellen van de grenzen kunnen we inschatten waar de mogelijke risico's zich bevinden. Met behulp van de FMEA-analyse (Oskam, Cowan, Hoiting, Souren (2012)) is er in bijlage 3 een risicoschatting gemaakt.

### 5.2 Risico-evaluatie

In de risicoanalyse-fase is het duidelijk gemaakt dat er weinig tot geen risico's aanwezig zijn. Dit resultaat is behaald doordat:

- De besturing, het aanvullen van bufferproducten en uitpakken van eindproducten op een veilige afstand wordt gedaan. Dit is terug te zien in het ontwerpvoorstel in bijlage 1 afbeelding 3.
- De krachten die worden uitgevoerd door de machine dermate laag zijn dat dit geen ernstig letsel kan veroorzaken bij de persoon.
- De machine zo ontwikkeld is dat het functioneert zonder personeel. De enige reden dat er een werknemer in de buurt van een machine komt is, als er een onderdeel wordt vervangen. Dit wordt door een vakman of gekwalificeerd persoon vervangen met de netspanning uit om gevaren uit te sluiten.

### 5.3 Risicoreductie

Aan de hand van de vorige twee paragrafen is duidelijk gemaakt dat er geen risico reductie noodzakelijk is om aan de wettelijk verplichte eisen en richtlijnen te voldoen. Mocht het bedrijf dit niet voldoende vinden, kan er worden gedacht aan:

- Een afbakening om de machine, dan wel met hekken als met tape ter indicatie van een gevarezone.
- Duidelijke instructies goed zichtbaar bij de machine.

## 6. Gevolgen voor organisatie, duurzaamheid en bedrijfsvoering

### 6.1 De organisatie

Voor het bedrijf zal de automatisering resulteren in enkele gevolgen. De machine heeft als doel om het productieproces over te nemen van het maken van muurkastjes. Dit wordt nu uitgevoerd door twee medewerkers. Het resultaat van het vrijspelen van deze medewerkers zal als gevolg hebben dat zij ingezet kunnen worden elders in het productieproces. Wanneer er geen vraag is voor een capaciteitsuitbreiding in het primaire proces, zal het bedrijf een keus moeten maken om de overcapaciteit te laten gaan in vorm van ontslag.

De automatisering neemt nieuwe technologie mee naar het bedrijf. De eisen in hoofdstuk drie geven aan dat er minimaal twee personeelsleden moeten worden opgeleid om de basis functionaliteiten en storingsen te kunnen oplossen. Deze medewerkers zullen ook verantwoordelijk worden voor het eens per week schoonmaken van de machine.

## 6.2 Duurzaamheid

De eisen geven aan dat eens per jaar onderhoud uitgevoerd moet gaan worden op de machine. Dit is samen met het intern onderhouden noodzakelijk om de levensduur van de machine te optimaliseren.

Onderdelen en componenten die cruciaal zijn voor de machine, moeten op voorraad worden gelegd. Het bestellen en beheren wordt een nieuwe verantwoordelijkheid die nog moet worden gewaarborgd door het bedrijf. Bij een storing kunnen de betreffende onderdelen in een korte periode worden vervangen door de intern opgeleide werknemers om stilstand te voorkomen.

## 6.3 Gevolgen voor de bedrijfsvoering

De automatisering neemt een bestaand productieproces over. Dit resulteert in een ongewijzigde detailplanning voor de productie. Op langer termijn zal de planning een aanpassing maken, in de vorm van het produceren van meer haarden.

De afspraken die met de leverancier zijn gemaakt over het leveren van de onderdelen, zullen herzien moeten worden. De verpakkingwijze en leveraantallen worden aangepast t.b.v. de machine. Deze wijzigingen hebben impact op de goederen ontvangst. Zij moeten een uitleg krijgen over het vullen van de buffer en het omgaan met de geleverde producten.

De machine zal niet op dezelfde plek geplaatst worden waar de muurkastjes nu geproduceerd worden. Interne verschuiving van bijvoorbeeld stelling gaat een noodzaak worden in dit project. Eventueel zal er ook een kleine verbouwing moeten plaats vinden.

# 7. Ontwerpbeschrijving

## 7.1 Machinebeschrijving

Om aan te tonen hoe de automatisering te werk gaat op detail niveau, wordt er in het komend hoofdstuk aangetoond hoe de P&P-unit in assemblage station 1 zal gaan werken. Het betreft hier een TTR-robot. Dit wil zeggen dat het twee translaterende beweging heeft en een roterende beweging. De drie bewegingen voor deze P&P-unit zijn:

- De grijper (G), bevat twee standen: open en dicht.
- De arm (H), bevat twee standen: hoog en laag.
- Het roterende deel (R), bevat twee standen: boven de product buffer en boven de transportband

De gegeven bewegingen kunnen we zoals weergegeven in tabel 1 worden genoteerd:

Onderdeel	Gegeven 0 (rust)	Gegeven 1 (actief)
Grijper (G)	Open	Dicht
Arm (H)	Hoog	Laag
Rotatie (R )	Boven buffer	Boven transportbaan

Tabel 1: Bewegingstabel

## 7.2 Bewegingsvolgorde

Het programma start altijd vanuit ruststand, dat betekent dat de grijper openstaat, de arm zich in hoge stand bevindt en de arm boven de buffer is gepositioneerd. Wanneer de optische sensor het start signaal geeft, verplaatst de arm zich naar beneden en pakt product B uit de buffer door de grijper te sluiten. Met de grijper gesloten, verplaatst de arm zich weer omhoog. Aangekomen met product B in de grijper in de hoge stand, wordt de arm geroteerd tot boven product A op de transportband.

Vervolgens zakt de arm naar beneden en wordt de grijper weer geopend. Product A en product B zijn nu gepositioneerd op de transportband en de P&P-unit wordt terug gekeerd in ruststand door eerste de arm omhoog te verplaatsen en vervolgens terug te roteren.

Deze bewegingsvolgorde is in bijlage 4 vertaald naar een bewegingsdiagram. In het diagram kunnen op de eerste drie horizontale lijnen de bewegingen van de actuatoren worden afgelezen en de relatie t.o.v. elkaar zien. Zoals wordt beschreven in het boek Industriële automatiseringstechnieken (A. Drost, C.J. van Beekum, A. SA, 2014) moet een controletelling worden uitgevoerd op volgordebesturing om er achter te komen of een ongelijkmaakgeheugen noodzakelijk is. Deze controle is uitgevoerd op de drie horizontale lijnen onder de bewegingen van actuatoren. Hieruit blijkt dat er geen twee dezelfde signaalcombinaties bestaan, dus is de ongelijkmaakgeheugen niet noodzakelijk. Op de horizontale lijnen onder de controletelling is zichtbaar gemaakt welke signalen en commando's er plaats vinden om de beweging van de P&P-unit te realiseren. Met behulp van het bewegingsdiagram kunnen we de volgende besturingsformules opstellen:

$$\begin{aligned} G- &= G1 \cdot H1 \cdot R1 \\ G+ &= G0 \cdot H1 \cdot R0 \\ H- &= G1 \cdot H1 \cdot R0 + G0 \cdot H1 \cdot R1 \\ H+ &= G0 \cdot H0 \cdot R0 \cdot St + G1 \cdot H0 \cdot R1 \\ R- &= G0 \cdot H0 \cdot R1 \\ R+ &= G1 \cdot H0 \cdot R0 \end{aligned}$$

### 7.3 PLC-programmering

De taal die gekozen is voor het programmeren is Sequential Function Chart (SFC). Dit is een van de 5 talen gedefinieerd in de standaard IEC 61131-3. De motivatie voor deze keus is:

- Het is een grafische programmeertaal en geen tekst gebaseerde programmeertaal. Dit zorgt er voor dat het proces overzichtelijk en gemakkelijk te begrijpen en/of te lezen is.
- Het is een taal gemaakt voor een stapsgewijs programma, acties die elkaar opvolgen en deze vervolgens in een loop gebruiken. Dit is wat de P&P-unit doet.
- Zoals aangegeven wordt door Miles Budimir (What are sequential function charts (SFCs) for PLCs, 2017) wordt door SFC andere aspecten gemakkelijker en meer intuïtief. Bijvoorbeeld het debuggen en troubleshooten van het programma.

In bijlage 5 is het programma voor de P&P-unit geschreven in SFC. Het is goed zichtbaar dat het proces overzichtelijk is geworden. Na de initiële stap moet er telkens aan een waarde worden voldaan om de volgende stap te mogen uitvoeren. Er is d.m.v. programmering een eenvoudig proces weergegeven en werkbaar gemaakt.

## 8. Reflectie

Voor het behalen van mijn module voor de bachelor HBO Industriële automatisering, moet ik kunnen aantonen dat ik beschik over de gespecificeerde competenties van NCOI. Door middel van een module opdracht te schrijven, waarin ik een ontwerpvoorstel doe voor een automatisering van een proces in mijn bedrijf kan ik aantonen dat ik in de afgelopen drie maanden deze competenties eigen heb gemaakt.

Tijdens de periode van drie maanden heb ik deelgenomen aan drie lesdagen, waarin de benodigde stof werd behandeld. In de lessen namen we de stof door die ik voor elke les voorbereid had. De voorbereiding kwam neer op enkele hoofdstukken lezen met hierin informatie over industrie automatisering en vervolgens de daarbijhorende opdrachten uitvoeren om de stof eigen te maken. Naast het voorbereidingswerk en de lessen, moest ik op zoek naar een proces voor mijn module opdracht, zodat ik hiermee aan de slag kon en gelijktijdig de behandelde theorie in mijn opdracht kon verwerken.

De stof rondom industriële automatisering was compleet nieuw voor mij, waardoor ik nog geen kapstok had om de informatie aan op te hangen. Vanaf het begin was het voor mij duidelijk dat ik alles goed voor moest bereiden en daarnaast extra informatie moest vergaren om de opdracht tot een goed eind resultaat te brengen. Ook wist ik dat ik tijdig moest starten met het schrijven van mijn module opdracht, zodat ik de behandelde stof meteen kon verwerken. Ik was vastberaden om aan te tonen dat ik de gestelde competenties beheers.

Door me terdege voor te bereiden op de lesdagen, ben ik actief met de stof bezig geweest en heb ik het mezelf goed eigen kunnen maken. Hierdoor heb ik de module opdracht kunnen maken en kan ik laten zien wat ik geleerd heb betreft Industriële automatisering.

Bij aanvang van deze module opdracht werd ik verrast door het feit dat de stof niet het onderwerp behandelde dat ik in eerste instantie had verwacht. Toen ik me over deze verrassing had heen gezet heb ik ontzettend mijn best gedaan om het beste ervan te maken. Met het doorlopen van de stof en het steeds meer leren over Industriële automatisering, begon ik steeds meer te begrijpen en begon ik het te waarderen. Door een actieve houding bij deze module, heb ik een verslag kunnen schrijven waar ik tevreden over ben. Ook heb ik gemerkt dat ik beter ben geworden in het schrijven van een module opdracht, want dit is mijn tweede verslag wat ik schrijf in een lange tijd. Het verschil tussen het verslag van de vorige module en deze is als dag en nacht. Ik ben trots over hoe ik ben omgegaan met de verrassing betreffende het onderwerp en het beter worden in het verwoorden van mijn kennis op papier.

Ik heb geleerd om me in de toekomst beter te verdiepen in de stof die behandeld gaat worden, zodat ik een verrassing kan voorkomen. Ook ga ik blijven werken aan mijn vaardigheden wat betreft het schrijven van (module)opdrachten en/of verwoorden van processen en bevindingen.

## 9. Literatuurlijst

Aries B., Techwalla (2016). *The types of PLCs*. Geraadpleegd op 22 maart 2018, van <https://www.techwalla.com/articles/the-types-of-plcs>

Budimir, M. (2017). *What are sequential function charts (SFCs) for PLCs*. Geraadpleegd op 22 maart 2018, van <https://www.motioncontroltips.com/sequential-function-charts-sfcs-plcs/>

Drost, A., Beekun van, C.J., Sa, A. (2014). *Industriële automatiseringstechnieken*. Amersfoort: ThiemeMeulenhoff

Hoogenkamp, P. (2009). *Machinerichtlijn praktisch toepassen*. Delft: NNI.

Hoogenkamp, P. (2010). *Risicobeoordeling machinerichtlijn*. Delft: NNI.

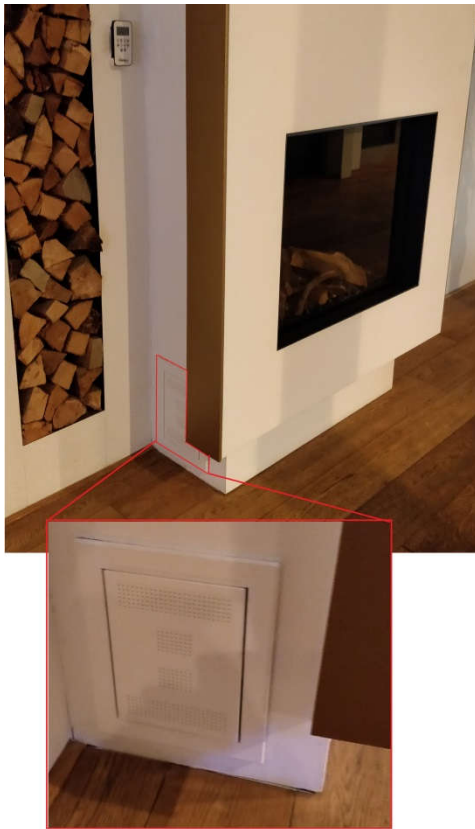
Makerarm (2016). *The first robotic arm that makes anything, anywhere*. Geraadpleegd op 22 maart 2018, van <https://www.kickstarter.com/projects/1849283018/makerarm-the-first-robotic-arm-that-makes-anything/description>

Oskam, Cowan, Hoiting, Souren (2012). *Aanpak FMEA-analyse*. Noordhof Uitgevers bv

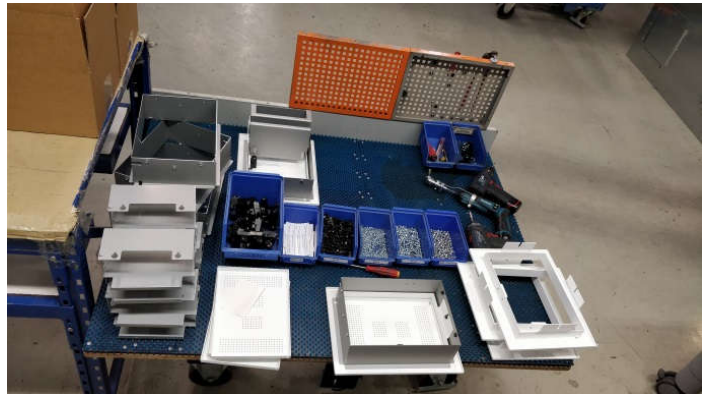
Technotheek, Universiteit Twente (2012). *Optische sensoren*. Geraadpleegd op 22 maart 2018, van [http://technotheek.utwente.nl/wiki/Optische\\_sensoren](http://technotheek.utwente.nl/wiki/Optische_sensoren)

Universal Robots (2016). *Pick & Place door collaboratieve robotarmen*. Geraadpleegd op 22 maart 2018, van <https://www.universal-robots.com/nl/toepassingen/pick-place/>

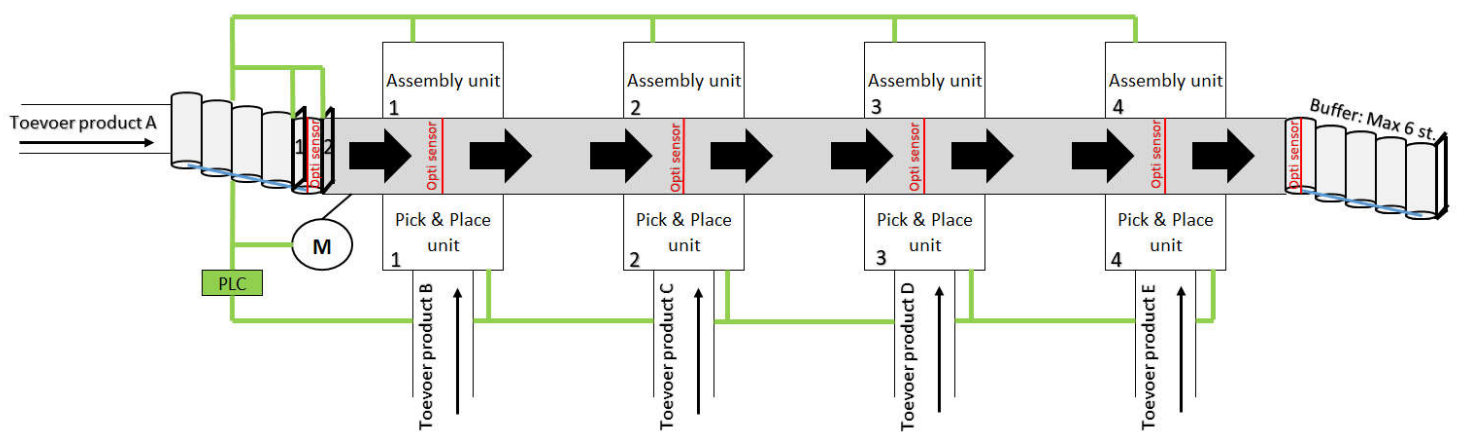
## Bijlage 1: Ontwerpvoorstel: muurkastje



Afbeelding 1: Muurkastje

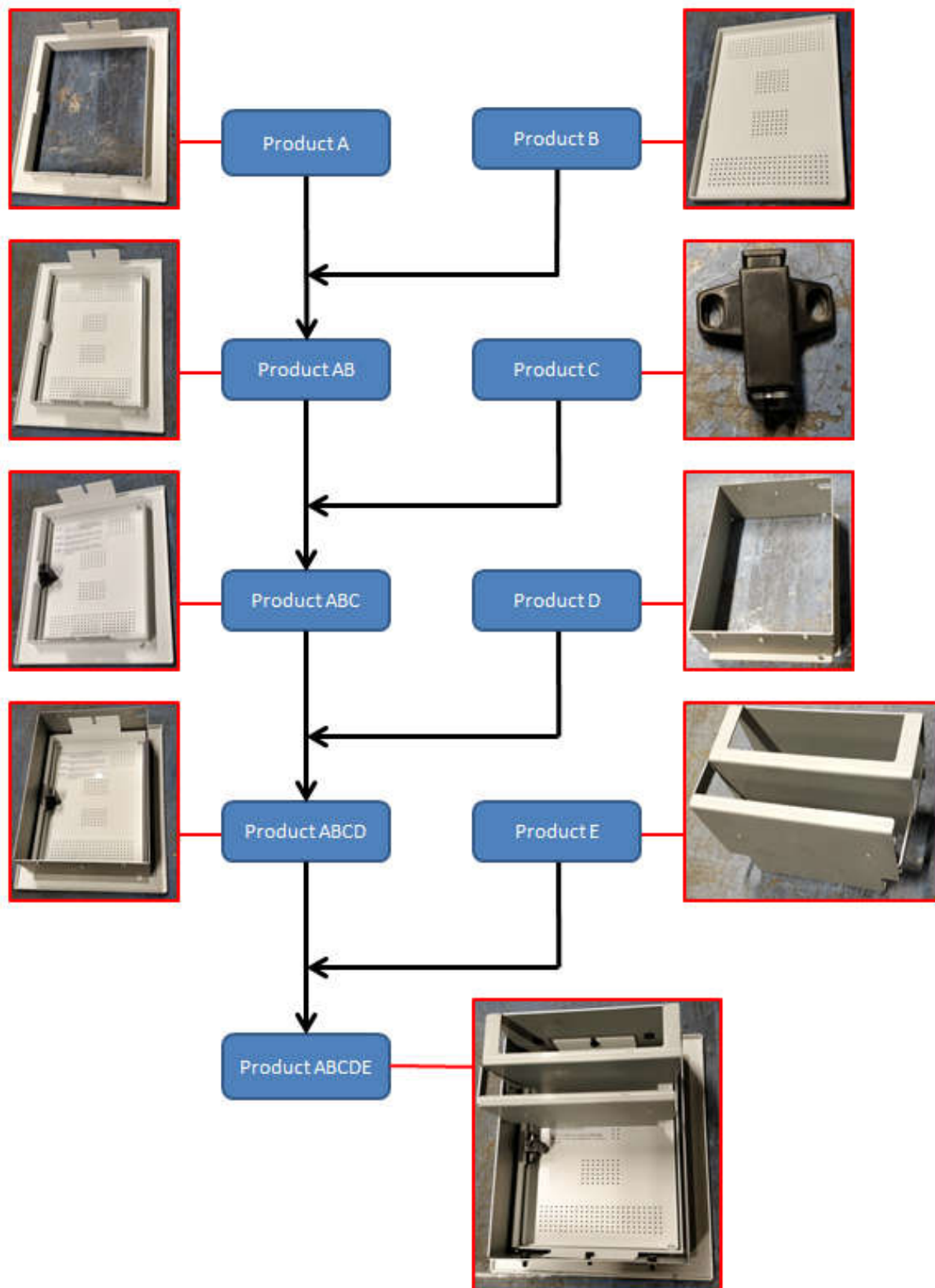


Afbeelding 2: Montage cel voor een muurkastje



Afbeelding 3: Ontwerpplan

## Bijlage 2: Productie Proces





## Bijlage 3: Risicoanalyse

### 2.1 SETUP

SETUP	Grenzen
Space	De machine vereist een minimaal grond oppervlakte van 10m x 5m, wat obstakel vrij is.
	De afmeting van de samenstelling zijn: lengte 430 mm – breedte 200 mm – hoogte 130 mm
	De aansluitingen en PLC moeten zich aan de achterzijde van de machine bevinden.
Environment	De machine moet in een niet druk bezochte locatie door werknemers staan.
	De machine moet in een verlichte en schone omgeving staan.
Time	De levensduur van de machine moet minimaal 5 jaar zijn. De machine moet dus minimaal 100.000 producten kunnen produceren
	Delen van de machine moet eens per jaar worden gecontroleerd en/of vervangen.
	De machine moet minimaal eens per week worden schoongemaakt.
Use	De machine moet in staat zijn de onderdelen zelfstandig te kunnen assembleren.
	De machine moet in staat zijn onderdelen te kunnen vervangen t.b.v. wijzigingen in het eindproduct.
	De machine is bedoeld om te worden onderhouden voor vakman of gekwalificeerd personeel dat de instructies van de gebruikershandleiding volgt.
Person	Reguliere gebruikers van de machine zijn alleen in staat om de buffer aan te vullen.
	Reguliere gebruikers van de machine zijn alleen in staat om de machine aan en uit te zetten.
	De machine is gebouwd om onbemand te opereren.
	Bij storing of foutmelding zal het gekwalificeerd personeel worden ingeschakeld.

### 2.2 Risicoschatting (FMEA)

Categorie	Van toepassing	Gevaar en/of opmerking	FMEA Ratings			
			Propability	Detection	Severity	Totaal (P*D*S)
Machinale gevaren	Ja	Beknelling of vastraken in de opererende machines.	1	1	5	5
Elektrische gevaren	Ja	Machine bevat elektrische componenten. Er kan kortsluiting of een storing ontstaan.	1	3	2	6
Gevaren door lawaai	Ja	Machine bevat meerdere robots. Deze veroorzaken geluid.	4	1	0	0
Gevaren door straling	Ja	Optische sensor gebruikt infrarood straling.	0	2	0	0
Thermische gevaren	Nee	Machine bevat geen thermische gevaren.	n.v.t.			
Gevaren door trilling	Nee	Machine bevat geen trillende componenten.	n.v.t.			
Gevaren door materialen en stoffen	Nee	Product heeft geen effect op gezondheid.	n.v.t.			

FMEA RATINGS	
P = Probability, chance that failure mode will occur	
0	impossible
1	accidental possible
2 t/m 3	low
4 t/m 6	average
7 t/m 8	high
9 t/m 10	very high

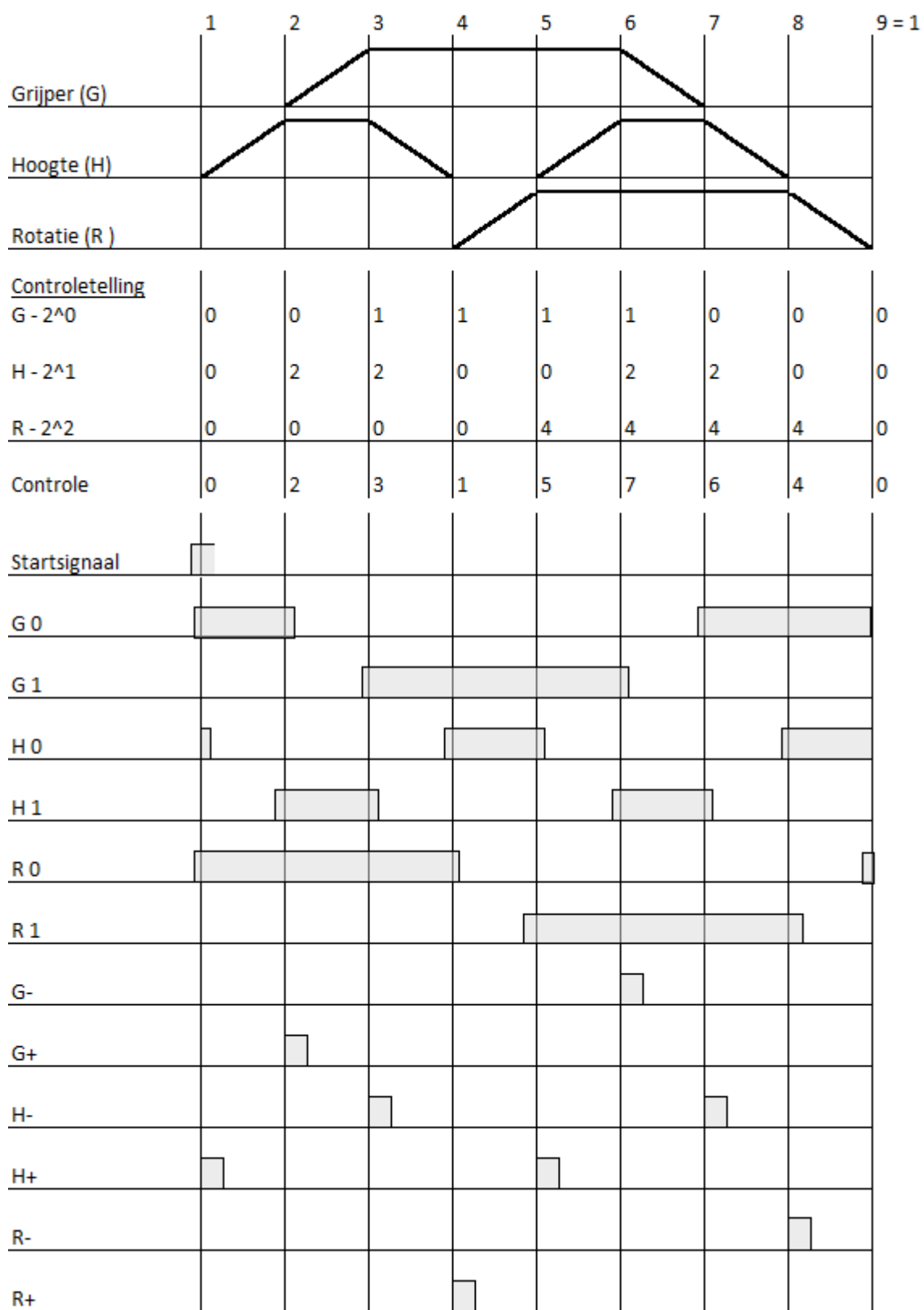
D = DETECTION, chance to detect a possible failure	
0	easy to detect and always in time
1	good get to the client
2 t/m 3	will probably get to the client
4 t/m 6	hard to detect
7 t/m 8	almost impossible to detect
9 t/m 10	impossible to detect

S = SEVERITY, seriousness of a failure effect	
0	no effect
1	hardly any effect
2	small interference in production
3 t/m 4	interference in production
5 t/m 6	irritated customer/user, heavy interference production
7 t/m 8	very irritated customer/user, customer or user complain
9 t/m 10	injury customer/user, possibly deadly

RPN = RISC PRIORITY NUMBER = P x D x S
gives a rough indication for the priority of the bottleneck on a scale from 1 to 1000 (1 = low priority; 1000 = very high priority)

RATINGS COLOUR CODING	
P, D -values	
if rating = < 8, cell is:	
if rating = 9 or 10, cell is:	
if rating = 0, cell is:	
S -values	
if rating = < 5, cell is:	
if rating = 6, 7 or 8, cell is:	
if rating = 9 or 10, cell is:	
if rating = 0, cell is:	
RPN values	
if RPN < 300, cell is:	
if 300 < RPN < 600, cell is:	
if RPN > 600, cell is:	

## Bijlage 4: Bewegingsdiagram (WST-Diagram)



## Bijlage 5: PLC-programma (SFC)

