

2016•2017
FACULTEIT INDUSTRIËLE INGENIEURSWETENSCHAPPEN
master in de industriële wetenschappen: energie

Masterproef
Ontwerp van puimmachine voor visueel controlesysteem

Promotor :
dr. ir. Johan BAETEN

Promotor :
Dhr. STIJN DILLEN

Martijn Clauwers
Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de industriële wetenschappen: energie

Gezamenlijke opleiding Universiteit Hasselt en KU Leuven

2016•2017
Faculteit Industriële
ingenieurswetenschappen
master in de industriële wetenschappen: energie

Masterproef

Ontwerp van puimmachine voor visueel controlesysteem

Promotor :
dr. ir. Johan BAETEN

Promotor :
Dhr. STIJN DILLEN

Martijn Clauwers
Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de industriële wetenschappen: energie

Woord vooraf

Deze masterproef vormt het sluitstuk tot het behalen van de graad van Industrieel Ingenieur aan de gezamenlijke opleiding industriële ingenieurswetenschappen van UHasselt en KU Leuven. Dit eindwerk is tot stand gebracht in samenwerking met ArcelorMittal, gelegen in Genk. Het onderzoek naar en ontwerp van een schuurmachine en –visiecontrolesysteem staat centraal in dit project.

De verwerking en controle via camerabeelden worden steeds belangrijker. Hierdoor leek mij dit niet alleen een uitdagende, maar ook interessante opdracht.

Doorheen de gehele opleiding zijn er verschillende aspecten aan bod gekomen, zo heb ik onder andere leren werken met Inventor. Dit komt zeker goed van pas bij het ontwerp en realisatie binnen dit project. Verder heb ik echter nooit met visiesystemen gewerkt met als gevolg dat het gebruikte softwarepakket SIAS zelf aangeleerd moest worden. De testopstelling werd gerealiseerd op ArcelorMittal, aangezien de nodige testen op de lijn zelf uitgevoerd werden.

Tenslotte wil ik nog enkele mensen bedanken die mij geholpen doorheen het academiejaar. Eerst en vooral wil ik mijn promotoren Baeten Johan, Dillen Stijn bedanken voor de geboden ondersteuning. Vervolgens dank ik de gehele organisatie van ArcelorMittal aangezien zij er alles aan hebben gedaan om deze masterproef in goede banen te leiden, zowel bij de integratie binnen het bedrijf als met hulp op technisch vlak.

Inhoudsopgave

WOORD VOORAF	1
LIJST VAN TABELLEN	5
LIJST VAN FIGUREN	7
VERKLARENDE WOORDENLIJST	9
ABSTRACT	11
ABSTRACT IN ENGLISH	13
1 INLEIDING	17
1.1 SITUERING.....	17
1.2 GALVANISATIELIJN	17
2 PUIJMACHINE	19
2.1 OPZET	19
2.1.1 <i>Probleemstelling</i>	19
2.1.2 <i>Doelstellingen</i>	19
2.2 ONTWERP	20
2.3 WERKING.....	21
2.3.1 <i>Perslucht cilinder</i>	21
2.3.2 <i>Lineaire motor</i>	22
2.3.3 <i>Koppelstuk</i>	23
2.4 RISICOANALYSE	24
2.4.1 <i>Inventarisatie potentiële gevaren</i>	24
2.4.2 <i>M.U.O.P.O.-analyse</i>	24
2.5 HANDLEIDING	26
2.5.1 <i>Flowchart</i>	26
2.5.2 <i>Werkwijze</i>	27
2.5.3 <i>Beveiliging op de sequentie</i>	27
3 VISIESYSTEEM	29
3.1 OPZET VISIESYSTEEM	29
3.2 ONDERDELEN VISIESYSTEEM	29
3.2.1 <i>Camera</i>	29
3.2.2 <i>Lens</i>	30
3.2.3 <i>Belichting</i>	30
3.3 SOFTWARE	30
4 FOUTENDATABASE.....	33
4.1.1 <i>Dubbels</i>	33
4.1.2 <i>Merken TD</i>	33
4.1.3 <i>Prikmerken</i>	34
4.1.4 <i>Schilfermerk</i>	35
4.1.5 <i>Pokmerken</i>	36
4.1.6 <i>Indeuking</i>	37
4.1.7 <i>Pinching TD</i>	38
4.1.8 <i>Paternoster</i>	39
4.1.9 <i>Druk- en dwarslijnen</i>	40
5 UITVOERING.....	43
5.1 TESTOPSTELLING	43
5.2 TESTRESULTATEN.....	43
5.2.1 <i>Fouterkenning</i>	43
5.2.2 <i>Puimvoorwerp</i>	47
5.2.3 <i>Evaluatie Resultaten</i>	48
6 BESLUIT.....	51
BIBLIOGRAFIE.....	53
BIJLAGE A: 2D-TEKENINGEN.....	55
<i>Bijlage A.2: Tussenplaat</i>	56

Lijst van tabellen

Tabel 1: Gevaren inventarisatie volgens de energievormen	24
Tabel 2: M.U.O.P.O.-analyse	24
Tabel 3: Ernstegraad dubbels.....	33
Tabel 4: Ernstegraad Merken TD.....	34
Tabel 5: Ernstegraad Prikmerk	35
Tabel 6: Ernstegraad schilfermerk.....	36
Tabel 7: Ernstegraad pokmerk	37
Tabel 8: Ernstegraad indeuking	38
Tabel 9: Ernstegraad Pinching.....	39
Tabel 10: Ernstegraad paternoster.....	40
Tabel 11: Ernstegraad druk- en dwarslijnen.....	41
Tabel 12: Visuele contrasttesten.....	44
Tabel 13: SIAS-contrasttesten.....	45
Tabel 14: Herkenningstesten	47

Lijst van figuren

Afbeelding 1: Galvanisatielijn.....	17
Afbeelding 2: Galvanisatiecel.....	18
Afbeelding 3: Galvanisatiecellen Sikkel.....	18
Afbeelding 4: Inspectieruimte.....	19
Afbeelding 5: 3D-ontwerp.....	20
Afbeelding 6: Persluchtcilinder	21
Afbeelding 7: Opbouw dubbelwerkende persluchtcilinder	21
Afbeelding 8: Lineaire motor.....	22
Afbeelding 9: Schuurpatroon puimmachine	23
Afbeelding 10: Puimpadhouder	23
Afbeelding 11: Piranha 2 camera.....	29
Afbeelding 12a: Cameraconfiguratie.....	29
Afbeelding 12b: Rodenstock 60mm lens.....	30
Afbeelding 13: Belichting	30
Afbeelding 14: Live beeld.....	31
Afbeelding 15: Systeemschema.....	31
Afbeelding 16: Coil report.....	31
Afbeelding 18: Dubbels monster.....	33
Afbeelding 19: Ontstaansproces merken	34
Afbeelding 20a,b: Merk monster.....	34
Afbeelding 21: Ontstaansproces prikmerk.....	35
Afbeelding 22: Prikmerk monster	35
Afbeelding 23: Ontstaansproces schilfermerk.....	36
Afbeelding 24: Schilfermerk monster.....	36
Afbeelding 25: Ontstaansproces pokmerk	37
Afbeelding 26a,b: Monster pokmerk.....	37
Afbeelding 27: Ontstaansproces Indeuking	38
Afbeelding 28: Monster indeuking.....	38
Afbeelding 29a,b: Monster pinching.....	39
Afbeelding 30: Ontstaansproces paternoster.....	40
Afbeelding 31: Monster paternoster	40
Afbeelding 32: Monster druk- en dwarslijnen	41
Afbeelding 33: Testruimte	43
Afbeelding 34: Puimpad.....	47
Afbeelding 35: Puimsteen	48
Afbeelding 36b: Puimsteen contrasttest (ernstegraad 2-3)	48
Afbeelding 36a: Puimpad contrasttest (ernstegraad 2-3).....	48
Afbeelding 38b: Puimsteen contrasttest (ernstegraad 1-2)	49
Afbeelding 38a: Puimpad constrasttest (ernstegraad 1-2).....	49
Afbeelding 40b: SIAS-contrasttest puimsteen	49
Afbeelding 40a: SIAS-contrasttest puimpad	49
Afbeelding 43: SIAS-beeld merk.....	50
Afbeelding 42: SIAS-beeld indeuking.....	50
Afbeelding 44a: SIAS-beeld prikmerk boven.....	50
Afbeelding 44b: SIAS-beeld prikmerk onder.....	50

Verklarende woordenlijst

Anode:	is de positieve elektrode. In de cellen van ArcelorMittal Genk zijn de anodes verticaal staande platen.
Coil:	opgerolde staalplaat
Decantatie:	scheidingsmethode van twee stoffen met een verschillende dichtheid
Diafragma:	opening in de lichtbaan van een lens of objectief die een bepaalde hoeveelheid licht door kan laten of tegenhouden.
Elektrode:	is een metalen plaatje waarop de elektrolyse gebeurt.
Elektrolyse:	is de ontleding van het elektrolyt en de daarbij optredende verschijnselen wanneer elektrische gelijkstroom door het elektrolyt gaat.
Elektrolyt:	is een vloeistof die positieve en negatieve ionen bevat en elektrische stroom kan geleiden door deze geladen ionen te verplaatsen. In het geval van ArcelorMittal Genk het zinkelektrolyt.
Kathode:	is de negatieve elektrode. In de cellen van ArcelorMittal Genk is de kathode de stroomrol en dus ook de daarop liggende plaat
Real-time:	wanneer de gecombineerde reactie- en uitvoertijd van een taak korter is dan de maximale tijd die is toegestaan, rekening houdend met invloeden van buitenaf.

Abstract

Onderzoek en ontwerp van een automatische schuurmachine en -visiecontrolesysteem voor stalen coils.

De gavanisatielijn van ArcelorMittal in Genk, voorziet corrosiegevoelige staalplaat voor de automobieliindustrie van een dunne laag zink. Na het verzinkingsproces volgt de controlefase waarbij de arbeiders mogelijke onderliggende fouten zichtbaar maken door het plaatoppervlak manueel te schuren met puimpads. De zichtbare fouten worden reeds gedetecteerd door het SIAS visiesysteem. Vervolgens controleren ze of er daadwerkelijk fouten waar te nemen zijn. Voorgaande methode brengt enkele problemen met zich mee. Enerzijds zorgt de manuele controle ervoor dat de staalplaat niet exact gecontroleerd wordt aangezien er altijd wel fouten onopgemerkt blijven. Anderzijds wordt de band steeds stilgelegd tijdens het puimen waardoor de totale procestijd verlengt.

De automatische controle van de staalplaat gebeurt met behulp van het visiesysteem SIAS. Er wordt onder een vergrendelde stop een puimbeurt gesimuleerd. De bewerkte staalplaat passeert dan vervolgens onder de SIAS camera's. De puimbeweging, die nodig is voor een optimale beeldherkenning, wordt met behulp van deze testopstelling getest. Het ontwerp van de puimachine combineert een lineaire motor en een perslucht cilinder die samen zorgen voor de nodige schuurbeweging zorgen.

De simulatie toont aan dat een correct puimproces ook onderliggende fouten (bv. indeuking) zichtbaar maakt voor detectie met het SIAS visiesysteem.

Abstract in English

Research and design of an autonomous grinding machine and visual quality control system for steel coils.

The galvanizing line at ArcelorMittal Genk provides corrosive steel sheets (produced for the automotive industry) with a thin layer of zinc. The galvanizing process is followed by the monitoring phase in which the workers reveal the possible underlying errors by manually grinding the sheet surface using grinding pads. Then they check if there are any visual errors. The foregoing method brings some problems with it. First of all, the visual check doesn't ensure that the plates are all fully checked out because there may always be errors that go unnoticed. Secondly, the steel sheets aren't allowed to move during the manually grinding. Due to this the total manufacturing time will increase.

The automatic checking of the plates is done by using SIAS machine vision software. While the steel sheets are being held in a locked position, a grinding-simulation will be proceed to happen. The steel sheets then subsequently proceed to pass through (under) the SIAS cameras. The use of the right grinding movement, which is needed for an optimal image recognition, will be tested with the help of this test set-up. The grinding machine is designed to ensure this optimal movement by using both a linear motor (horizontal movement) and a compressed air cylinder (vertical movement).

The simulation shows that a correct grinding process makes the underlying failures (eg. Dimples) visible for the SIAS vision system.

1 Inleiding

1.1 Situering

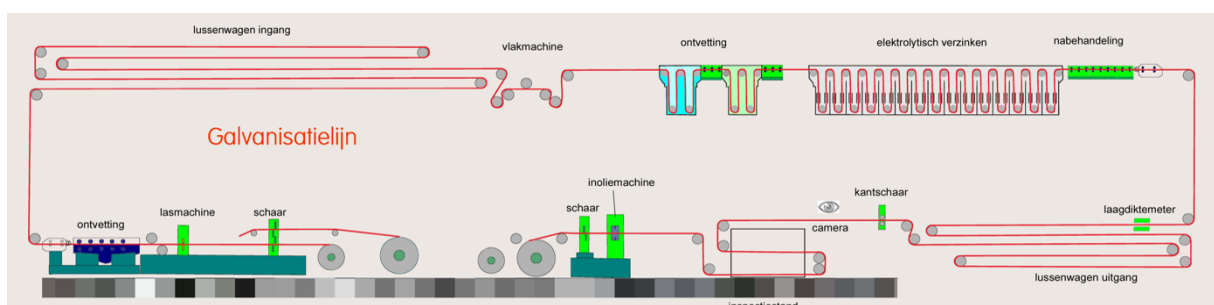
ArcelorMittal Genk, het vroegere Sikel N.V., is gelegen aan de Kanaaloever 3, op het industrieterrein van Genk-Zuid. Het is sinds 2006 een deel van de ArcelorMittal groep, die gevormd werd na de fusie tussen beide staalgiganten Arcelor en Mittal Steel in 2006. ArcelorMittal heeft een productie van meer dan 100 miljoen ton staal per jaar. Het is daarmee de grootste staalproducent ter wereld.



Het bedrijf ArcelorMittal Genk omvat een galvanisatielijn voor het continu elektrisch galvaniseren van stalen coils. Door de hoge kwaliteitseisen (op basis van de kwaliteit - en milieusystemen TS 16949 en ISO 14001) is het voor ArcelorMittal Genk mogelijk om meer dan 95% van de productie aan de automobiellindustrie te leveren.

Het bedrijf besteedt, door middel van een constante opvolging, veel aandacht aan zowel veiligheid, energieverbruik, personeel en milieu, alsook aan de verhoging van de productiekwaliteit. Het gebruik van een gesloten elektrolytkringloop en een eigen afvalwaterzuiveringsstation zorgen voor een minimale belasting van het milieu.

1.2 Galvanisatielijn

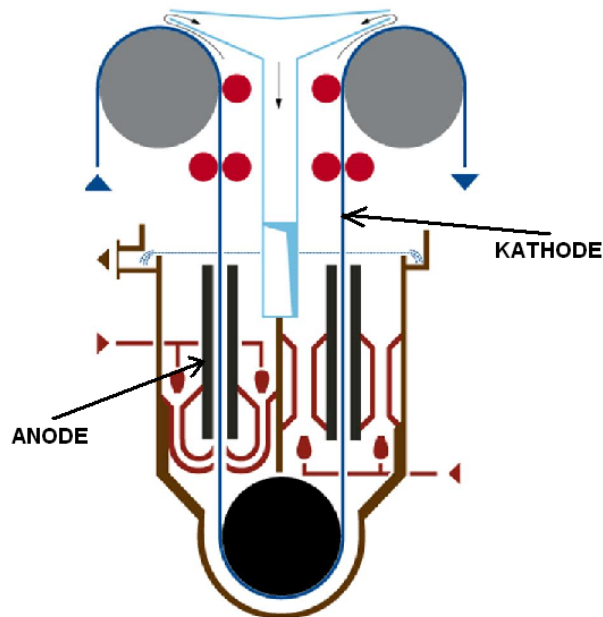


Afbeelding 1: Galvanisatielijn

De galvanisatielijn (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**) is een volcontinue proces. De stalen coils (geleverd door ArcelorMittal Gent en Bremen) worden aangevoerd vanuit het magazijn, afgerold aan het einde van de vorige rol vastgelast. De voorbehandeling bestaat uit een ontvetting waarna de staalplaat vervolgens de ingangssaccu bereikt. Deze accu dient als buffer gedurende het lasproces.

Hierna worden de laatste resten vuil verwijderd in de 2^{de} ontvettingsfase en passeert de staalplaat doorheen de beitssectie om de plaat chemisch te activeren voor het ontvangen van de zinklaag. De galvanisatie gebeurt vervolgens laag per laag in galvanisatiecellen (Afbeelding 2) die in serie geplaatst staan.

Het elektrolyt bestaat uit Zn, H₂SO₄ en Na₂CO₃. Zn lost op in H₂SO₄ met vorming van ZnSO₄ en waterstofgas tot gevolg. Vervolgens wordt er Na₂CO₃ toegevoegd om de geleidbaarheid te verhogen en de pH te bufferen [1].



Afbeelding 2: Galvanisatiecel



Afbeelding 3: Galvanisatiecellen Sikkal

Ten gevolge van de spanning tussen de elektroden bewegen de negatieve ionen naar de anode en de positieve ionen naar de kathode. De ionen worden aan of van de elektrode ontladen tot neutrale atomen die op de elektroden neerslaan of ontsnappen als gas. De positieve ionen (Zn²⁺ en H⁺) worden van de anode weggeduwd en bewegen naar de kathode (de plaat). Hier wordt Zn²⁺ ontladen tot Zn en afgezet op de plaat. SO₄²⁻ wordt door de anoden aangetrokken.

Na het verzinkproces gebeurt een uitgebreide kwaliteitscontrole van het product. Dit omvat het meten van de zinklaagdikte, maar ook de oppervlaktekwaliteit wordt gecontroleerd. Het camera-inspectiesysteem SIAS detecteert eerst de visuele fouten. De niet zichtbare fouten (kleine defecten, vervormingen) worden zichtbaar gemaakt door het plaatoppervlak manueel te schuren waardoor mogelijk onderliggende defecten zichtbaar worden.

Ook aan de uitgang bevindt er zich een accu. Deze dient als buffer bij een eventuele stilstand van de plaat in de inspectiestand. Beide accu's zijn nodig aangezien het galvanisatieproces continu moet verlopen. Na het verzinking-, controle- en eventuele nabehandlingsproces wordt de staalplaat opgerold waarna deze klaar is voor transport naar de klanten.

2 Puimmachine

2.1 Opzet

2.1.1 Probleemstelling

In de bestaande situatie zorgt een arbeider voor het schuurproces. Dit gebeurt in de inspectiecabine (Afbeelding 4). Hij schuurt handmatig de platen m.b.v. puimpads. Vervolgens controleert hij visueel of de platen merken bevatten met bijbehorende ernstegraad.



Afbeelding 4: Inspectieruimte

Deze werkwijze heeft door de manuele verwerking en controle enkele nadelen. Zo zorgt de manuele controle er namelijk voor dat de staalplaat niet altijd exact gecontroleerd kunnen worden. De kleine fouten/merken kunnen niet altijd opgemerkt worden wat dan weer kan leiden tot klachten bij de consument. Ook wordt de band steeds stilgelegd tijdens het puimen waardoor de totale procestijd langer wordt.

De implementatie van een automatisch schuur- en visiecontrolesysteem heeft een belangrijk voordeel. Aangezien de arbeiders dan niet meer zelf het schuurproces moeten uitvoeren, zal de focus nadrukkelijk liggen op de analyse van de gevonden fouten. Hierdoor zullen de uiteindelijke producten een grondigere controle ondergaan waardoor de kwaliteit van de afgeleverde producten verbetert.

2.1.2 Doelstellingen

De kern van deze masterproef bestaat uit het onderzoek en ontwerp van een automatisch puimmachine en visiecontrolesysteem.

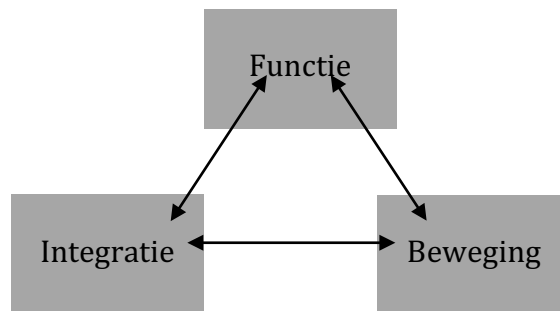
Het ontwerp moet onderbouwd worden met de nodige testen ter validatie van de

nieuwe werkwijze. De installatie/concept moet er namelijk in slagen om repetitieve (herhaalde) merken zichtbaar te maken voor detectie met het visiecontrolesysteem zonder de continuïteit van de gehele lijn in gedrang te brengen.

Voorafgaand aan het ontwerp wordt de optimale schuurbeweging bepaald waarbij met andere woorden de herkenning van de merken het snelst en meest correct verloopt.

2.2 Ontwerp

Het basis concept omvat drie peilers:

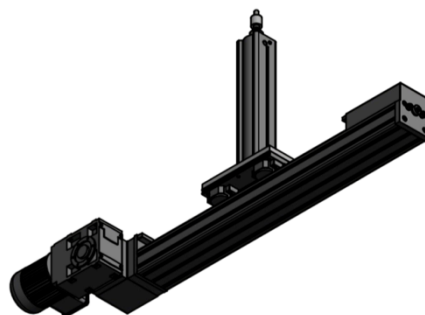


Functie: De puimmachine zal de staalplaat steekproefgewijs moeten opschuren zodanig dat de onderliggende defecten zichtbaar worden op het SIAS-visiesysteem.

Beweging: De puimmachine moet vanzelfsprekend een puimbeweging uitvoeren. Dit kan door middel van een rotatie of translatie. In het eindconcept is er bewust enkel voor een translaterende beweging (d.m.v. lineaire motor) gekozen. In combinatie met de plaatbeweging haaks op de schuurbeweging zorgt dit voor de benodigde schuurbewerking.

Integratie: Een goede integratie van het puimproces in het geheel moet de continuïteit van de lijn verzekeren. De beschikbare (fysische) ruimte is beperkt (**Fout! erwijzingsbron niet gevonden.**)

Afbeelding 5 toont het 3D-ontwerp van de puimmachine. De verdere 2D-tekeningen staan in de bijlage 0.



Afbeelding 5: 3D-ontwerp

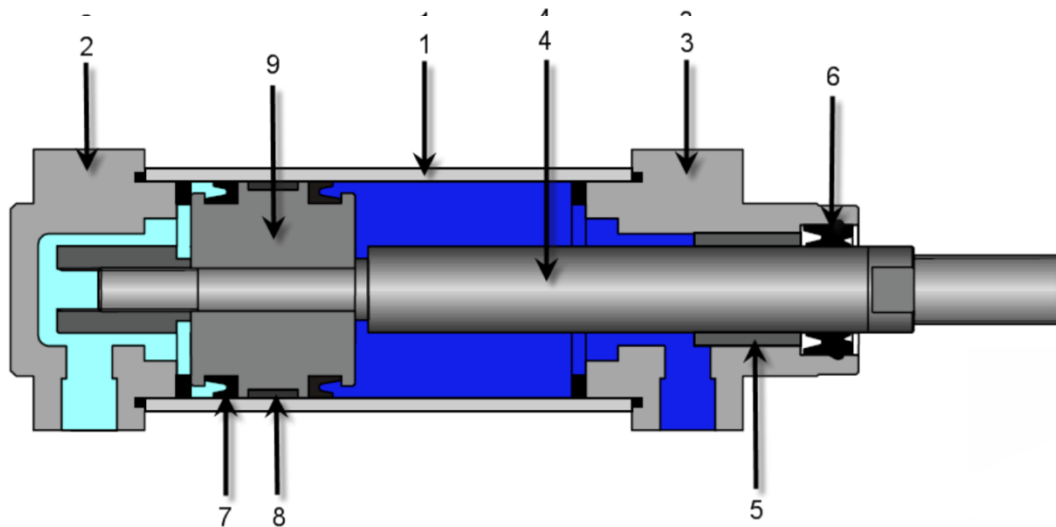
2.3 Werking

2.3.1 Perslucht cilinder



Afbeelding 6: Persluchtcilinder

De perslucht cilinder van het normtype DSBF van festo (Afbeelding 6) met de daarop bevestigde pompads zorgt voor een uitgaande beweging bij de start van de puimcyclus. De zuiger duwt de pompads tegen de staalplaat aan [2].



Afbeelding 7: Opbouw dubbelwerkende persluchtcilinder

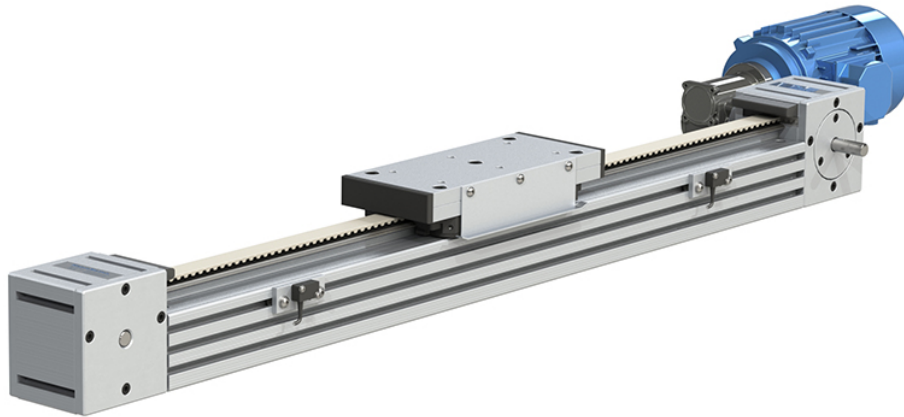
- | | | | |
|----|--------------|----|----------------|
| 1: | Cilinderbuis | 6: | Schraapring |
| 2: | Bodemdeksel | 7: | Lippenring |
| 3: | Lagerdeksel | 8: | Geleidingsband |
| 4: | Zuigerstang | 9: | Zuiger |
| 5: | Lagerbus | | |

Afbeelding 7 geeft de opbouw van een dubbelwerkende perslucht cilinder weer. De staalplaat mag echter geen doorbuiging bevattig aangezien men een egale schuring wilt bekomen. Hierdoor zal de opstelling van de puimachine zowel aan de onder- als bovenkant van de staalplaat geplaatst worden zodanig dat de cilinders met pompads

langs beide zijden van de staalplaat licht drukken. Zo zal er geen doorbuiging ontstaan en worden de beide zijden gepuimd.

2.3.2 Lineaire motor

Er is gekozen voor een lineaire motor (Afbeelding 8) aangezien deze opstelling de manuele schuurbeweging het best benadert. De lineaire motor is van het type Hepcomotion DLS5 en kan voldoende gewicht dragen (v.d. puimpad + cilinder < 3500 N) tegen een snelheid van 2m/s [3] .(6m/s in het geval van gebruik van speciale AC motoren)



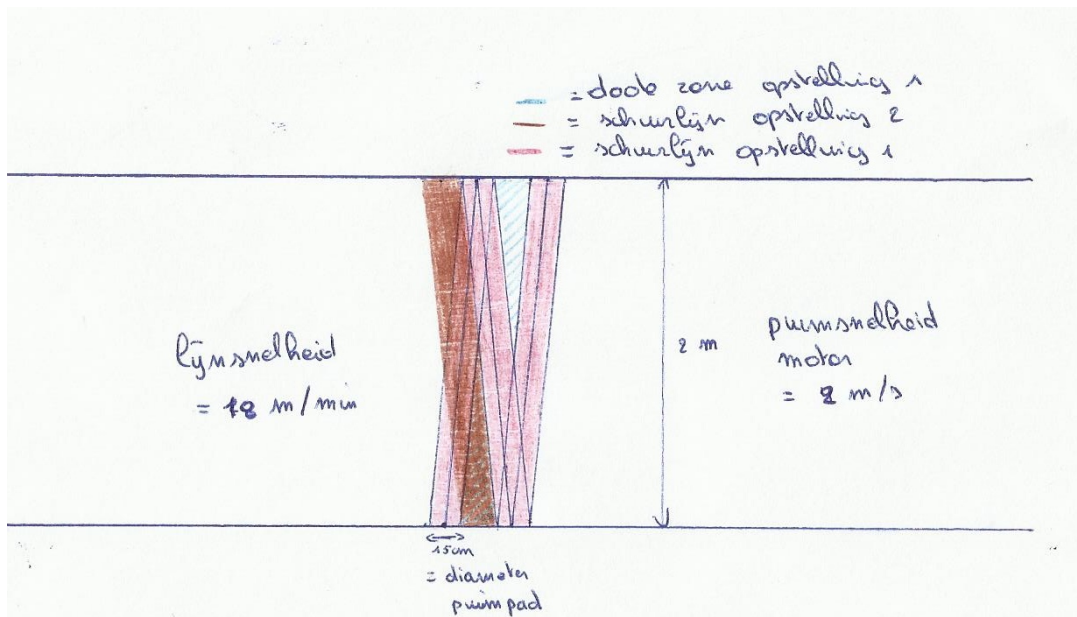
Afbeelding 8: Lineaire motor

Load Range	0 – 3,500N	Speeds	0 – 6m/s
------------	------------	--------	----------

De lineaire motor bevat volgende eigenschappen [4]:

- zeer precieze lineair geharde geleiding
- verzegelde dubbele rij lagers voor lange levensduur en lage onderhoudskosten
- polyurethaanstaalversterkte riem voor minimale uitrekking en maximaal toelaatbare snelheid
- AC motor (tot 1,1kW) en controller voor een eenvoudige positionering (toepasbaar op de meeste applicaties)
- zeer precieze lineair geharde geleiding
- inclusief Alen-Bradley Bulletin 160 smart speed controller voor een programeerbare snelheid

Door gebruik te maken van een lineaire motor op snelheid 2m/s met een lijnsnelheid van 18m/min krijgt men onderstaande schuurlijn:



Afbeelding 9: Schuurpatroon puimmachine

De puimmachine zal bij maximale staalplaatbreedte (2m) elke seconde een heen- of teruggaande beweging uitvoeren. Gedurende deze periode legt de staalplaat bij 18m/min ook 0,3 meter af waardoor het schuin (rood) schuurpatroon ontstaat. Afbeelding 9 toont het betreffende schuurpatroon. Bijgevolg ontstaan er dode zone's (blauw) waar er geen schuring is uitgevoerd.

Door nu een 2^{de} puimopstelling te plaatsen op een afstand van (een veelvoud) van 15cm van de 1^{ste} opstelling zullen deze dode zone's ook geschuurd worden.

2.3.3 Koppelstuk

Het koppelstuk zorgt voor de diameterovergang tussen de persluchtcilinder en de puimpadhouder. Met behulp van dit tussenstuk kan dus met andere woorden de puimpadhouder op de cilinder bevestigd worden.



Er is gekozen voor het gebruik van puimpadhouders [5] (Afbeelding 10) aangezien hierdoor de puim pads indien nodig makkelijk (zonder de puimmachine te moeten demonteren) te vervangen zijn.

Afbeelding 10: Puimpadhouder

2.4 Risicoanalyse

De risicoanalyse focust enkel op de risico's die kunnen voorkomen bij de ingebruikname van de puimmachine.

2.4.1 Inventarisatie potentiële gevaren

Onderstaande tabellen tonen alle mogelijke gevaren, gevaarlijke situaties of toestanden in verband met het puimproces. De tabellen zijn opgesteld met behulp van een controlelijst gerubriceerd naar de aard van het gevaar en gebaseerd op de M.U.O.P.O. methode. Ook wordt er nagegaan welke schade (letsel, ziekte) kan ontstaan bij de beschouwde uitingsvorm van het gevaar.

Tabel 1 toont de mogelijk gevaren op basis van de energievormen.

GEVAREN INVENTARISATIE Volgens energievormen			SCHADE
<u>ENERGIEVORM</u>	<u>AGENS</u>	<u>UITINGSVORM</u>	<u>LETSEL/AANDOENING</u>
MECHANISCHE ENERGIE	Persluchtcilinder	Pletten	Verbrijzelen
	Lineaire motor	Stoten	Breuken

Tabel 1: Gevaren inventarisatie volgens de energievormen

2.4.2 M.U.O.P.O.-analyse

Vervolgens worden de risicoverlagende, -verhogende factoren beschreven met behulp van de M.U.O.P.O.-analyse.

Risico: Uitgaande beweging persluchtcilinder en lineaire motorbeweging									
Risicoverlagend					Risicoverhogend				
Mens									
Ervaring	■	■	■	■	■	■	■	■	Gebrek aan veiligheidsbewustzijn
Voorzichtigheid	■	■	■	■	■	■	■	■	
Uitrusting/Machine									
Passende PBM's	■	■	■	■	■	■	■	■	Ontoereikende bescherming/afscherming
Omgeving									
Goede verlichting	■	■	■	■	■	■	■	■	/
Afgebakende werkomgeving	■	■	■	■	■	■	■	■	
Materiaal									
/	■	■	■	■	■	■	■	■	/
Organisatie									
Evaluatie veiligheidsmaatregelen	■	■	■	■	■	■	■	■	Gebrekkige signalisatie
Helder beleid	■	■	■	■	■	■	■	■	

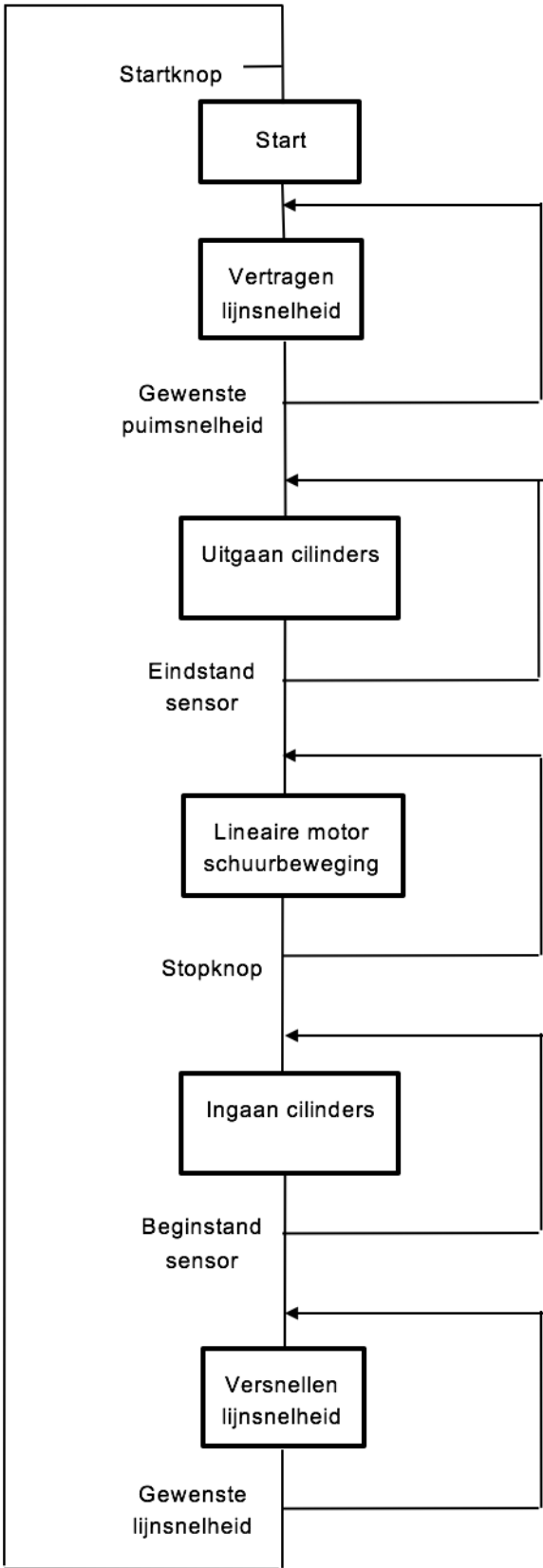
Tabel 2: M.U.O.P.O.-analyse

Uit Tabel 2 kan men besluiten dat de nadruk ligt op de signalisatie. De werkruimte gaan afbakenen met gevarenborden of pictogrammen zorgt voor een hogere oplettendheid.

Verder zal de aanwezigheid van een noodstop (indien men de werkruimte wil betreden) noodzakelijk zijn.

2.5 Handleiding

2.5.1 Flowchart



2.5.2 Werkwijze

Deze paragraaf beschrijft de werkwijze voor het automatisch puimschuurproces. Het starten en stoppen gebeurt in de inspectiecabine.

Bij start remt de lijn af naar puimsnelheid (20m/min). Wanneer de puimsnelheid bereikt is, bewegen de schuurpads naar de staalplaat. Vervolgens start de puimpadbeweging haaks op de looprichting van de staalplaat.

Nadat voldoende (vrije keuze) afstand gepuimd is, stopt men de puimsequentie. De puimpads gaan terug naar de begintoestand (naar binnen toe) en de lijn blijft draaien aan puimsnelheid. Nadat de puimsequentie beëindigd is, kan men de lijn opdrijven naar de ingestelde snelheid.



Bovenstaande figuur toont een mogelijk layout van de puimmachinebesturing. De snelheid van de haakske schuurbeweging is aangepasbaar via een snelheidsregelaar (Allen-Bradley Bulletin 160 Smart Speed Controller).

2.5.3 Beveiliging op de sequentie

De snelheid van de lijn mag niet gewijzigd worden als de puimsequentie actief is. Bij 'stop' zal de haakske schuurbeweging van de puimininstallatie ook stoppen. Vervolgens gaan de puimpads terug naar de beginstand. Met andere woorden, de puimininstallatie is eveneens gekoppeld aan de lijnstop, vergrendelde stop, inspectiestop en noodstoppen.

3 Visiesysteem

3.1 Opzet visiesysteem

Gewalste-staalplaatproducenten worden geconfronteerd met een opkomende nul-foutentolerantie omtrend oppervlakte kwaliteit. Deze trend, gestart door de klanten in de automobielenindustrie, wordt stilaan ook de norm binnen andere industriën.

Het is noodzakelijk dat de 'oppervlaktekwaliteit', net zoals elke andere producteigenschap, gestandaardiseerd wordt. Het komt namelijk nog vaak voor dat binnen de industrie de oppervlaktekwaliteit enkel subjectief beoordeeld kan worden door specialisten met jaren ervaring in de inspectiesector. Vervolgens kan er dus enkel 'standardisatie' bekomen worden wanneer defectenkennis concreet gekarakteriseerd wordt.

3.2 Onderdelen visiesysteem

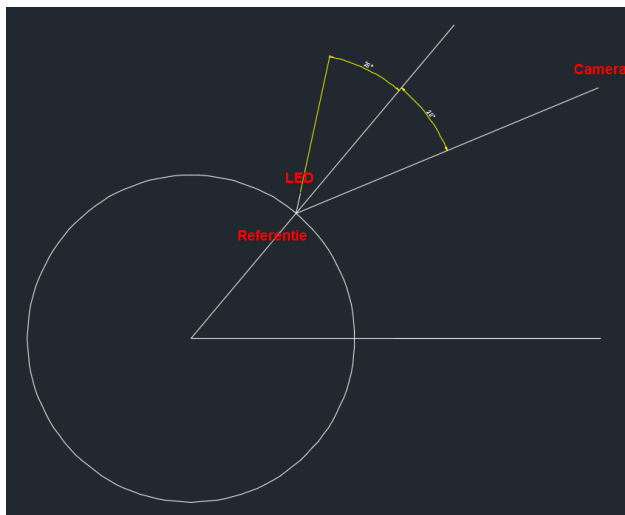
3.2.1 Camera

Afbeelding 12 toont de camera die men gebruikt in de huidige visieopstelling. De 'Dalsa Piranha 2-25-04K40E' wordt in de industrie vaak specifiek gebruikt voor de inspectie van verschillen materialen en voorwerpen [6].



Afbeelding 12: Piranha 2 camera

Afbeelding 11a toont de optische camera configuratie $28^\circ/28^\circ$ die nodig is voor het beste beeldresultaat.



Afbeelding 11a: Cameraconfiguratie

De 28° is gekozen ten opzicht van de referentielijn. Dit is de lijn die door het punt gaat waar de camera en LED samenkomen.

3.2.2 Lens

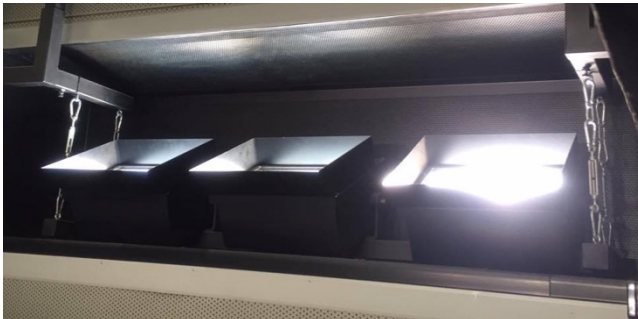
De gebruikte lens is van het type Rodenstock 60mm. Deze lens is specifiek ontworpen voor het gebruik met een digitale achterwand van groot formaat. Dit vereist een kleinere beeldcirkel met extreme resolutie, kleurcorrectie en maximale prestaties bij een groot diafragma [7].



Afbeelding 13b: Rodenstock 60mm lens

3.2.3 Belichting

De verlichting (Afbeelding 14) is een eigen ontwikkeling van Siemens, namelijk een ledverlichting van 1600W.



Afbeelding 14: Belichting

3.3 Software

SIAS zal op de beeldstrop de zichtbare fouten automatisch detecteren en classificeren. De resultaten worden getoond aan de operator en vervolgens opgeslagen in de vorm van 'Coil Reports' die alle defecten vermelden [8].

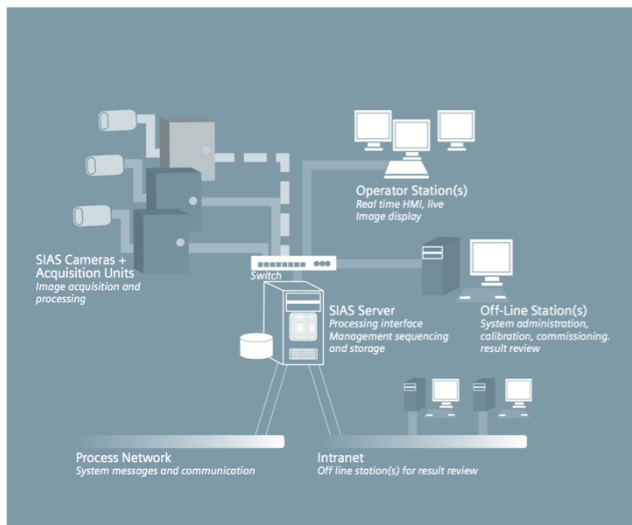
SIAS heeft als doel:

Accurate, betrouwbare data met betrekking tot de oppervlaktekwaliteit van de producten op de lijn te verzamelen.

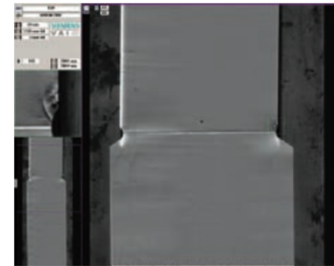
Dit geeft de volgende voordelen:

- *perfecte kennis over alle afgewerkte producten:* 100% oppervlaktekwaliteitscontrole zorgt voor de mogelijkheid tot het real-time evalueren van de producten met bijbehorende vereisten.

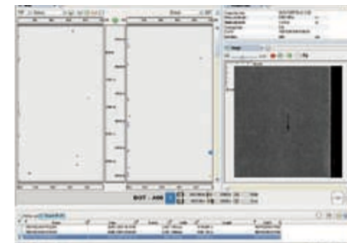
- *verhoogde productiviteit*: De inspectie gebeurt zonder stilstanden en de defecten worden direct geïdentificeerd.



Afbeelding 16: Systeemschema



Afbeelding 15: Live beeld



Afbeelding 17: Coil report

High-end camera's, optica en belichting zorgen voor een scherp beeld van het plaatoppervlak. De gebruikte sensoren zijn gekozen op basis van de betrouwbaarheid en de gebruiksvriendelijkheid.

Het beeld (Afbeelding 15) wordt opgebouwd a.d.h.v. het identificeren van de fouten, dit gebeurt op basis van de volgende stappen:

- detectie van de fouten
- classificatie
- ernstegraad

De SIAS resultaten bevatten de onderstaande informatie:

1. Fouten: grootte, positie, type en ernstegraad
2. Beelden van de fouten
3. Context informatie: lijnsnelheid, textuur van het gebruikte product, helderheid van het beeld en vervolgens ook de camera-instellingen waardoor er een duidelijke context is gevormd waarin het beeld genomen werd.

Alle resultaten zijn in real-time beschikbaar waardoor de inspecteur indien nodig onmiddellijk kan reageren. Verder worden deze resultaten opgeslagen in een database zodanig dat deze op een later ogenblik, indien nodig, opgevraagd kunnen worden. Afbeelding 17 geeft een voorbeeld van een 'coil report'.

4 Foutendatabase

Onderstaande foutendatabase beschrijft de fouten die na het schuurproces kunnen voorkomen. Dit is ook de database die ArcelorMittal Genk gebruikt om de verschillende soorten defecten te categoriseren.

4.1.1 Dubbels

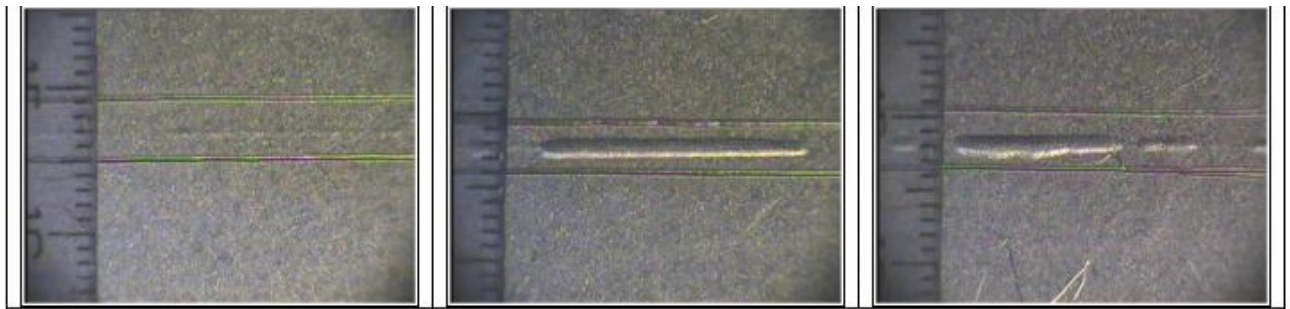
Omschrijving

Dubbels (Afbeelding 18) zien eruit als korte of lijnvormige blazen onder het oppervlak die ontstaan na het gloeien. De dubbels liggen ongeveer op 10% onder het plaatoppervlak. De plaat vertoont met andere woorden een lokale verdikking (een opgeblazen holte) die tijdens het uitwalsen of na vervormen scheurt en vervolgens een open lijn (uitzicht schilferlijn) vormt.

Oorzaak

De fout wordt veroorzaakt in de continue gieterij. De kleinere dubbels komen hoofdzakelijk voor op ontgast materiaal omdat er namelijk Ar-gasbellen in het staal achterblijven door onvoldoende decantatie van het inerteeringsgas. De grotere dubbels worden veroorzaakt door het ingesloten gietpoederresidu.

Monster



Afbeelding 18: Dubbels monster

Ernstegrad

Tabel 3 toont dat de lengte van de dubbels een maat is voor de ernstegrad van het defect.

ERNST		FREQUENTIE	OPMERKING
2	Lengte < 100mm	20m/1000m	onbeperkt toegelaten in rand 50mm koetswerk of 10mm industrie
3	100mm < Lengte < 300mm	2m/1000m	
4	Lengte > 300mm	Niet toegelaten	

Tabel 3: Ernstegrad dubbels

4.1.2 Merken TD

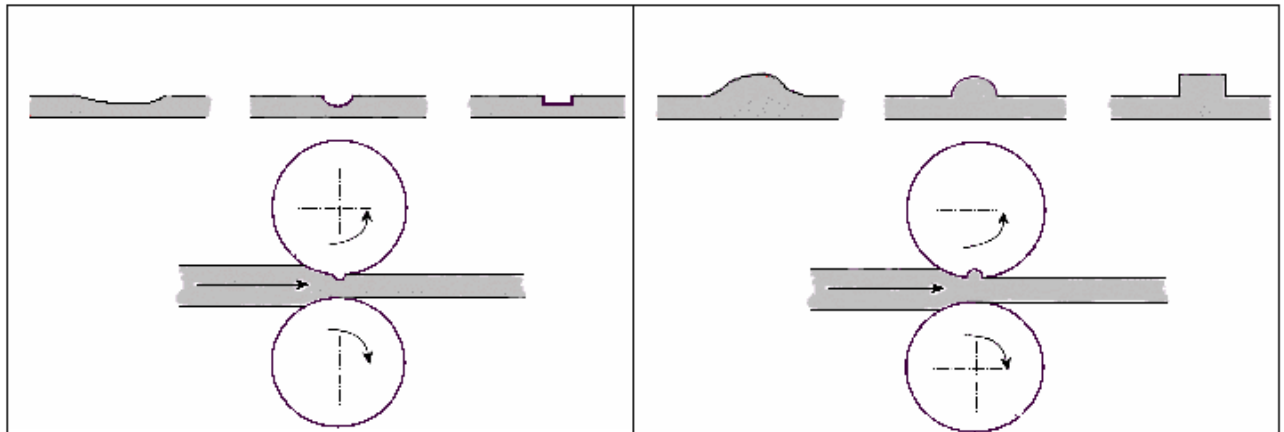
Omschrijving

Merken (Afbeelding 20) zijn repetitieve indrukking in de plaat die zowel voorkomen in een regelmatige, opstaande of lijnvormige vorm. Algemeen wordt de term gebruikt voor opstaande merken van de TD (PK000040), terwijl ingedrukte merken veelal de

benaming "ijzermerk" krijgen. Kleine opstaande merken TD krijgen de benaming "pokmerk TD".

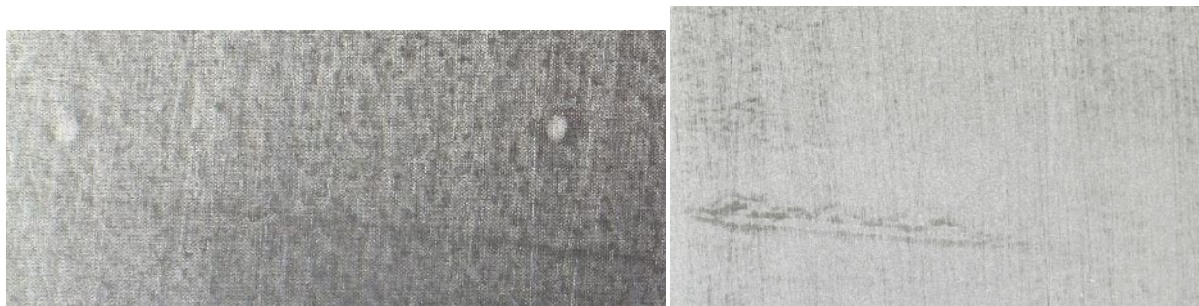
Oorzaak

Afbeelding 19 toont de ontstaansoorzaak van de Merken TD. Deze defecten worden namelijk veroorzaakt door de afdrukking van een aanlassing op de werkwalsen (=ingedrukt merk op de plaat) of door een walsuitschaling of beschadiging van de werkwalsen (=opstaand merk op de plaat). De onderlinge afstand van deze repetitieve merken kan wijzigen naargelang de grootte van de diameter van de werkwalsen of van de kooi waar ze ontstaan zijn (reductie).



Afbeelding 19: Ontstaansproces merken

Monster



Afbeelding 20a,b: Merk monster

Ernstegraad

Tabel 4 toont dat het visuele uitzicht een maat is voor de ernstegraad van het defect.

ERNST		FREQUENTIE	OPMERKING
1	Optisch, niet doorkomend bij puimen	Niet toegelaten	onbeperkt toegelaten in rand 50mm koetswerk of 10mm industrie
2	Doorkomend bij puimen	Niet toegelaten	
3	Voelbaar	Niet toegelaten	
4	Zeer goed voelbaar	Niet toegelaten	

Tabel 4: Ernstegraad Merken TD

4.1.3 Prikmerken

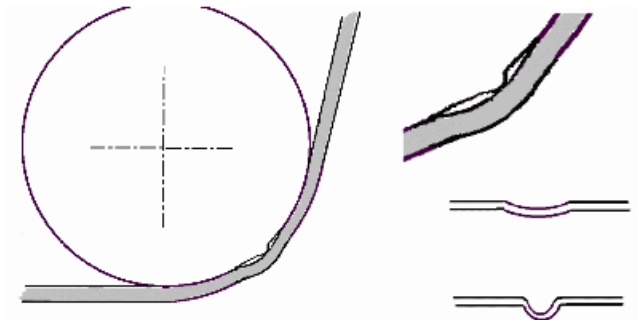
Omschrijving

(PM000058) Aan de bovenzijde van de plaat ziet men een kleine instulping of prik (Afbeelding 22) en aan de onderzijde een verdikking, het kan eveneens andersom zijn.

Een prikmerk is een herhaalde fout met éénzelfde tussenafstand en is het best te detecteren door de plaat te puimen. Prikmerken kunnen overal op de plaat voorkomen, zowel op een gedeelte als over de ganse koudrol. De ernst van het prikmerk is zeer variabel. Indien de vervorming over een groter oppervlak voorkomt dan spreekt men van een indeuking.

Oorzaak

Afbeelding 21 toont het ontstaansproces van een prikmerk. Metaaldeeltjes of onzuiverheden die op een rol blijven kleven zullen bij iedere omwenteling in de plaat prikken. Alle rollen aan de uitgangen van de afwerkingmachines zijn kritische zones om de fout blijvend te ontwikkelen.



Afbeelding 21: Ontstaansproces prikmerk

Monster



Afbeelding 22: Prikmerk monster

Ernstegrad

Tabel 5 toont dat het visuele uitzicht een maat is voor de ernstegrad van het defect.

ERNST		FREQUENTIE	OPMERKING
2	Doorkomend bij puimen	Niet toegelaten	
3	Voelbaar	Niet toegelaten	
4	Zeer goed voelbaar	Niet toegelaten	

Tabel 5: Ernstegrad Prikmerk

4.1.4 Schilfermerk

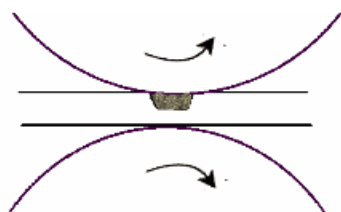
Omschrijving

(PK000164) Een herhaalde indrukking (Afbeelding 24) in de plaat met een regelmatige vorm. De fout contrasteert met de plaatomgeving omdat er op die plaats geen

ruwheidoverdracht is geweest bij het skinnen. De fout kan zowel op een gedeelte als over de ganse koudrol aanwezig zijn. Bij zware merken en dunne staalplaat kunnen doordrukkingen waargenomen worden.

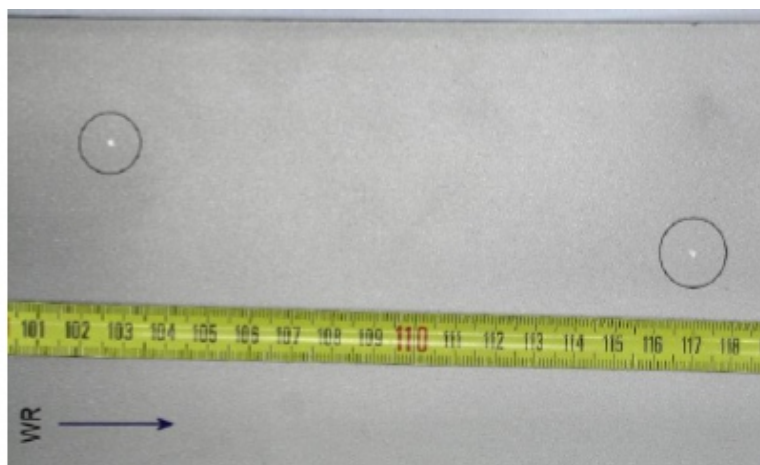
Oorzaak

Een afdruk van een vastgehechte schilfer op de werkwalsen (Afbeelding 23) . Het gebruiken van olie of vet op de walsen bevorderen daarentegen het aanhechten van vuil.



Afbeelding 23: Ontstaansproces schilfermerk

Monster



Afbeelding 24: Schilfermerk monster

Ernstgraad

Tabel 6 toont dat het visuele uitzicht een maat is voor de ernstgraad van het defect.

ERNST		FREQUENTIE	OPMERKING
1	Optisch, niet doorkomend bij puimen	Toegelaten	
2	Doorkomend bij puimen	Niet toegelaten	
3	Voelbaar	Niet toegelaten	
4	Zeer goed voelbaar	Niet toegelaten	

Tabel 6: Ernstgraad schilfermerk

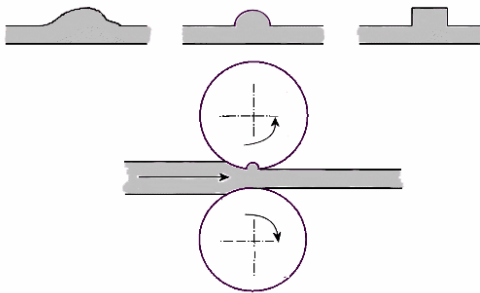
4.1.5 Pokmerken

Omschrijving

Pokmerken zijn herhaalde fouten van een min of meer ronde vorm. Een pokmerk is slechts op één plaatszijde waar te nemen, bij het puimen ziet men een blinkend opstaand merk zonder ruwheid (Afbeelding 26).

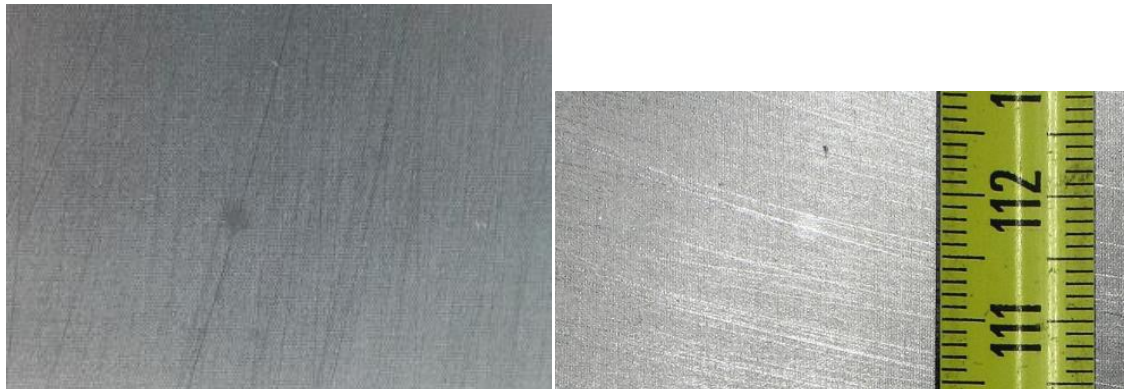
Oorzaak

Afbeelding 25 toont de ontstaansoorzaak van pokmerken. Wanneer een stukje metaal of ander hard deeltje de strekwalsen beschadigt, ontstaat er een indrukking (putje), dat per omwenteling, een pok op de plaat achter laat.



Afbeelding 25: Ontstaansproces pokmerk

Monster



Afbeelding 26a,b: Monster pokmerk

Ernstegrad

Tabel 7 toont dat het visuele uitzicht een maat is voor de ernstegrad van het defect.

ERNST		FREQUENTIE	OPMERKING
2	Doorkomend bij puimen	Niet toegelaten	
3	Voelbaar	Niet toegelaten	
4	Zeer goed voelbaar	Niet toegelaten	

Tabel 7: Ernstegrad pokmerk

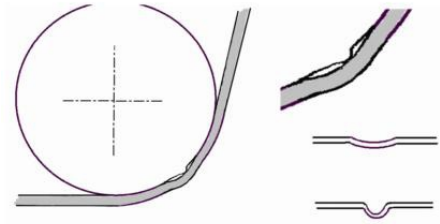
4.1.6 Indeuking

Omschrijving

(PK000264) Reliëfafwijking: (neutrale)plaatvervorming langs beide zijden van de plaat zonder dikteafwijking. Indeukingen kunnen overal voorkomen, zowel op een gedeelte als over de gehele rollengte. Vloeiend afgelijnde indeukingen zijn herstelbaar door skinnen.

Oorzaak

Afbeelding 27 toont dat het vuil tussen de (keer)rollen en staalplaat of vuil tussen windingen zorgt voor indeukingen.



Afbeelding 27: Ontstaansproces Indeuking

Monster

Afbeelding 28 geeft een voorbeeld van een indeuking op de staalplaat weer.



Afbeelding 28: Monster indeuking

Ernstegrad

Tabel 8 toont dat het visuele uitzicht een maat is voor de ernstegrad van het defect.

ERNST		FREQUENTIE	OPMERKING
1	Uiterst licht doorkomend bij puimen	100m/1000m	
2	Doorkomend bij puimen	20m/1000m	
3	Voelbaar	2m/1000m	
4	Zeer goed voelbaar	Niet toegelaten	

Tabel 8: Ernstegrad indeuking

4.1.7 Pinching TD

Omschrijving

(PK00042) Meestal een optisch afdrukmerk onder de vorm van één of meerdere schuin lopende al dan niet blinkende lijnen. Dit onder een terugkerend patroon met een vaste tussenafstand. In de meeste gevallen zal tijdens het puimen van de plaat het merk goed zichtbaar zijn. Het kan een deel van de rollengte beslaan indien het die rol is waarop gepinchd is, in de andere gevallen zit de fout op de volledige rol.

Oorzaak

"Pinching" zelf is een ophoping van materiaal voor de walsen, zodat er tussen de walsen een sterke lokale vervorming optreedt. Het is wel zo dat niet iedere keer dat de plaat pincht, dit merken tot gevolg heeft. Bij geruwde walsen is het echter wel sneller zichtbaar aangezien de walsruwheid meestal beschadigd is.

Verder zijn de grootste oorzaken van pinching :

- trekverlies tussen de walstuigen
- onvlakheid tussen de walstuigen
- zware dikte overgang
- grote hardheidsprong
- grote breedtesprong

Monster

Afbeelding 29 geeft een voorbeeld van een pinching op de staalplaat weer.



Afbeelding 29a,b: Monster pinching

Ernstegrad

Tabel 9 toont dat het visuele uitzicht een maat is voor de ernstegrad van het defect.

ERNST		FREQUENTIE	OPMERKING
1	Optisch, niet doorkomend bij puimen	Toegelaten	
2	Doorkomend bij puimen	20m/1000m	
3	Voelbaar	Niet toegelaten	
4	Pinchvouwen	Niet toegelaten	

Tabel 9: Ernstegrad Pinching

4.1.8 Paternoster

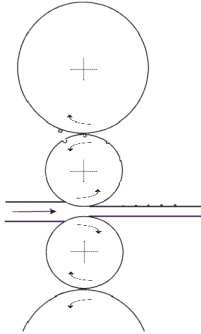
Omschrijving

(PK000055) Een Repetitive fout van één of meerdere lijnen (in de walsrichting) bestaande uit een reeks blinkende opstaande merkjes (bultjes) met een onderlinge afstand van enkele mm tot enkel cm. De kop van de lijn (het eerste bultje) is het duidelijkst waarna het geleidelijk vervaagd. Een paternoster komt vaak voor na onderhoudswerken tussen de walstuigen.

Oorzaak

Wanneer een metaaldeeltje of een onzuiverheid zich vasthecht aan de steunwals zal dit bij contact met de strekwals hierop een indrukking geven. Aangezien de omtrek van beide cilinders een verhouding hebben van +/- 2,5 zal bij elke omwenteling de indrukking in de strekwals op een andere plaats terecht komen en door afplatting geleidelijk vervagen.

Afbeelding 30 toont het ontstaansproces van een paternoster defect.



Afbeelding 30: Ontstaansproces paternoster

Monster

Afbeelding 31 toont een monster van een paternoster defect.



Afbeelding 31: Monster paternoster

Ernstegraad

Tabel 10 toont dat het visuele uitzicht een maat is voor de ernstgraad van het defect.

ERNST		FREQUENTIE	OPMERKING
2	Doorkomend bij puimen	Niet toegelaten	
3	Voelbaar	Niet toegelaten	
4	Zeer goed voelbaar	Niet toegelaten	

Tabel 10: Ernstegraad paternoster

4.1.9 Druk- en dwarslijnen

Omschrijving

(PK000056) Repetitieve lijnen loodrecht op de walsrichting, zichtbaar na het puimen of zonder puimen.

Naargelang de gezichtshoek zal dit defect zichtbaar zijn als een donkere of blinkende lijn over de volledige plaatbreedte, loodrecht op de walsrichtingen en met vaste tussenafstand. De druklijn is zichtbaar langs beide zijden.

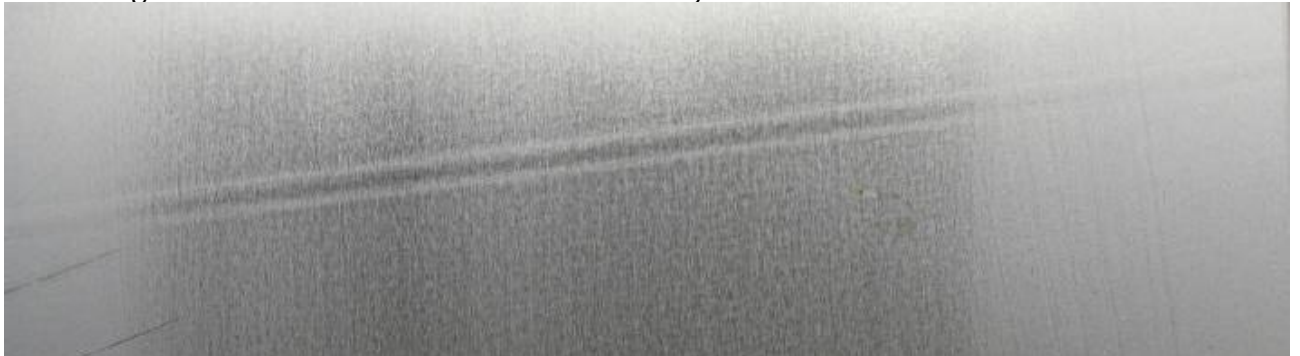
Oorzaak

Indrukkingen zijn afkomstig van:

1. gemerkte walsen door :
 - stilstand onder hoge druk
 - bruusk invoeren tegen stilstaande walsen
 - einde band doordraaien onder te hoge druk
 - doordraaien van de preplasnaad onder te hoge druk
2. slecht geslepen: walsen, ombuigrollen ...
3. ombuigrollen met een platte kant (kunststofbeklede rollen)
 - door een zekere duur opeen te staan
 - niet optimaal stockeren van reserverollen

Monster

Afbeelding 32 toont een voorbeeld van een dwarslijn.



Afbeelding 32: Monster druk- en dwarslijnen

Ernstegrad

Tabel 11 toont dat het visuele uitzicht een maat is voor de ernstegrad van het defect.

ERNST		FREQUENTIE	OPMERKING
1	Optisch, niet doorkomend bij puimen	Toegelaten	
2	Doorkomend bij puimen	Niet toegelaten	
3	Voelbaar	Niet toegelaten	
4	Zeer goed voelbaar	Niet toegelaten	

Tabel 11: Ernstegrad druk- en dwarslijnen

5 Uitvoering

5.1 Testopstelling



Afbeelding 33: Testruimte

Afbeelding 33 stelt de voorziene ruimte voor de puimmachine voor. Dit is ook de plaats waarin in de testfase de defecten worden gesimuleerd. De ruimte bevindt zich (in het proces) voor de camera's waardoor de gesimuleerde defecten direct bekeken kunnen worden met het SIAS-visiesysteem.







5.2 Testresultaten

5.2.1 Fouterkenning

De testen zijn uitgevoerd op basis van de verschillende soort fouten met respectievelijk een andere ernstgraad. Ook is er gebruik gemaakt van beide soorten puimvoorwerpen.

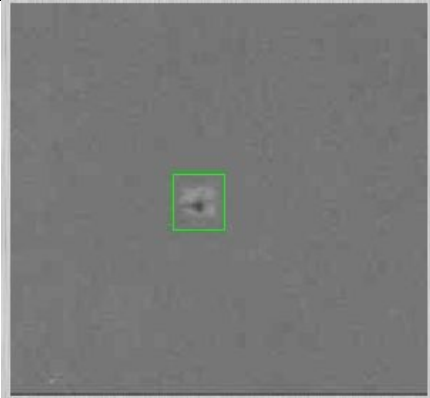

A.d.h.v. de contrasttesten wordt er bepaald welk puimvoorwerp zowel visueel als op de SIAS-beelden het beste beeldresultaat veroorzaakt. Dit doet men door 2 dezelfde merken te simuleren (voor verschillende ernstgraden) en vervolgens te puimen met beide voorwerpen.

Tabel 12 toont de resultaten van de visuele contrasttesten. Hierbij zijn er 3 sets van 2 identieke merken met toenemende ernstgraad gesimuleerd.

<u>Visuele contrasttest</u>			
Ernstgraad (schatting)	Foutsoort	Visueel beeld puimpad	Visueel beeld puimsteen
1	225 Merk		
1-2	225 Merk		
2-3	225 Merk		


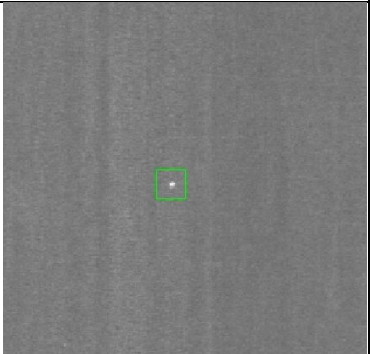

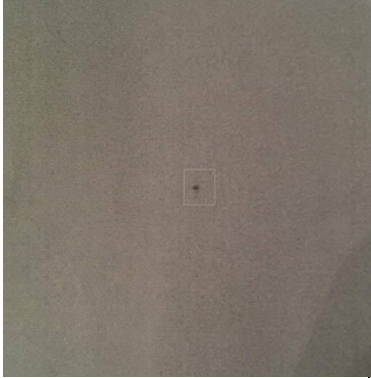


Tabel 12: Visuele contrasttesten





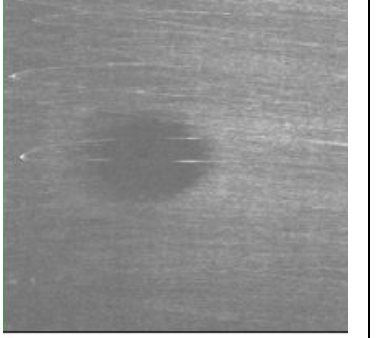

Tabel 13 geeft de resultaten van de SIAS-contrasttesten weer waarbij 2 indeukingen zijn gesimuleerd van éénzelfde ernstegraad. Vervolgens zijn beide indeukingen met een verschillend puimvoorwerp gepuimd.

<u>SIAS-contrasttest</u>			
Ernstegraad (schatting)	Fout-soort	Puimmateriaal	SIAS-beeld
2-3	Indeuking	Pad	
2-3	Indeuking	Steen	

Tabel 13: SIAS-contrasttesten

Tabel 14 toont de resultaten van de herkenningstesten. In deze simulaties is de herkenbaarheid van verschillende soorten fouten (Merk-indeuking-Prikmerk) op de SIAS-beelden getest door zowel een visueel als SIAS-beeld te nemen van de gepuimde defecten.

Foutendatabase		SIAS		
Puim- material	Visueel Beeld	Fout- soort	Ernste- graad	Camerabeeld
<u>Herkenningstest</u>				
Pad		225 Merk	1 (schattin g 1)	
Pad		indeukin g	1 (schattin g 2)	
Pad (langs beide zijden)	Boven: 	Prikmer k	2 (schattin g 3)	Boven: 

	Onder: 			Onder: 
Pad (langs beide zijden)	Boven;  Onder: 	Prikmerk	2 (schattin g 3)	Boven:  Onder: 

Tabel 14: Herkenningstesten

De resultaten worden verder besproken en geëvalueerd in de paragraaf Evaluatie Resultaten.

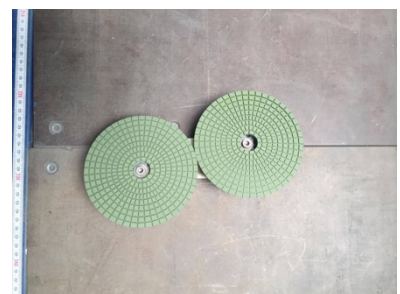
5.2.2 Puimvoorwerp

Bij het uitvoeren van de testen wordt er gebruik gemaakt van verschillende puim-, schuurvoorwerpen om het best mogelijke resultaat te bekomen.

De puimpad (Afbeelding 34) wordt door de inspecteurs het meest frequent gebruikt aangezien dit voor een lichte en duidelijke schuring zorgt.

Voordelen van een het gebruik van een puimpad:

- gebruiksvriendelijk (makkelijk te vervangen/bevestigen)
- duurzaam



Afbeelding 34: Puimpad

De puimsteen (Afbeelding 35) daarentegen wordt weinig gebruikt.

Voordelen van het gebruik van een puimsteen:

- duidelijk contrast door de grovere schuring

Nadelen van het gebruik van een puimsteen :

- minder duurzaam
- door de grovere schuring kan het beeldresultaat beïnvloed worden



Afbeelding 35: Puimsteen

5.2.3 Evaluatie Resultaten

Visuele contrast testen

Uit de visuele testen (Tabel 12) kunnen we besluiten dat voor een hogere ernstegraad zowel het puimen met de puimpad als puimsteen een duidelijk resultaat tot gevolg heeft.

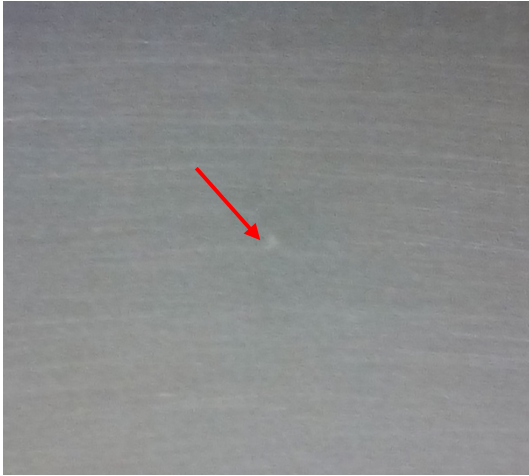


Afbeelding 37a: Puimpad contrasttest (ernstegraad 2-3)

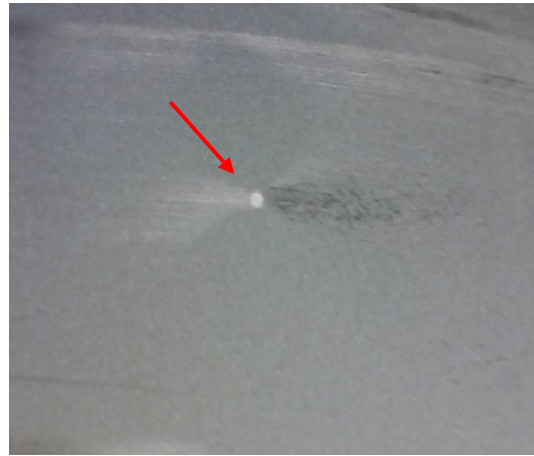


Afbeelding 36b: Puimsteen contrasttest (ernstegraad 2-3)

Indien men echter gaat kijken naar de resultaten met een lagere ernstegraad, is het resultaat met de puimpad minder duidelijk. Dit kan echter ook liggen aan het feit dat de eigenlijke ernstegraad van het defect op Afbeelding 39a lager is dan op Afbeelding 38b.



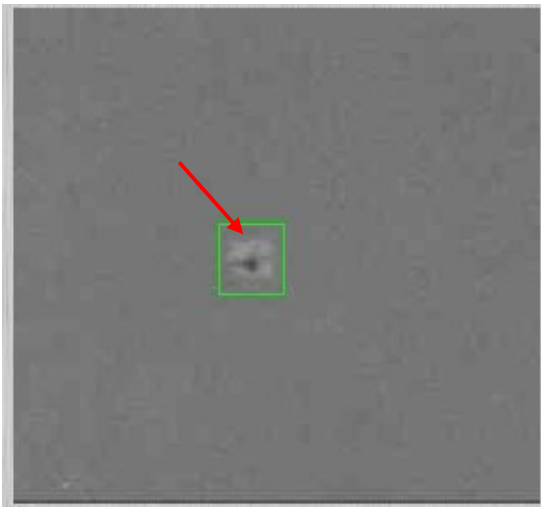
Afbeelding 39a: Puiypad constras test (ernstegraad 1-2)



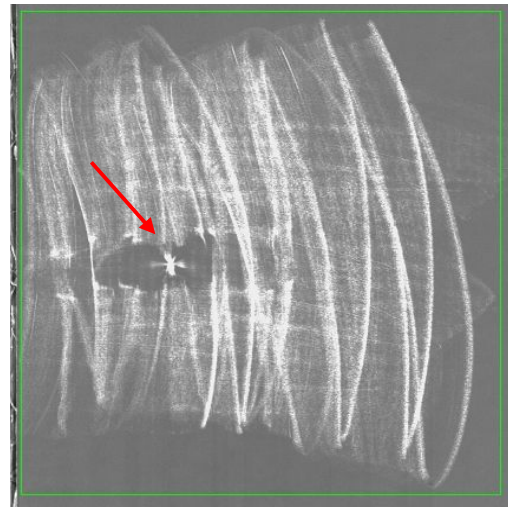
Afbeelding 38b: Puijsteen constras test (ernstegraad 1-2)

SIA-contrasttesten

Op de SIA-contrastresultaten (Tabel 13) kan men duidelijk zien dat het gebruik van een puijsteen bij het puijmen een negatief effect heeft op het SIA-beeld. Afbeelding 40 toont namelijk dat de puijlijnen van de puijsteen duidelijk zichtbaar zijn. Dit kan de foutherkenning sterk beïnvloeden omdat dit soort strepen/krassen ook voor fouten aanzien kunnen worden. Bij het gebruik van een puiypad (Afbeelding 41) komt dit probleem niet voor.



Afbeelding 41a: SIA-contrasttest puiypad

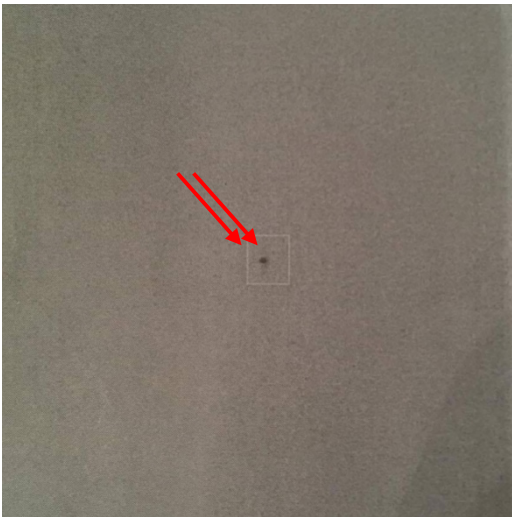


Afbeelding 40b: SIA-contrasttest puijsteen

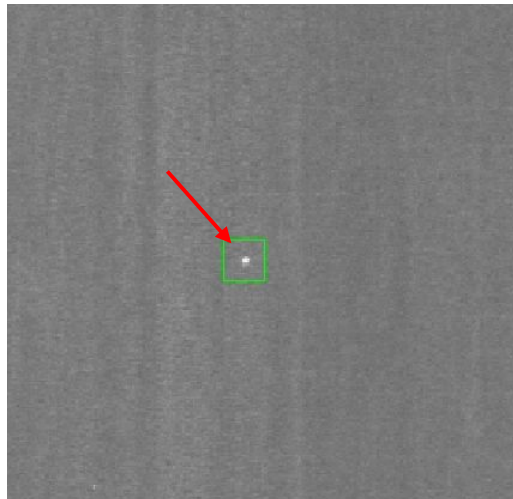
Uit de combinatie van de resultaten van beide contrast testen kan er besloten worden dat men best een puiypad voor het puijproces van de puijmachine kan gebruiken.

Herkennings testen

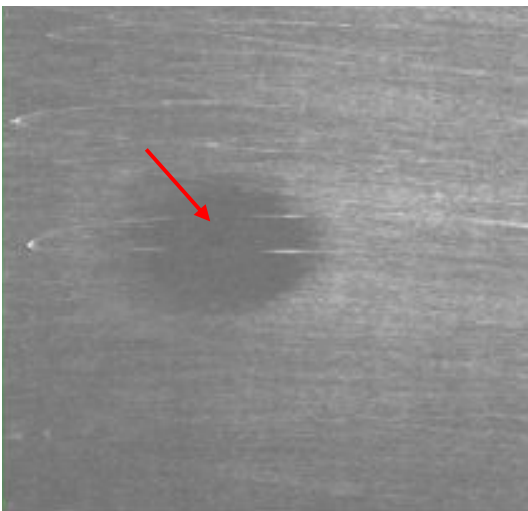
Uit onderstaande resultaten kan men besluiten dat de verschillende soorten (merk, prikmerk, indeuking) gepuimde fouten zichtbaar zijn op de SIAS-beelden. Hieruit kunnen we stellen dat als men het defect (na het puimen) visueel kan zien, het defect ook zichtbaar kan gemaakt worden op de SIAS-beelden.



Afbeelding 43: SIAS-beeld indeuking



Afbeelding 42: SIAS-beeld merk



Afbeelding 44a: SIAS-beeld prikmerk boven



Afbeelding 45b: SIAS-beeld prikmerk onder

6 Besluit

De kern van masterproef is 'het ontwerp van een puimachine voor een visueel controlesysteem' waarbij onderliggende fouten op de staalplaat zichtbaar gemaakt worden door gebruik te maken van een automatisch puimproces. Eerst en vooral is er een simulatie uitgevoerd. Deze simulatie maakt gebruik van zelf gecreëerde merken (met een bijbehorende ernstegraad schatting) die vervolgens zijn gepuimd en voorbij de SIAS-camera's zijn gestuurd. Uit de analyse van de testbeelden van de gepuimde defecten blijkt dat het gebruik van een puimpad het beste beeldresultaat veroorzaakt.

Vervolgens kan er besloten worden dat de vooropgestelde doelstelling behaald zijn. Enerzijds is er een ontwerp in inventor uitgewerkt a.d.h.v. de bekomen testresultaten en anderszijds worden de onderliggende gepuimde defecten aangetoond met het bestaande SIAS visiesysteem.

Aangezien het niet mogelijk is om alle soorten onderliggende fouten te simuleren zal het noodzakelijk zijn om deze testen in de toekomst, bij de effectieve realisatie van de puimmachine, verder uit te werken om zo een volledig foutenoverzicht in kaart te kunnen brengen. Ook zal de herkenning van de gepuimde fouten in het SIAS-visiesysteem geoptimaliseerd moeten worden aangezien de schuring soms voor verwarring in het systeem zorgt.

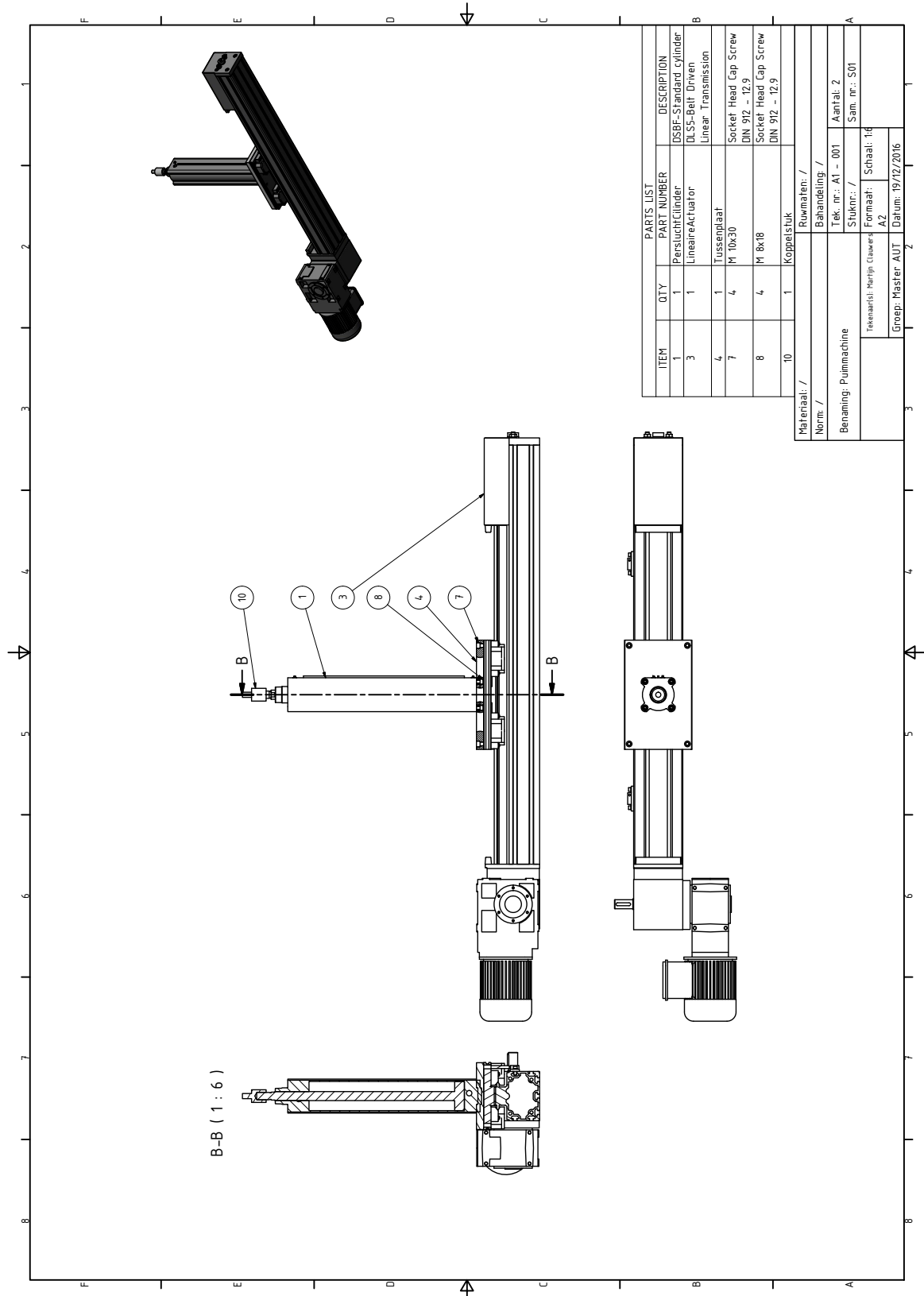
Bibliografie

- [1] „Galvanisch Element,” Wikipedia, 2016 Augustus 2016. [Online]. Available:
] https://nl.wikipedia.org/wiki/Galvanisch_element.
- [2] Festo Belgium nv, „Festo,” [Online]. Available: https://www.festo.com/rep/nl-be_be/assets/pdf/Aandrijvingen.pdf. [Geopend 21 November 2016].
- [3] Hepcomotion, „DLS linear transmission and positioning system,” [Online]. Available:
] <http://www.hepcomotion.com/wp-content/uploads/2015/03/DLS-10-UK-Oct-13.pdf>. [Geopend 2016 November 25].
- [4] „DLS Belt Driven Linear Actuator,” Hepcomotion, [Online]. Available:
] <http://www.hepcomotion.com/product/linear-actuator-systems/dls-belt-driven-linear-actuator/>. [Geopend 2016 November 21].
- [5] „Aluminium Padhouders,” Feramo Tools, [Online]. Available:
] http://www.feramotools.nl/contents/nl/d40_padhouders-aluminium.html.
[Geopend 2016 December 10].
- [6] T. DALSA, „Piranha 2 camera User’s Manual,” 5 April 2011. [Online]. Available:
] https://www.1stvision.com/cameras/dalsa/dataman/P2_User_Manual_00493.pdf.
[Geopend 2017 Januari 5].
- [7] „Photographylife,” [Online]. Available:
] <https://photographylife.com/lenses/rodenstock-60mm-f4-hr-digaron-s>. [Geopend 5 Januari 2017].
- [8] Siemens, „SIROLL SIAS Automated surface inspection for flat products,” [Online].
] Available:
http://www.industry.siemens.com.cn/industrysolutions/cn/zh/metals/hot_rolling/steckel_mill/Documents/SIROLL_SIAS_en.pdf. [Geopend 24 November 2016].
- [9] „DLS Belt Driven Linear Actuator,” Hepcomotion, November 21 2016. [Online].
] Available: <http://www.hepcomotion.com/product/linear-actuator-systems/dls-belt-driven-linear-actuator/>.
- [1 Photographylife. [Online]. Available:
0] <https://photographylife.com/lenses/rodenstock-60mm-f4-hr-digaron-s>. [Geopend 2017 Januari 4].

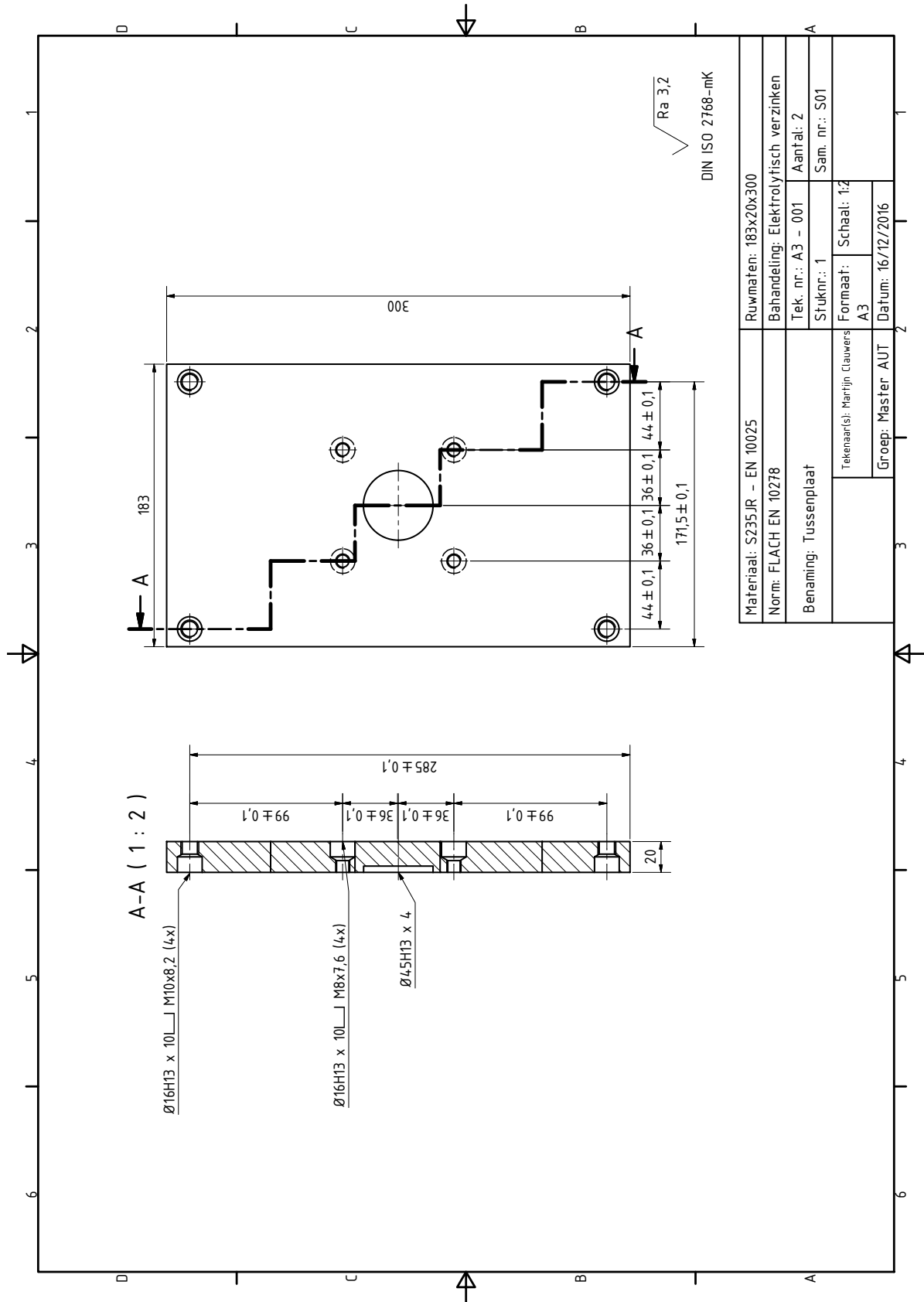
Bijlagen

Bijlage A: 2D-tekeningen

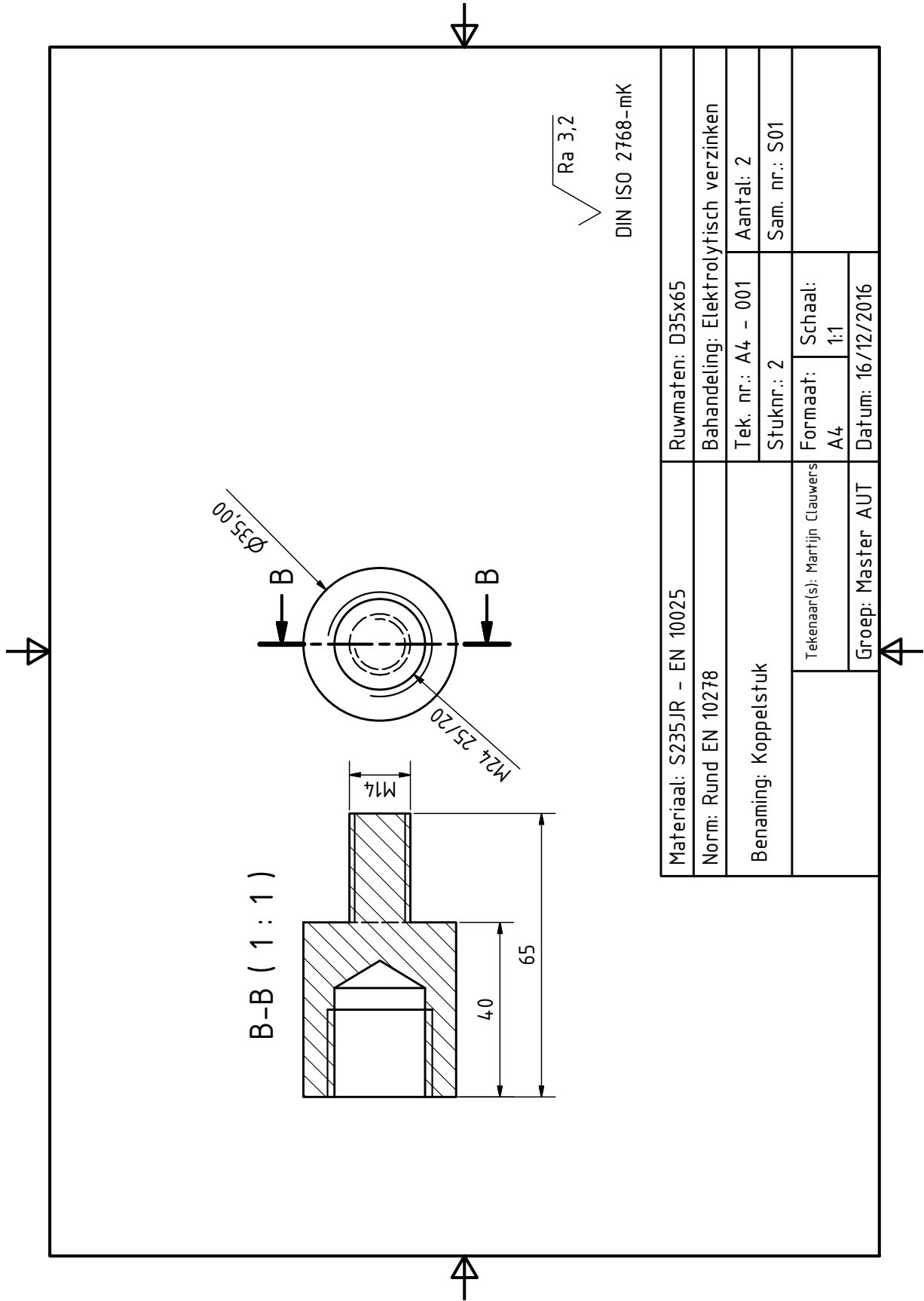
Bijlage A.1: Puimmachine



Bijlage A.2: Tussenplaat



Bijlage A.3 Koppelstuk



Materiaal: S235JR - EN 10025	Ruwmaten: D35x65	
Norm: Rund EN 10278	Behandeling: Electrolytisch verzinken	
Benaming: Koppelstuk	Tek. nr.: A4 - 001	Aantal: 2
	Stuknr.: 2	Sam. nr.: S01
Tekenaar(s): Martijn Clauwers	Formaat: A4	Schaal: 1:1
Groep: Master AUT	Datum: 16/12/2016	

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:
Ontwerp van puimachine voor visueel controlesysteem

Richting: **master in de industriële wetenschappen: energie-automatisering**
Jaar: **2017**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

Clauwers, Martijn

Datum: **18/01/2017**