

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

Masterproef

Ontwerp van een schroefdraadtaster op uitwendige schroefdraad

Promotor :
ing. John BIJNENS

Promotor :
ing. TIM POLLEUNIS

Copromotor :
ir. MAARTEN JANSSENS

Gezamenlijke opleiding Universiteit Hasselt en KU Leuven

Matthias Koninx

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de industriële wetenschappen: elektromechanica

2016•2017

Faculteit Industriële

ingenieurswetenschappen

master in de industriële wetenschappen: elektromechanica

Masterproef

Ontwerp van een schroefdraadtaster op uitwendige
schroefdraad

Promotor :
ing. John BIJNENS

Promotor :
ing. TIM POLLEUNIS

Copromotor :
ir. MAARTEN JANSSENS

Matthias Koninx

*Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de industriële
wetenschappen: elektromechanica*

Voorwoord

Tijdens mijn opleiding voor master in de elektromechanica, deed ik mijn masterproef bij het bedrijf VCST Industrial Products.

Mijn proefperiode bij VCST heb ik als zeer leerrijk en interessant ervaren en ik wil hiervoor iedereen bedanken die heeft bijgedragen om deze masterproef tot een goed einde te brengen.

Eerst en vooral dank ik Dhr. Ing. Tim Polleunis, bedrijfspromotor, die mij de kans heeft gegeven om binnen VCST Industrial Products mijn masterproef te maken en het project te mogen realiseren.

Ook wil ik Dhr. Ir. Maarten Janssens, Dhr. Noach Van Opstal, Dhr. Peter Jans en Dhr. Marc Joos en de hele afdeling van manufacturing, engineering en kwaliteit bedanken voor het delen van hun kennis en ervaring.

Vervolgens wil ik Dhr. John Bijmens, externenpromotor, danken voor de goede coördinatie van de masterproef.

Verder wil ik ook Ir. Maarten Janssens, John Bijmens, Ing. Tim Polleunis en Jeroen Lievens danken voor het nakijken van deze scriptie.

Ten slotte zou ik ook graag mijn mama, papa en familie willen danken voor de steun die zij mij hebben gegeven tijdens de volledige duur van mijn opleiding.

Juni 2017

Matthias Koninx

Inhoudsopgave

Voorwoord	1
Lijst van tabellen.....	5
Lijst van illustraties	7
Verklarende woordenlijst.....	9
Abstract	11
Abstract in English	13
1 Inleiding	15
1.1 Situering	15
1.2 Beschrijving as	16
1.3 Huidige productieproces	16
1.4 Werking van een continu variabele transmissie	22
2 Probleemstelling.....	23
3 Doelstelling.....	25
3.1 Scope	25
3.2 Motivatie	25
3.3 Materiaal en methode.....	26
3.3.1 Designmethode	26
3.3.2 Verificatie	26
3.3.2.1 Repeatability & Reproducibility.....	26
3.3.2.2 Meet Systeem Analyse (MSA)	27
3.3.2.3 Voorbereiding en implementatie	28
3.3.2.4 Evaluatie van de studie.....	28
3.3.2.5 Uitvoering van de evaluatie van de studie	29
4 Voorontwerpen	31
4.1 Het eerste voorontwerp.....	31
4.1.1 Voordelen en nadelen	31
4.2 Het tweede voorontwerp.....	32
4.2.1 Voordelen en nadelen	33
4.3 Het derde voorontwerp.....	33
4.3.1 Voordelen en nadelen	33
4.4 Concept na feedback.....	33
4.5 Besluit.....	34

5	Gekozen ontwerp	35
5.1	De werking.....	35
5.2	Mechanisch ontwerp.....	35
5.3	Pneumatische ontwerp	37
5.4	Elektrisch ontwerp.....	37
6	Berekeningen.....	39
6.1	Lineair geleiding: levensduur berekening	39
6.2	Cilinder berekening	40
6.2.1	Luchtverbruik.....	40
6.2.2	Cilinderkracht	40
6.3	Veer Berekeningen	41
7	De gekozen componenten	43
7.1	Mechanische componenten	43
7.2	Pneumatische componenten	43
7.3	Elektrische componenten.....	43
7.4	Gebruikte materiaal	44
7.5	Gebruikt meetsysteem	44
8	Besluit	45
	Bibliografie	47
	Bijlagen	49
	Bijlage A: Mechanisch ontwerp.....	51
	Bijlage B: Pneumatisch ontwerp	91
	Bijlage C: Elektrisch ontwerp.....	95
	Bijlage D: RfQ.....	119

Lijst van tabellen

Tabel 1: fs factor voor lineaire geleiding	39
Tabel 2: Pay-back.....	46

Lijst van illustraties

Figuur 1: Logo VCST Industrial Product	15
Figuur 2: De primaire as	16
Figuur 3: De zes stappen van bewerking voor de primaire as	17
Figuur 4: Aanvoer ruwe producten	17
Figuur 5: Draaien 1	18
Figuur 6: Draaien 2	18
Figuur 7: Het rollen van de primaire as	19
Figuur 8: Primaire as voorzien van een spline.....	19
Figuur 9: Voorzien van oliekanalen	20
Figuur 10: Geharde primaire as en inzet oven	20
Figuur 11: Het wassen van de assen	21
Figuur 12: Eindcontrole primaire as	21
Figuur 13: De doorsnede van een continu variabele transmissie	22
Figuur 14: Schroefdraadkaliber bevestigd aan de PLUTO 10CA-FN	23
Figuur 15: De verschillende opstellingen van de controle	24
Figuur 16: Externe module EDU 2AE	24
Figuur 17: Eerste voorontwerp	31
Figuur 18: Interne verpakking	32
Figuur 19: Tweede voorontwerp.....	32
Figuur 20: Derde voorontwerp.....	33
Figuur 21: Ontwerp, Schroefdraadtester	35
Figuur 22: Product steun met V-vorm.....	36
Figuur 23: Lineaire geleiding met veren.....	37
Figuur 24: Levensduur parameters	39

Verklarende woordenlijst

CVT: Continu Variable Transmission
OEM: Original Equipment Manufacturer
MSA: Meet Systeem Analyse
RfQ: Request for Quotation
CAD: Computer-aided design
NO: Normaal open
NC: Normaal gesloten

Abstract

VCST Industrial Products in Sint-Truiden is een toeleverancier van tandwielen en assen voor original equipment manufacturers zoals GM, VW, Ford, ZF, DAF, Caterpillar, Cummins, Great Wall, ... Een klant van VCST heeft de vraag naar assen verhoogd.

Om aan die vraag te kunnen voldoen, is een optimalisatie van de bottleneck, nl. de controle van de schroefdraad, nodig. Het doel van deze masterproef is het ontwerpen van een geautomatiseerde schroefdraadtester zodat de doorlooptijd van deze controle kan gereduceerd worden.

Het ontwerp moet voldoen aan vijf vooropgestelde eisen. Ten eerste moet de ontworpen machine een buitenschroefdraad van M35x1,5-6h en M28x1,5-6h kunnen controleren. Ten tweede moet het ontwerp geïmplementeerd worden op de originele plaats. Ten derde moet de aan- en afvoer van het product handmatig gebeuren. Ten vierde moet de machine een controle per product uitvoeren. Tenslotte moet de huidige doorlooptijd van 23,8 s gereduceerd worden.

Het ontwerp wordt gemodelleerd door middel van het CAD-programma Autodesk Inventor Professional. Hierin worden zowel de 3D-tekeningen als de technische 2D- tekeningen opgesteld. Het kiezen van de onderdelen gebeurt op basis van technische gegevens uit datasheets en verkregen offertes.

Het ontwerp wordt uitgewerkt als “made to print”. Hierbij worden de concepten uitgewerkt, de offertes voor de benodigde tooling opgevraagd, maar wordt er geen prototype gebouwd omwille van een nieuwe wijziging van de klant. De verificatie gebeurt a.d.h.v. een machine afname en een MSA-studie.

Abstract in English

VCST Industrial Products, headquarters in Sint-Truiden, is an automotive supplier of precision-machined gears and shafts for OEM's and Tier 1 suppliers. A customer of VCST has raised the demand for certain shafts for a continuous variable transmission.

To meet this increased demand of the shafts, a faster evaluation method for these shafts is needed. Hence the cycle time must be reduced. The purpose of this master's thesis is to design an automated thread tester to reduce the cycle time of this test.

The design must meet five predefined requirements. First of all, the designed machine must be able to check a M35x1,5-6h and M28x1,5-6h external thread.

Secondly, it must be placed at the original place of inspection. Third, the loading and unloading of the product must be done manually by an employee. Fourth, the machine must perform a check for each product separately. Finally, the total running time of the machine must be shorter than it is in the current situation.

The design will be modelled using the CAD program Autodesk Inventor Professional. In this program, the 3D drawings as well as the technical 2D drawings will be drawn. The choice of the components will be based on technical data from the datasheets and the quotations received.

The concept is designed as "made to print". A functional design will be proposed and the Request for Quotation for the tooling will be collected. However, a prototype will not be built due to a change by the customer. The verification is done using a machine offtake and a MSA study.

1 Inleiding

1.1 Situering

Deze masterproef vindt plaats bij VCST Industrial Products. VCST Industrial Products is een toeleverancier van evolvente tandwielen, assen en andere onderdelen voor OEM en Tier 1-leveranciers.

VCST is een overkoepelend organisatie waarvan de hoofdzetel is gevestigd in Sint-Truiden. De firma heeft ook vestigingen in Duitsland, Roemenië, Mexico en China.

Een klant van VCST die zich vooral bezighoudt met het produceren van CVT's heeft nu de vraag naar assen voor de productie verhoogd. Om aan deze vraag te voldoen, wil VCST de productielijn uitbreiden.



Figuur 1: Logo VCST Industrial Product [1]

1.2 Beschrijving as

Het product waarover mijn masterproef handelt, is een as van een CVT (Figuur 2). Ze bestaat uit een getrapte cilinder met een conische flens. Deze as heeft twee buitenschroefdraden, één aan de voorzijde van de as en één aan het einde van de as. De as is ook voorzien van een doorlopend gat met oliekanalen, splinevertandingen en 2 sets van dwarsgaten. In de omtrek van de as zijn er nog drie kogelgroeven voorzien.



Figuur 2: De primaire as [1]

1.3 Huidige productieproces

In dit deel zal het productieproces dat de as zal doorlopen besproken worden.

In dit productieproces zal deze as een zevental stappen (Figuur 3) moeten doorlopen om tot het eindproduct te komen. Deze bewerkingstappen zijn:

- draaien;
- rollen (splines);
- verspanen (boren en frezen);
- condoursallen;
- warmtebehandeling;
- borstelen en wassen;
- eindcontrole.



Figuur 3: De zes stappen van bewerking voor de primaire as [1]

Het ruwe materiaal wat gebruikt wordt voor het maken van de as wordt in gesmede toestand aangekocht. Eerst zal dit ruwe materiaal (Figuur 4) aangevoerd worden. Dit materiaal bezit al een ruwe vorm van de as.



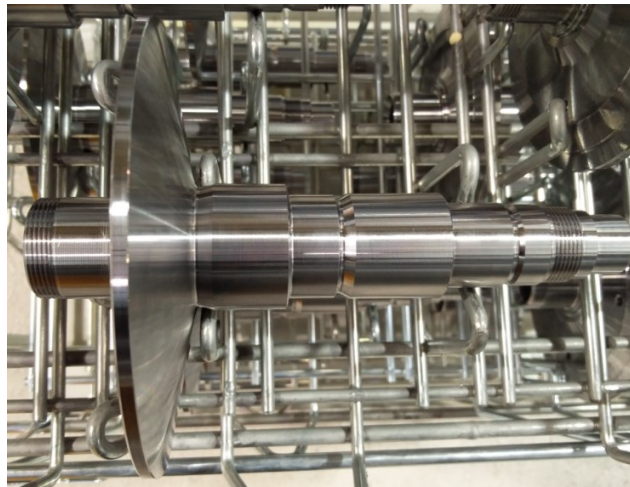
Figuur 4: Aanvoer ruwe producten

Daarna wordt het ruwe materiaal met een cnc-draaimachine bewerkt. In deze stap bewerkt de eerste cnc-draaimachine de voorkant. Deze bewerking noemt men “draaien 1” (Figuur 5). In deze bewerking wordt de voorkant van de as bewerkt en wordt er een groot deel van het doorlopend gat uitgeboord. Ook de schroefdraad van M35X1.5-6g en de vier gaten op de flens worden gemaakt.



Figuur 5: Draaien 1 [1]

Hierna wordt met behulp van een bewegende grijper (portaalgrijper) het draaistuk naar een tweede cnc-draaimachine gebracht waar dan het achterste stuk van de as bewerkt wordt. Deze bewerking heet “draaien 2” (Figuur 6). De rest van het doorloopgat wordt uitgeboord en de schroefdraad van M28X1.5-6g wordt gesneden.



Figuur 6: Draaien 2

Vervolgens wordt de gedraaide as naar een rollenbank gebracht waar ze voorzien worden van splines (Figuur 8). Deze splines worden gemaakt via twee tandlatten die tegenover elkaar staan en in de lengte bewegen. Dit noemt men “rollen” (Figuur 7).



Figuur 7: Het rollen van de primaire as



Figuur 8: Primaire as voorzien van een spline [1]

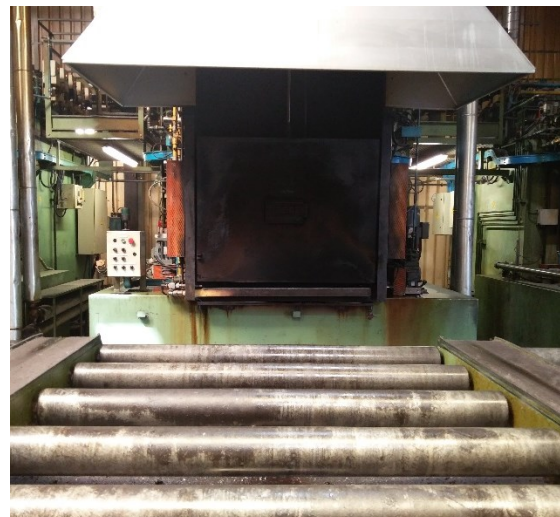
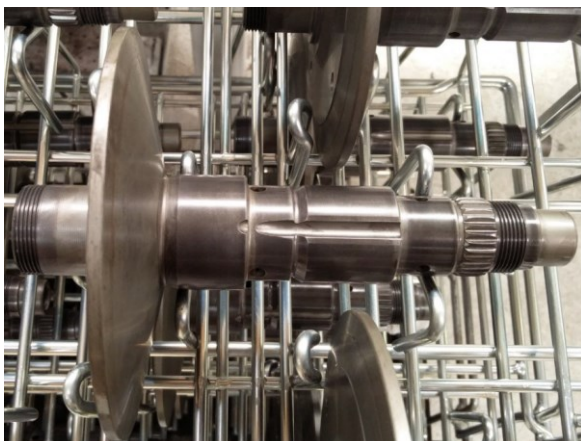
Ten derde wordt de as naar een volgend stadium gebracht waar de as voorzien wordt van oliekanalen rond haar omtrek. Er worden ook drie kogelbanen gefreesd in de lengterichting (Figuur 9).



Figuur 9: Voorzien van oliekanalen [1]

Ten vierde worden de buiten schroefdraden van de as voorzien van een pasta die ervoor zorgt dat na het inzetharden de schroefdraad zacht blijft. Deze heeft dan een waarde van ongeveer 40 HRC. Als dit niet gedaan wordt, is de schroefdraad doorgehard zoals de rest van de as. Waardoor de schroefdraad bros is en kan breken bij het monteren, dit is niet gewenst. Dit proces wordt condoursallen genoemd.

Hierna wordt de as naar STC (Surface Treatment Company) gebracht. STC is het bedrijf waar de thermische en thermo-chemische behandelingen worden uitgevoerd. Doormiddel van inzetharden wordt de hardheid van de as opgetrokken naar 58-62 HRC (Figuur 10).



Figuur 10: Geharde primaire as en inzet oven

Vervolgens worden de assen geborsteld en gewassen. Hierdoor worden roet, olie- en condoursalresten verwijderd zodat deze de inspecties en het latere slijpen (bij de klant) niet beïnvloeden.



Figuur 11: Het wassen van de assen

Tenslotte wordt er nog een eindcontrole (Figuur 12) uitgevoerd. Tijdens deze controle worden onder andere de twee uitwendige schroefdraden gecontroleerd door een kaliber die wordt aangedreven door een elektrische schroevendraaier.

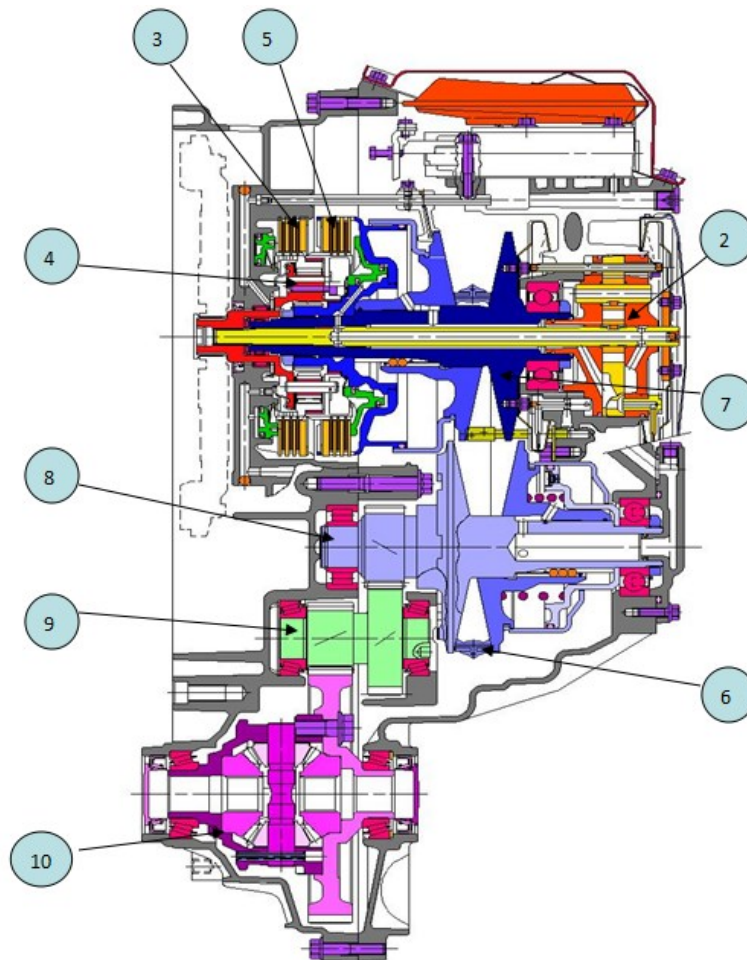


Figuur 12: Eindcontrole primaire as

1.4 Werking van een continu variabele transmissie

Om een beeld te kunnen vormen van een continu variabele transmissie (CVT) zullen we in deze paragraaf kort de werking van een dergelijke transmissie bespreken.

Een CVT geeft een traploze verandering van de overbrengingsverhoudingen tussen zijn ingang en uitgang [2]. Er bestaan verschillende types van continu variabele transmissies. Het type dat hier besproken gaat worden is een van de meest gebruikte types van een CVT. Bij dit type CVT wordt er gebruik gemaakt van een stalen duwband en variabele conische poelies. De duwband is een stalen band die bestaat uit verschillende stalen plaatjes die verbonden zijn met elkaar door flexibele metaaldraden [3]. De poelies bestaan uit één vast gedeelte en een axiaal beweegbaar gedeelte. De stalen duwband zal zorgen voor het overbrengen van het koppel tussen de poelies. De overbrengingsverhouding wordt veranderd door primaire poelie te vergroten of te verkleinen alsook gelijktijdig de secundaire poelie in tegengestelde zin te vergroten of te verkleinen [4]. Figuur 13 toont een doorsnede van een CVT.



Figuur 13: De doorsnede van een continu variabele transmissie [4]

1. Vliegwiël, 2. Vloeistofpomp, 3. Achteruit koppeling, 4. Planeet wielen, 5. Voorwaartse koppeling, 6. Stalen duwband, 7. Primaire poelie, 8. Secundaire poelie, 9. Tussenas, 10. Differentieel

2 Probleemstelling

Door een verhoogde productie van de primaire as van een CVT is er nood aan een snellere controle op de schroefdraad van deze as. De huidige productienorm is 375 stuks per ploeg. De nieuwe productienorm van de primaire as moet 426 stuks per ploeg worden. Dit is noodzakelijk om aan de vraag van de klant te kunnen voldoen.

De operatoren krijgen 460 minuten om 426 stukken te doorlopen, dit betekent dat de totale doorlooptijd van de controle 64,84 seconden mag bedragen. De schroefdraadcontrole neemt hier het grootste deel van in. Het is de bedoeling dat de tijd die de controle nu in beslag neemt verkleind wordt. De huidige benodigde tijd is 23,83 seconden voor de 375 stuks per ploeg. Het nieuwe ontwerp moet onder de 15 seconden blijven.

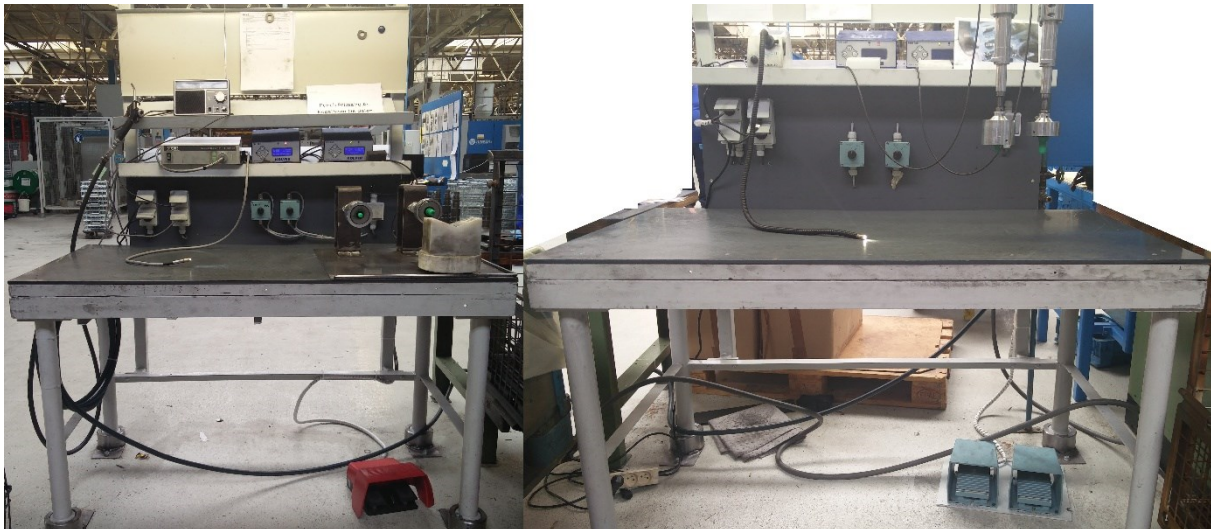
Het huidige proces gebeurt via een schroefdraadkaliber op een elektrische schroevendraaier (Figuur 14). Deze motor wordt bediend met een voetpedaal.



Figuur 14: Schroefdraadkaliber bevestigd aan de PLUTO 10CA-FN

De controle van de schroefdraad is het onderwerp van deze masterproef.

Er zijn twee opstellingen van deze schroefdraadcontrole (Figuur 15). Bij de eerste opstelling zijn de twee elektrische schroevendraaiers verticaal gepositioneerd. Bij de tweede opstelling zijn deze horizontaal gepositioneerd. Deze twee opstellingen verschillen van elkaar omdat bepaalde operatoren de voorkeur geven aan de verticale opstelling en anderen aan de horizontale opstelling. De elektrische schroevendraaiers zijn van het merk Kolver en van het model PLUTO 10CA-FN.



Figuur 15: De verschillende opstellingen van de controle

Het huidige proces gebeurt op een semi-geautomatiseerde wijze. Dit wil zeggen dat de operatoren de te controleren primaire as met de hand vastnemen, deze naar de elektrische schroevendraaier brengen en zo de schroefdraad controleren. Op deze schroevendraaier is een schroefdraadkaliber gemonteerd die door een kleine elektromotor aangedreven wordt. Deze motor wordt bediend met een elektrisch voetpedaal. Via een tweestandenschakelaar kan de draairichting van het kaliber omgekeerd worden zodat de schroefdraadkaliber in- en uitgeschroefd kan worden. Via een externe module EDU 2AE (Figuur 16) kunnen de instellingen van de schroevendraaier veranderd worden. Op deze module wordt ook weergegeven of de gecontroleerde schroefdraad goedgekeurd is of niet. Dit wordt door een groene led met een bijschrift “OK” en een rode led met het bijschrift “NOK” weergegeven op de module. Om de schroefdraadkaliber te centreren voor de schroefdraad van de primaire as wordt er gebruik gemaakt van centreerpennen. Deze zijn gemaakt van kunststof wat ervoor zorgt dat de gaten van de primaire as niet beschadigd kunnen worden.



Figuur 16: Externe module EDU 2AE

Het bepalen of de schroefdraad goed- of afgekeurd is, gebeurt op basis van het al dan niet overschrijden van een bepaald koppel gedurende een bepaalde tijdsduur. Als er in een bepaalde tijd een bepaalde koppel verkregen wordt dat hoger is dan de ingestelde koppel zal de schroefdraad afgekeurd worden. Dit wijst erop dat de schroefdraad vuil, foute bemating of een beschadiging heeft. Als het koppel gedurende de ingestelde tijd onder het ingesteld koppel blijft, zal de groene led oplichten wat aangeeft dat de schroefdraad goedgekeurd is.

3 Doelstelling

De doelstelling is om een machine te ontwerpen waardoor de controle van de schroefdraad beter afgestemd kan worden op de verhoogde productie.

Volgend eisenpakket beschrijft de voorwaarden waaraan het ontwerp moet voldoen.

- het ontwerp heeft een maximale inbouwruimte van L:1500mm en B:800mm op een tafel;
- er moet per individueel product een controle uitgevoerd worden;
- de machine moet een looptijd van 15 uur per dag aankunnen;
- de machine moet de schroefdraad van M35x1.5 en M28x1.5 van de primaire as meten met controlekalibers;
- de aan- en afvoer van de machine moet handmatig gebeuren;
- er moet enkel een OK- of NOK-sigitaal weergegeven worden als de schroefdraad goedgekeurd wordt of als de schroefdraad niet voldoet aan de opgelegde toleranties;
- de ontworpen machine zal een minimum van 426 stuks per ploeg moeten controleren met een doorlooptijd van 56,3 seconden;
- voldoen aan de veiligheidsnormen;
- verificatie a.d.h.v. machine afname en een MSA-studie.

3.1 Scope

Voor deze masterproef is er is gevraagd naar een uitwerking van een mechanisch, pneumatisch en elektrisch ontwerp alsook RfQ's. Het concept wordt uitgewerkt als "made to print". Hierbij worden de concepten uitgewerkt en de offertes voor de benodigde tooling opgevraagd. Er wordt geen prototype gebouwd omdat tijdens het ontwerpen de specificaties van de klant nog gewijzigd zijn. Voor de verificatie wordt er een MSA-studie voorbereid maar niet uitgevoerd omwille van het feit dat er geen prototype/machine gebouwd wordt. De MSA-studie zal zorgen voor het evalueren van de meetmachine voor dat deze in productie mag.

3.2 Motivatie

Door een verhoging van 375 assen naar 426 zal de cyclustijd naar omlaag moeten. Uit de studie is gebleken dat er voor 375 assen een totale cyclustijd van 79,63s voorzien is. Hiervan zijn 23,83s nodig voor de controle van de schroefdraad. Voor de 426 assen zal de totale nieuwe (geschatte) tijd 64,84 seconden zijn. Dit brengt de tijd die nodig is voor het uitvoeren van de controle terug tot 15 seconden. Uit de studie, uitgevoerd door het bedrijf om te bepalen hoeveel tijd elke stap in beslag neemt, is gebleken dat de controle zelf 7,8 seconden, de aanvoer 3,9 seconden en de afvoer 1,8 seconden nodig heeft. Uit de som van al deze tijden volgt de snelste tijd die kan behaald worden. Dit is 13,5 seconden. Hierbij is er dan nog geen rekening gehouden met het aanbrengen van het meetsysteem op de as. Het verschil tussen de maximale tijd en de snelste tijd bedraagt 1,5 seconden.

Een basis voor het motiveren van het ontwerpen van een nieuwe schroefdraadcontrole is de pay-back analyse. Voor het bepalen van de pay-back wordt ervan uitgegaan van de verkregen offertes voor het bepalen van de kostprijs van het ontwerp. Hieruit volgt het budget dat nodig is voor het maken van het ontwerp. Er wordt een berekening uitgevoerd om de kostenbesparing te bepalen. Hiermee kan de pay-back tijd berekend worden.

3.3 Materiaal en methode

Er wordt gebruik gemaakt van de bestaande studies die zijn uitgevoerd door het bedrijf. Voor het realiseren van het concept wordt er gebruikt gemaakt van een grafisch programma. Voor het realiseren van de schema's wordt er een programma gebruikt waarmee schematische ontwerpen kunnen gemaakt worden. Het kiezen van de kooponderdelen voor de ontwerpen gebeurt op basis van technische gegevens uit de datasheets en de verkregen offertes. Om te weten of het ontworpen concept goed geëvalueerd kan worden moet er eerst een verificatie toegepast worden.

3.3.1 Designmethode

Voor het ontwerpen zal er gebruik gemaakt worden van het CAD-programma Autodesk Inventor Professional. In dit CAD-programma worden zowel de 3D-tekeningen als de technische 2D-tekeningen opgesteld. De technische tekeningen dienen voor het maken van de tooling. Er worden ook stuklijsten gemaakt van de aanmaakdelen en van de koopdelen. Voor het opstellen van het pneumatisch en elektrisch schema wordt er gebruik gemaakt van het programma Eplan.

3.3.2 Verificatie

Er moet een verificatie van het concept gebeuren a.d.h.v. een meetsysteem studie. Er bestaan veel studies waarvan gebruik gemaakt kan worden. Er moet een juiste studie voor het concept gekozen worden.

3.3.2.1 *Repeatability & Reproducibility*

Repeatability and Reproducibility betekent in het Nederlands de herhaalbaarheid en reproduceerbaarheid. Hiertoe behoort de precisie van een meting. De herhaalbaarheid is nodig om de gemeten resultaten zo constant mogelijk te houden. Deze zal een minimale afwijking geven tussen verschillende metingen van eenzelfde meetpunt [5]. Dit gebeurt door gebruik te maken van hetzelfde instrument en/of operator gedurende een korte periode.

De reproduceerbaarheid is het opnieuw verkrijgen van een resultaat met hetzelfde proces tussen verschillende instrumenten en/of operators gedurende langere perioden [6]. Hierdoor krijgen we een beeld op de afwijking tussen de metingen van eenzelfde meetpunt [5]. Deze techniek wordt toegepast wanneer men te maken heeft met meetsystemen waar de meetwaarden een oneindig aantal categorieën hebben d.w.z. dat men te maken heeft met kwantificeerbare metingen. In het geval van dit ontworpen meetsysteem is er geen sprake van oneindig aantal categorieën maar van een eindig aantal categorieën. Het product is ofwel

acceptabel of wordt het geweigerd (niet binnen de tolerantie). Hierdoor kan deze techniek niet gebruikt worden en zal er een andere techniek moeten gebruikt worden.

3.3.2.2 Meet Systeem Analyse (MSA)

MSA is een manier om de kwaliteit van metingen te bepalen. Dit gebeurt voor dat men werkelijk gaat meten. Een meetsysteem kan variatie bezitten. Dit kan een menselijke oorzaak hebben of het kan aan het meetsysteem zelf liggen. De MSA zal de meetmethode, meetinstrument en het hele proces evalueren op betrouwbare meetresultaten [5].

Er zijn eisen waaraan een betrouwbaar meetsysteem moet voldoen:

- accuraat;
- herhaalbaarheid;
- reproduceerbaarheid;
- stabiel;
- lineariteit;
- onderscheidend vermogen.

Er zal gebruik moeten gemaakt worden van een Meet Systeem Analyse (MSA). Omdat we te maken hebben met een eindig aantal categorieën zal men in dit geval gebruikmaken van *Attribute Measurement Systems*. Dit omwille van het feit dat de te ontwerpen machine producten in een eindig aantal mogelijke categorieën kan plaatsnemen. Deze MSA wordt gebruikt wanneer men te maken heeft met meetsystemen waar de meetwaarden een eindige aantal categorieën heeft. Deze procedure is geldig voor situaties met twee categorieën. Deze categorieën zijn: *Go/No-Go gage* en visuele inspectie met Goed of Slecht.

Voor het uitvoeren van een attributen MSA bij VCST wordt er gebruik gemaakt van een vooraf vastgelegde methode. Deze methode is afgeleid van sectie C in [7]. Voor het evalueren van de MSA-studie wordt er bij VCST gebruikgemaakt van de software SOLARA van Q-DAS.

De procedure zal bestaan uit de volgende componenten:

- de voorbereiding en implementatie;
- de evaluatie van de studie;
- uitvoeren van de evaluatie van de studie.

3.3.2.3 Voorbereiding en implementatie

Voor de voorbereiding moet men ervoor zorgen dat er voldaan wordt aan het aantal operatoren, aantal producten en het aantal *test runs* per operator.

Voor het aantal van de operatoren is er een minimum van 2 en een standaard van 3 operatoren. Voor het aantal producten is er een minimum van 10 producten waar minimum 1 “extreem” NOK-product tussen zit. De standaardhoeveelheid is 50 producten met een minimum van 5 “extreme” NOK-producten. Het aantal *test runs* per operator is minimum 2 en een standaard 3.

Voor de productselectie zal er ten eerste 10 % van het gekozen aantal een “extreme” NOK-product moeten zijn. In het geval van twee specificatielimieten wordt er aanbevolen dat er:

- 25 % van de producten genomen wordt die dichtbij de onderste specificatielimiet liggen;
- 25 % van de producten genomen wordt die dichtbij de bovenste specificatielimiet liggen;
- 30 % van de producten die tussen de specificatielimiet liggen;
- 10 % van de producten die onder het onderste specificatielimiet liggen;
- 10 % van de producten die boven het bovenste specificatielimiet liggen.

In het derde en laatste geval waar er maar één specificatielimiet is, wordt er aangeraden dat er:

- 40 % van de producten dicht bij de specificatielimiet liggen;
- 30 % van de producten onder de specificatielimiet vallen;
- 30 % van de producten boven de specificatielimiet vallen.

Er zijn drie mogelijke methoden. De eerste methode is dat men de studie uitvoert zonder een referentiewaarde. Bij de tweede methode wordt er gewerkt met referentiewaarden. Als er een attribuut gemeten wordt met een variabel meetinstrument zal er een ander middel gebruikt moeten worden zoals een deskundige die vooraf zal bepalen welke producten goed of slecht zijn.

De derde studie maakt gebruik van referentiewaarden die onafhankelijk gemeten zijn met een variabel meetinstrument. Een variabel meetinstrument kan zeggen hoe goed of hoe slecht een product is. Een attribuut meetinstrument kan alleen over het product zeggen of het goed is of niet.

3.3.2.4 Evaluatie van de studie

Bij de evaluatie van de studie wordt er vooreerst nagekeken of de extreme NOK-producten NOK zijn. Als een van deze goedgekeurd wordt, zal het meetsysteem niet goed zijn en zal er actie ondernomen moeten worden. Als dit niet het geval is zal de Cohen's Kappa berekend worden.

Als de waarde van Kappa kleiner is dan 0,40 geeft dit aan dat het een slechte overeenkomst is. Dit is niet goed en er zal actie ondernomen moeten worden. Bij een Kappa-waarde tussen 0,40 en 0,75 zal een bevoegd persoon actie ondernemen. Is de Kappa-waarde groter dan 0,75 wil dit zeggen dat er een goede overeenkomst is en zal er geen actie moeten worden ondernomen. De maximale waarde van Kappa is 1.

Deze analyse is nodig om te bepalen of er verschillen zijn tussen de verschillende waarnemers. Het zegt niets over hoe goed het meetsysteem de onderdelen tussen goede of slechte onderverdeelt [7].

De formule [7], [8] van Cohen's Kappa is:

$$\kappa = \frac{\text{de som van de waargenomen verhoudingen}}{\text{de som van de verwachte verhoudingen}} \quad 3.1$$

Of

$$\kappa = \frac{\text{percentage voor kans gecorrigeerde geobserveerde overeenkomsten}}{\text{percentage voor kans gecorrigeerde potentiële overeenkomst}} \quad 3.2$$

Om de effectiviteit van het meetsysteem te kunnen weten zal er een effectiviteitsstudie uitgevoerd worden.

De formule [7] van de effectiviteit is:

$$\text{Effectiviteit} = \frac{\text{aantal juiste beslissingen}}{\text{totaal aantal kansen van beslissingen}} \quad 3.3$$

Als de effectiviteit kleiner is dan 80 % of als de waarde tussen de 80 % en 90 % ligt, is dit niet goed en moet er actie ondernomen worden voor verbetering. Alleen als de effectiviteit hoger is dan 90 % zal er geen actie moeten worden ondernomen.

3.3.2.5 *Uitvoering van de evaluatie van de studie*

Aangezien de machine niet is opgebouwd kan er geen MSA op uitgevoerd worden. Daarom zal er een voorbereidende uitvoering gebeuren van de MSA op de ontworpen machine. Er wordt overlopen hoeveel operatoren er nodig zijn, het aantal producten en het aantal test runs dat uitgevoerd worden.

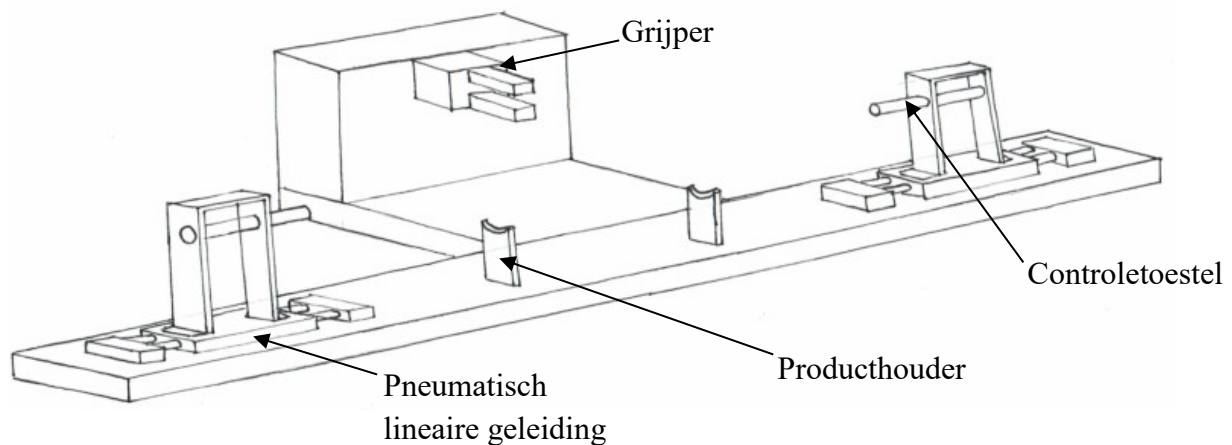
Om de studie uit te voeren zal men gebruikmaken van drie operatoren. Het aantal producten dat gebruikt zal worden om de studie uit te voeren zal bestaan uit 10 producten waarvan een product een extreme NOK-waarde zal bezitten. Elke operator gaat twee *runs* uitvoeren.

4 Voorontwerpen

Nadat de eisen waren opgesteld is er begonnen aan het maken van enkele voorontwerpen van de machine. Er is gekozen voor een ontwerp dat in huis wordt uitgevoerd omdat de investeringen van commerciële machines te hoog is.

4.1 Het eerste voorontwerp

Bij het eerste voorontwerp wordt het huidige controletoeistel gebruikt. De controletoeistellen krijgen een horizontale opstelling in plaats van de huidige verticale opstelling. Deze worden op een beweegbare slede geplaatst die aangedreven wordt. Het product wordt tussen de twee controletoeistellen geplaatst op een stilstaande houder. Om te voorkomen dat het product mee gaat verdraaien of verschuiven wordt er gebruikgemaakt van een grijper die het product vast zal klemmen (Figuur 17).



Figuur 17: Eerste voorontwerp

4.1.1 Voordelen en nadelen

Het gebruiken van de huidige controletoeistellen heeft als voordeel dat er gewerkt wordt met een vertrouwd toestel. Er is een gemakkelijke aan- en afvoer van de producten mogelijk. Hierdoor wordt ook de ergonomie van de operator verbeterd. Doordat er is gekozen voor een horizontale opstelling moet de operator de assen niet meer omdraaien, terwijl dit met de verticale opstellen wel het geval is. Dit is belastend voor de polsen, aangezien we spreken over assen met een gewicht van ongeveer 3kg. Via Figuur 18 is de interne verpakking te zien. Dit is de manier waarop deze assen worden aangevoerd naar de controle.

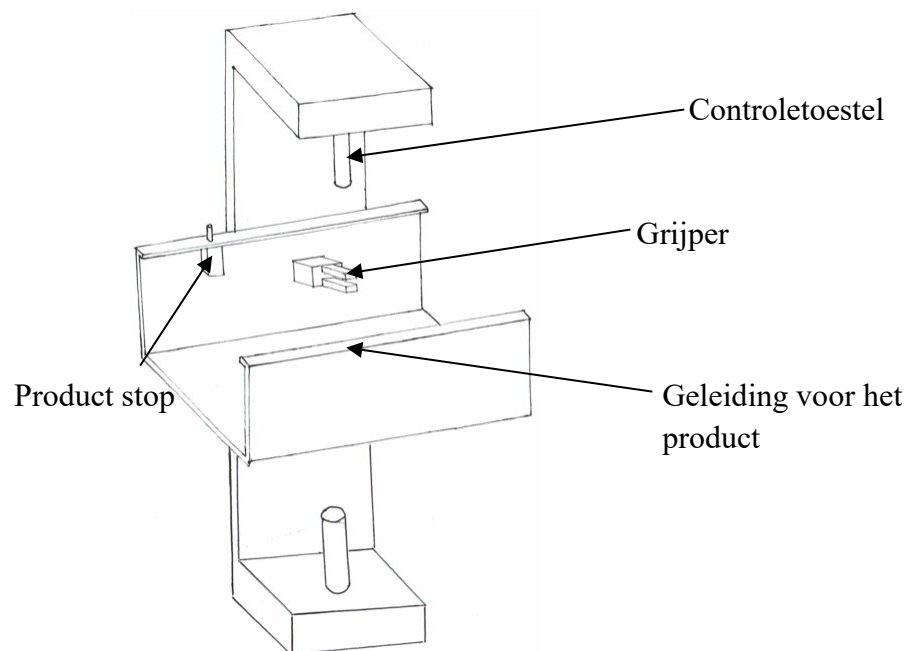


Figuur 18: Interne verpakking

Het gebruiken van een grijper is een dure optie. Er kan klemgevaar voor de handen van de operator ontstaan. Dit betekent dat er een afscherming zal bijgeplaatst moeten worden. Het betekent ook dat er een externe afrastering moet gemaakt worden voor de grijper, dit brengt extra kosten met zich mee.

4.2 Het tweede voorontwerp

Bij het tweede voorontwerp wordt het testtoestel verticaal geplaatst. Het product wordt via een geleiding tussen de twee controletoeestellen geplaatst. Dit kan manueel, via een transportsysteem of via de zwaartekracht. Als er gebruikgemaakt wordt van de zwaartekracht moet ervoor gezorgd worden dat het product veilig en zonder beschadigingen kan gestopt worden. Het product wordt op de juiste plaats gehouden door een grijper (Figuur 19).



Figuur 19: Tweede voorontwerp

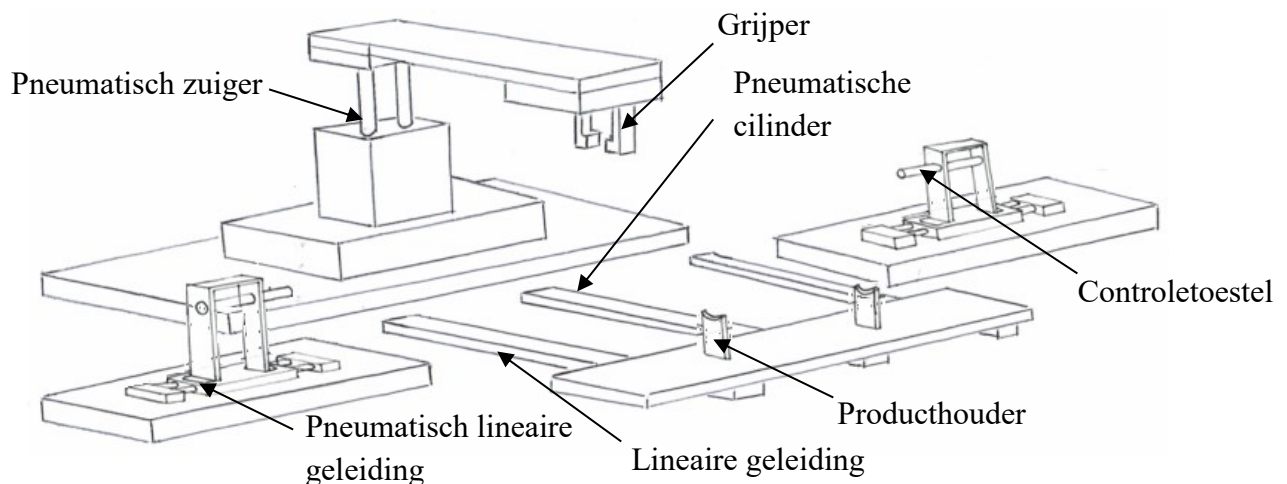
4.2.1 Voordelen en nadelen

Het is compact in de lengterichting. Het meettoestel dat zich boven de as bevindt gaat geen last hebben van vuil.

Het gebruik van een grijper en/of een transportsysteem is duur en niet ergonomisch. Het product kan gemakkelijk vallen wat niet gewenst is. Er treedt een extra klemgevaar op voor de operator tijdens het beladen van de machine. De ophoping van vuil dat naar beneden valt gaat een negatieve impact hebben op het kaliber.

4.3 Het derde voorontwerp

Het derde voorontwerp is een afgeleide van het eerste voorontwerp. Maar bij dit ontwerp wordt de grijper boven het product geplaatst. Het product wordt op een houder geplaatst die naar achter beweegt wanneer de machine gestart wordt. Dit voorkomt dat de operator in contact komt met de bewegende delen (Figuur 20).



Figuur 20: Derde voorontwerp

4.3.1 Voordelen en nadelen

Door het product weg van de operator te laten bewegen zal dit bijdragen tot de veiligheid van de operator. Een ander voordeel is dat er geen vuil in de grijper kan vallen aangezien deze boven het product geplaatst is.

Er zijn meer bewegende delen waardoor het moeilijker wordt om een juiste uitlijning te bekomen. Ook de machine wordt hierdoor duurder. Omdat de grijper op een hogere plaats komt te staan t.o.v. de andere voorontwerpen zal de bevestiging van de grijper een grote stijfheid moeten bezitten. Dit zal een negatief gevolg hebben voor de inbouwruimte alsook voor de prijs van het gebruikte materiaal.

4.4 Concept na feedback

Na feedback van verschillende werknemers was de conclusie dat het gebruikmaken van een grijper zowel overbodig als veel te duur voor deze toepassing zou zijn. De grijper kan

vervangen worden door gebruik te maken van twee pennen die passen in reeds voorziene oliekanalen in het product. Deze pennen zorgen ervoor dat het product wat getest wordt niet kan bewegen tijdens de uitvoering van de controle. Er is gebleken dat het controletoeistel met kaliber niet gewoon via een lineaire beweging tot tegen de schroefdraad kan bewegen. Dit kan namelijk zorgen voor het gevaar op beschadiging van de schroefdraad van het product en van het kaliber. Om beschadiging van de schroefdraad te beperken, moet een mechanisme ontworpen worden dat de klap kan opvangen.

4.5 Besluit

Er is gekozen om het eerste ontwerp verder uit te werken omdat enerzijds het concept niet te complex was en anderzijds het ook het meest ergonomische voorontwerp was. Het tweede concept is niet gekozen omdat er gebruikgemaakt moest worden van een transportsysteem wat veel kosten met zich zal mee brengen en een grote inbouwruimte vergt. Het derde concept is niet geselecteerd omdat het te veel bewegende delen bevat wat aanleiding kan geven tot meer storingen en kalibratiefouten. Hierdoor moet er veel tijd besteed worden aan het uitlijnen van de onderdelen. Dit ontwerp heeft wel als groot voordeel dat alle bewegende delen afgezonderd zijn van de operator.

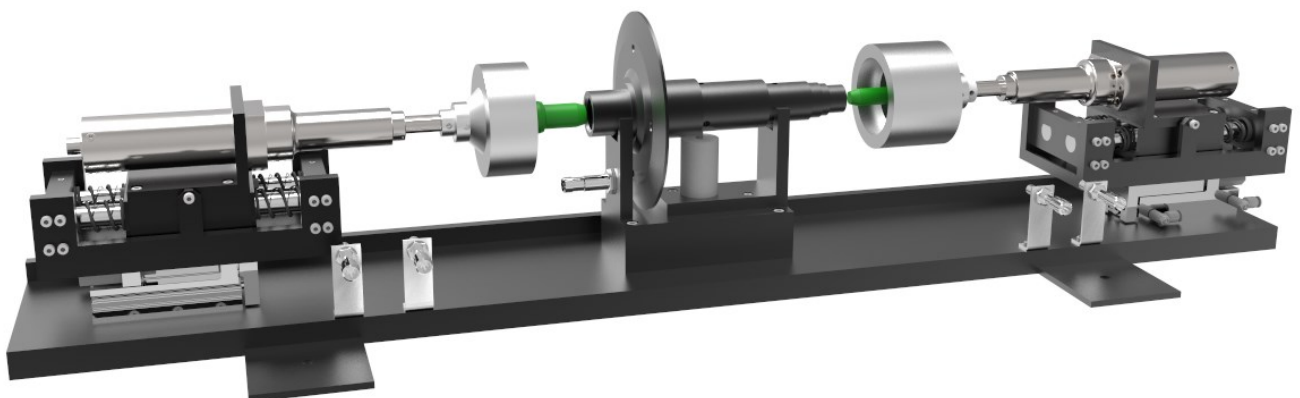
5 Gekozen ontwerp

Na feedback van verschillende werknemers zijn er enkele conclusies getrokken die in de vorige paragraaf besproken zijn. Deze conclusies zijn in acht genomen voor het verbeteren van het ontwerp.

5.1 De werking

In deze paragraaf wordt de korte werking van het ontwerp uitgelegd. De opstelling bestaat uit een mechanisch gedeelte, een elektrisch gedeelte en een pneumatisch gedeelte. De technische tekeningen kunnen teruggevonden worden in bijlagen A.

De machine wordt bediend door middel van een bediening met twee handen. Deze zorgt ervoor dat de operator niet blootgesteld wordt aan mogelijk klemgevaar. Bij het bedienen van de twee drukknoppen en het aanwezig zijn van het product, gaan de twee cilinders voorwaarts bewegen tot hun eindslag. De twee drukknoppen moeten ingedrukt blijven totdat de inductieve sensors bediend wordt door de cilinders. Als deze sensors bediend zijn, kunnen de drukknoppen gelost worden. Doordat nu het kaliber tegen de schroefdraad drukt, wordt het meettoestel via de PLC aangestuurd zodat de kalibers beginnen te draaien. Deze draaibeweging zorgt ervoor dat het kaliber op de schroefdraad geschroefd wordt. Hierdoor worden veren opgespannen. Na dat de meting is uitgevoerd zendt de stuurmodule (EDU 2AE) een signaal naar de PLC die op zijn beurt de draairichting van het meettoestel omkeert. Hierdoor wordt het kaliber losgedraaid van de schroefdraad. Doordat de opgespannen veren voor een tegendruk zorgen wordt er voorkomen dat het kaliber blijft hangen in de laatste winding van de schroefdraad. Hierna gaan de cilinders terug naar hun begin posities en wordt via een signaallamp aangegeven of het gecontroleerde product voldoet aan de eisen. Er is een noodstop en een reset voorzien. De reset brengt het gehele systeem naar de beginpositie bij een fout, de noodstop dient voor in noodgevallen en zal het systeem persluchtloos maken en de ventielen in gesloten middenstand plaatsen.

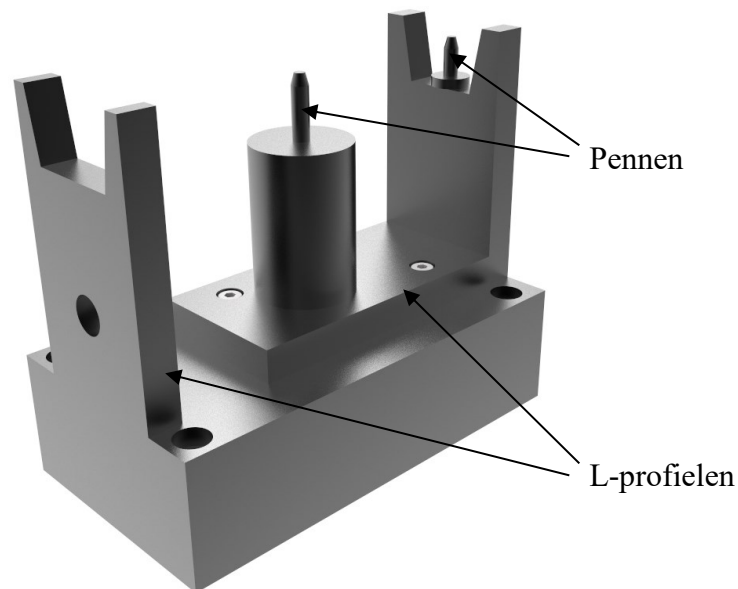


Figuur 21: Ontwerp, Schroefdraadtester

5.2 Mechanisch ontwerp

Het mechanisch deel bestaat uit drie groepen: de houder waarin het product wordt gelegd, het controletoeistel met kaliber en het gedeelte dat ervoor zal zorgen dat het kaliber niet tegen de schroefdraad zal botsen.

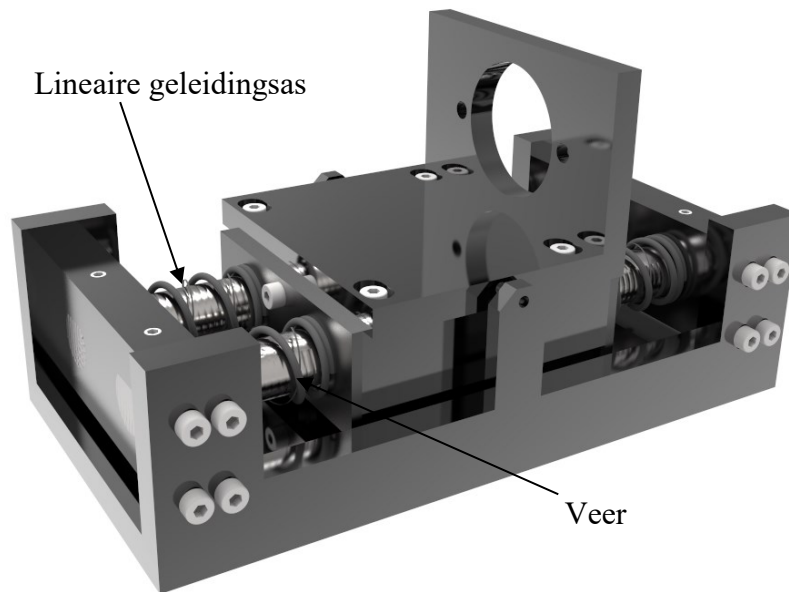
De houder bestaat uit vier delen. Twee componenten hebben een L-profiel met een V uitgehaald zodat het product via deze vorm gecenterd wordt (Figuur 22). Het ene deel wordt geplaatst op het andere deel. Hierdoor ontstaat er een trap die ervoor zal zorgen dat het product niet in de verkeerde richting geplaatst kan worden. De andere twee delen zijn pennen die ervoor zorgen dat het product niet zal mee zal kunnen bewegen. De pennen zullen passen in de oliekanalen van het product.



Figuur 22: Product steun met V-vorm

Het controletoeistel is de Pluto 10CA-FN van Kolver. Dit is hetzelfde toestel dat nu gebruikt wordt voor de controle. Deze is goedkoop en voldoet. Er bestaan andere meettoestellen van verschillend fabrikanten die een gelijkaardige opbouw en meettechniek hebben. Sommige systemen worden pneumatisch aangedreven, anderen elektrisch. Het voordeel van elektrisch is dat het geproduceerde geluid minder is dan bij een pneumatisch systeem. Het voordeel van een pneumatisch systeem is dat de motor bijna niet overbelast kan worden. Het principe van deze toestellen berust op een aangedreven schroevendraaier. Ook zijn er meettoestellen die veel meer parameters kunnen meten van de schroefdraad, deze systemen zijn te uitgebreid voor deze toepassing. Enkele fabrikanten van deze systemen zijn: Kordt (gespecialiseerd in het meten van schroefdraad), Kolver, Atlascopco, Er kan ook geopteerd worden voor het zelf ontwikkelen van een meetsysteem.

De laatste groep bestaat uit lineaire geleidingen en veren (Figuur 23). De veren zullen ervoor zorgen dat het kaliber niet met een te grote snelheid tegen de schroefdraad zal komen zodat er geen beschadiging aan de buitenschroefdraad van het product wordt toegebracht. Deze veren zorgen ook voor het opvangen van de voorwaartse en terugkerende beweging van het kaliber tijdens de controle. De lineaire geleidingen zijn kogelbussen die bewegen over twee assen. Over deze assen worden de veren geplaatst.



Figuur 23: Lineaire geleiding met veren

5.3 Pneumatische ontwerp

Aangezien er gekozen is voor het werken met pneumatische zuigers moet er een pneumatisch schema gemaakt worden. Dit bestaat uit pneumatische zuigers die via elektro-pneumatische ventielen aangestuurd worden. De zuigers worden ook voorzien van een debietregeling zodat de snelheid van de zuigers op de gewenste snelheid kan geregeld worden. Er is ook een verzorgingselement voorzien met een afsluitkraan, een drukopbouwventiel en een noodstop voorzien die de installatie persluchtloos kan maken. De elektro-pneumatische ventielen bevinden zich op een ventieleiland. Hierdoor wordt het gehele systeem compacter. Het pneumatisch schema is terug te vinden in bijlagen C.

5.4 Elektrisch ontwerp

Voor het inlezen en aansturen van de externe signalen is er gekozen voor een kleine PLC. De stuurmodule van de Pluto 10CA-FN wordt via deze PLC aangestuurd worden. De stuurmodule heeft ook enkele uitgangsignalen die ingelezen worden via de PLC. Voor de PLC is geselecteerd voor een LOGO van Siemens omdat deze ideaal is voor kleine industriële toepassingen. De LOGO zal gevoed worden door een voeding van 24 volt en 4 ampère. Er wordt gebruik gemaakt van uitbreidingsmodules om alle digitale uitgangen te kunnen inlezen. De schema's van het elektrisch ontwerp zijn te vinden in bijlagen C.

6 Berekeningen

6.1 Lineair geleiding: levensduur berekening

Stroke length factor [8]:

$$f_s = \frac{l_s}{l_t} \quad 6.1$$

$$f_s = \frac{15}{15,4} = 0,97 \approx 1 \quad 6.2$$

Tabel 1: f_s factor voor lineaire geleiding [8]

Table 2.1: Factor f_s as a ratio of the l_s/l_t ratio (for linear ball bearings)

l_s / l_t	$f_{s, ball}$
1,0	1,00
0,9	0,91
0,8	0,82
0,7	0,73
0,6	0,63
0,5	0,54
0,4	0,44
0,3	0,34
0,2	0,23
0,1	0,13

Table 2.2: Support length l_t of the different linear ball bearings

Type	l_t	Type	l_t
LBBR 3	4,1	LBC ... 5	11,3
LBBR 4	5,4	LBC ... 8	12,5
LBBR 5	7,1	LBC ... 12	19,8
LBBR 6	12	LBC ... 16	22
LBBR 8	12,7	LBC ... 20	27,8
LBBR 10	12,7	LBC ... 25	39,6
LBBR 12	15,4	LBC ... 30	47,7
LBBR 14	15,4	LBC ... 40	54
LBBR 16	15,4	LBC ... 50	68,5
LBBR 20	15,4	LBC ... 60	92
LBBR 25	22,4	LBC ... 80	122
LBBR 30	32		
LBBR 40	38,6		
LBBR 50	47,8		

- L_{10} basic rating life, 10^6 m (failure probability 10 %)
- L_{10h} basic rating life in hours of operation
- C basic dynamic load rating, see tables of SKF linear ball bearing catalogue, N
- P equivalent dynamic bearing load, N
- f_s factor for stroke length, see table 2.1 "Basic technical principles"
- s stroke length, mm
- n stroke frequency, min^{-1} (number of movements from one end position to the other and back again)
- f_h factor for surface hardness of shaft

Figuur 24: Levensduur parameters [8]

Basis levenscyclus in meter [8]:

$$L_{10} = f_s * \left(\frac{C}{P}\right)^3 \quad 6.3$$

$$L_{10} = 1 * \left(\frac{930 \text{ N}}{10 \text{ N}}\right)^3 = 804357 * 10^5 \text{ m} \quad 6.4$$

Basis levenscyclus in bedrijfsuren [8]:

$$L_{10h} = \frac{5 * 10^7 * f_s}{(S * n * 60)} * \left(\frac{C}{P}\right)^3 \quad 6.5$$

$$L_{10h} = \frac{5 * 10^7 * 1}{(15mm * 4,167 \text{ min}^{-1} * 60)} * \left(\frac{930 \text{ N}}{10 \text{ N}}\right)^3 = 1,07 * 10^{10} \text{ h} \quad 6.6$$

6.2 Cilinder berekening

6.2.1 Luchtverbruik

Voor het bepalen van de ventielen en de verzorgingseenheid is het van belang het luchtverbruik te kennen. Dit wordt berekend aan de hand van de volgende berekening [9].

P_e = druk in de cilinder

P_{amb} = luchtdruk

A = zuigeroppervlak

S = Slag lengte

Luchtverbruik:

$$Q = 2 * A * S * n * \frac{P_e + P_{amb}}{P_{amb}} \quad 6.7$$

Slagen per tijdseenheid:

$$n = \frac{1}{14,4 \text{ s}} \rightarrow \frac{4,17}{60 \text{ s}} = 4,17 \text{ min}^{-1} \quad 6.8$$

$$Q = 2 * \left(\left(\frac{\pi * 1,6 \text{ cm}}{4} \right)^2 * 2 \right) * 5 \text{ cm} * 4,17 * \frac{6 \text{ bar} + 1 \text{ bar}}{1 \text{ bar}} = 1,17 \text{ l/min} \quad 6.9$$

6.2.2 Cilinderkracht

Om te weten hoe groot de veerconstante moet zijn, is het nodig om de kracht die de cilinder uitoefent te kennen. Dit wordt bepaald met de volgende berekening.

D = Zuigerdiameter

Cilinderkracht:

$$F = P * A \quad 6.10$$

Oppervlakte:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \quad 6.11$$

$$A = \frac{\pi * (16 \text{ mm})^2}{4} = 201,1 \text{ mm}^2 \quad 6.12$$

$$F = 0,6 \text{ Mpa} * 201,1 \text{ mm}^2 = 120,6 \text{ N} \quad 6.13$$

6.3 Veer Berekeningen

Voor het berekenen van de veerconstante worden enkele aannames gemaakt. Aan de hand van deze schatting kunnen dan enkele sets veren besteld worden. Het finetunen volgt bij de ingebruikname van het toestel.

k = Veerconstante
x = Afgelegde weg

Veerkracht:

$$F = k * x \quad 6.14$$

$$F = 5,821 \text{ N/mm} * 10 \text{ mm} = 58,21 \text{ N} \quad 6.15$$

$$F = 5,821 \frac{\text{N}}{\text{mm}} * 5 \text{ mm} = 29,11 \text{ N} \quad 6.16$$

7 De gekozen componenten

Hier worden de gebruikte mechanisch, elektrische en pneumatische componenten besproken.

7.1 Mechanische componenten

Er is gebruikgemaakt van enkele mechanische componenten zoals een lineaire geleiding bestaande uit vier kogelbussen en twee geleidingsassen. Deze zorgen ervoor dat de Pluto-schroevendraaier een lineaire beweging kan maken. Ook worden er veren gebruikt. Deze vangen de impact op van het kalibers met het product. De veerkracht moet lager zijn als de kracht van de pneumatische zuigers, maar voldoende hoog zodat het kalibers loskomen van het product bij het ontladen.

7.2 Pneumatische componenten

De gekozen pneumatische onderdelen zijn:

- twee zuigers;
- een aandrijving met een slede;
- een ventieleiland met de bijhorende ventielen;
- een verzorgingseenheid;
- een NO-ventiel als noodstop;
- vier debietregelaars om de snelheid van de zuigers te regelen.

Het ventieleiland is uitgerust met twee 5/3 ventielen voor het aansturen van de twee zuigers en twee normaal open 3/2 ventielen waarvan een ventiel gebruikt wordt als noodstop.

7.3 Elektrische componenten

De elektrische component, die gebruikt is in het ontwerp, is een kleine PLC van Siemens "LOGO!". Deze is voorzien van uitbreidingmodules. Voor het bedienen van de machine wordt er gebruikgemaakt van twee drukknoppen (een dodemansknop). De drukknoppen zullen zolang in gedrukt moeten worden totdat er geen klemgevaar meer is. Er is ook een noodstop voorzien. Deze zal via een veiligheidsrelais een elektro-pneumatisch ventiel bedienen en aan de LOGO melden dat de noodstop bediend is. Er worden ook nog twee reset-drukknoppen voorzien. Eén zal dienen voor het resetten van de noodstop en de andere voor het resetten van programma. Er worden vijf inductieve sensoren gebruikt. Vier inductieve sensoren worden gebruikt voor het detecteren van de positie van de pneumatische zuigers, de vijfde wordt gebruikt voor het controleren of er een product aanwezig is. De uitgangen van de LOGO zullen de interface relais aansturen die op hun beurt hun hulpcontacten zullen bedienen. Dit is gedaan om de uitgangen van de LOGO te beveiligen zodat deze niet overbelast kunnen worden.

7.4 Gebruikte materiaal

Als materiaal voor het vervaardigen van de maaddelen van het ontwerp is er gekozen voor een 34CrMo4 en 42CrMo4 dit is het standaard materiaal in VCST. Dit is een laag gelegeerd veredelingsstaal en kan makkelijk inzet gehard worden.

Voor de geleidingsassen voor de kogelbussen wordt er gebruikgemaakt van C35 ongelegeerd staal. Dit materiaal bezit een goede beweegbaarheid en een goede weerstand tegen slijtage. 34CrMo4 en 42CrMo4 worden chemisch gezwart. Dit zorgt voor een betere corrosiebestendigheid van het materiaal.

7.5 Gebruikt meetsysteem

Het gebruikte meetsysteem is hetzelfde als datgene welk in de huidige opstelling aangewend wordt. De elektrische schroevendraaier is van de fabrikant Kolver, een Pluto 10CA-FN die aangestuurd wordt door een EDU 2AE controller van Kolver. Tijdens de controle worden de tijd en het koppel bewaakt. Indien 1 van deze parameters overschreden wordt, wordt het product afgekeurd.

8 Besluit

Het hoofddoel van de thesis was het ontwerpen van een geautomatiseerde schroefdraadtaster die de doorlooptijd van de schroefdraadcontrole kan reduceren. Vooraleer dit concept kan gerealiseerd worden moet een verificatie gedaan worden. Eerst moet een prototype gebouwd worden. Uit dit prototype kunnen dan de geschatte parameters bevestigd worden of verbeterd worden. De verificatie wordt uitgevoerd aan de hand van een MSA-studie, via deze studie kan het concept beoordeeld worden op de kwaliteit van meten.

Voor het motiveren van de investering moet een pay-back berekend worden. Eerst moet een nieuwe schatting gemaakt worden hoelang de controle zal duren met de ontworpen machine. Dit wordt aan de hand van een voorop uitgevoerde studie gedaan. Uit deze studie is gebleken dat het meettoestel zelf 7,8 seconden nodig heeft voor de meeting. De aanvoer heeft 3,9 seconden nodig en de afvoer 1,8 seconden. De minimumtijd bedraagt 13,5 seconden. Hierbij komt nog de tijd die nodig is om de cilinders te laten bewegen.

Voor het berekenen van deze tijd wordt ervanuit gegaan dat de cilinders met een snelheid van 0,2 m/s bewegen en de afgelegde weg is 50 mm.

$$t = \frac{L}{v} = \frac{0,05m}{0,2 \text{ m/s}} = 0,25s \quad 8.1$$

De bereken de tijd is voor de uitgaande beweging van de cilinder. Om de tijd te verkrijgen van de in- en uitgaande beweging wordt deze tijd verdubbeld. De totale tijd bedraagt 0,5 seconden. Dit brengt de tijd van de controle op 14 seconden.

Er is met andere woorden een tijdsreductie van 8.6 seconden per as. De cyclustijd van het concept (14 seconden) valt onder de benodigde cyclustijd (15 seconden). Hierdoor kunnen er 426 assen per ploeg gemaakt worden i.p.v. de huidige 375 assen.

Om de pay-back te kunnen berekenen is het nodig om de geschatte kosten van het concept te weten. Dit is gedaan aan de hand van offertes. De leveringstermijn van de aangevraagde componenten ligt tussen de 0 en 8 weken. De RfQ is terug te vinden in bijlagen D.

Tabel 2: Pay-back

<u>Inspection:</u>	<u>Labour current process:</u>	<u>Labour new process:</u>	<u>Action:</u>
Visual inspection ID	33,7	33,7	
Thread M28 + M35	39,7	23,33	Optimized
Rework Thread	10,7	10,7	
Visual inspection Surface	9,4	9,4	
Marking	8,1	8,1	
Handling	4,9	4,9	
Extra PV	16,3	16,3	
Operator Total [cmin/as]	122,7	106,4	
Delta labour:	16,3	cmin/part	
Delta labour:	0,003	h/part	
Rate:	35,0	€/h	
Profit:	0,10	€/part	
Yearly volume	240000	Parts	
Yearly profit:	22853	€	
Investment:	45179	€	Kostprijs + engineerings uren van 2 machines
Pay-back:	1,98	Year	

Bibliografie

- [1] „VCST Products Belgium,” [Online]. Available: <http://www.vcst.com/>. [Geopend 19 Oktober 2016].
- [2] „Continu variabele transmissie,” wikipedia, 16 july 2016. [Online]. Available: https://nl.wikipedia.org/wiki/Continu_variabele_transmissie. [Geopend 14 12 2016].
- [3] „Continuously variable transmission,” wikipedia, 13 december 2016. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Continuously_variable_transmission. [Geopend 14 12 2016].
- [4] „services CVT introductie/working principle,” punchpowertrain, [Online]. Available: http://service.punchpowertrain.com/product_detaile/id/75.html. [Geopend 14 12 2016].
- [5] Stephan Lunau, „LSS: Meetsysteemanalyse (MSA),” 2 decemeber 2013. [Online]. Available: <http://www.raamstijn.nl/eenblogjeom/index.php/lean-six-sigma/2531-lss-meetsysteemanalyse>. [Geopend 9 maart 2017].
- [6] „Accuracy and precision,” Wikipedia, 8 maart 2017. [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Accuracy_and_precision. [Geopend 9 maart 2017].
- [7] Chrysler Group LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation, MEASUREMENT SYSTEMS ANALYSIS, Chrysler Group LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2010.
- [8] „Linear bearings and units Technical handbook,” oktober 2011. [Online]. Available: <http://www.skf.com/benelux/nl/index.html>. [Geopend 11 februari 2017].
- [9] „LSS: Meetsysteemanalyse (MSA) [2],” 2 december 2013. [Online]. Available: <http://www.raamstijn.nl/eenblogjeom/index.php/lean-six-sigma/3642-lss-meetsysteem>. [Geopend 15 maart 2017].
- [1] „Cohen's kappa,” Clinical Research Unit, 1 juli 2015. [Online]. Available:
0] https://wikistatistiek.amc.nl/index.php/Cohen%27s_kappa. [Geopend 18 februari 2017].
- [1] „Diagnostisch onderzoek,” Clinical Research Unit, 20 juni 2014. [Online]. Available:
1] https://wikistatistiek.amc.nl/index.php/Diagnostisch_onderzoek#Hoe_analyseer_ik_de_betrouwbaarheid_van_mijn_meetmethode.3F. [Geopend 18 februari 2017].
- [1] H. I. G. K. W. Häffner, Tabellenbuch für Metalltechnik, Hamburg: Handwerk und Technik, 2012.
2]

Bijlagen

Bijlage A: Mechanisch ontwerp..... 51
Bijlage B: Pneumatisch ontwerp 91
Bijlage C: Elektrisch ontwerp..... 95
Bijlage D: RfQ..... 119

Bijlage A: Mechanisch ontwerp

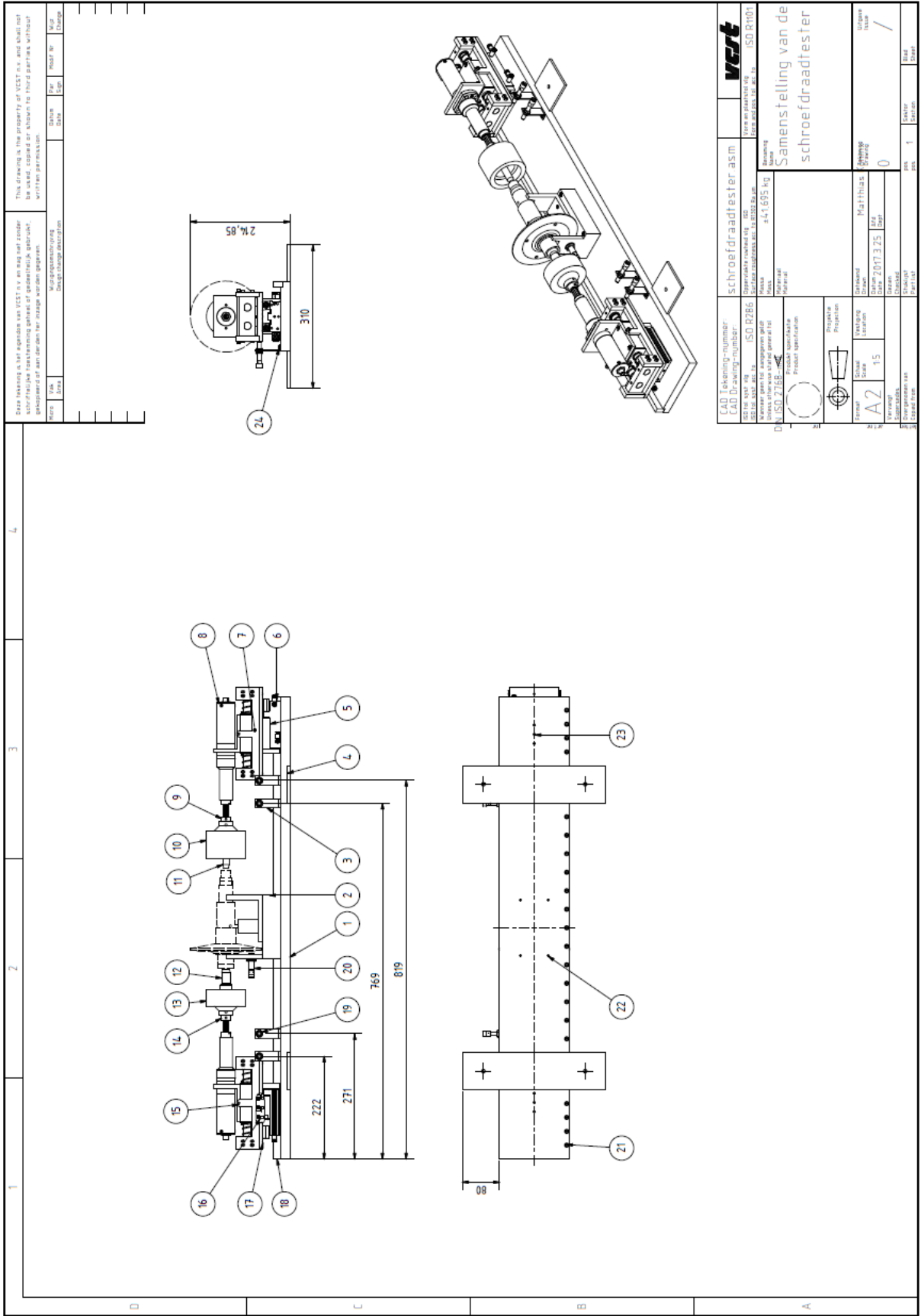
Micro		Vak Area	Wijzigingsomschrijving Design change description			Datum Date	Par Sign	Modif. Nr.	Wijz Change
Deze tekening is het eigendom van VCST n.v. en mag niet zonder schriftelijke toestemming geheel of gedeeltelijk gebruikt, gekopieerd of aan derden ter inzage worden gegeven.					This drawing is the property of VCST n.v. and shall not be used, copied or shown to third parties without written permission.				
42			Pen_dia5	1	34CrM04 (1.7220)				
41			werkstuksteun_pt1	1	42CrM04 (1.7225)				
40			positionerings_pen	1	34CrM04 (1.7220)				
38			werkstuksteun_pt2	1	42CrM04 (1.7225)				
35			Verticale_bevestiging_Slede	4	42CrM04 (1.7225)				
34			geleidingsas	4	C35				
33			Drukplaat	4	42CrM04 (1.7225)				
31			Basisplaat_beweegbareslede	2	42CrM04 (1.7225)				
30			Geleidingsblok_kolver	2	42CrM04 (1.7225)				
29			Steun_kolver	2	42CrM04 (1.7225)	DIN EN 10056-1-80x80x8			
28			GeleidingsHouder	4	42CrM04 (1.7225)				
18			Stijfheidlat_basisplaat	1	42CrM04 (1.7225)				
14			23k550-099-55088-003	1	ALMgSi0,5 (3.3206)	Tekeningen bestaan al			
13			23k550-099-55088-002	1	ALMgSi0,5 (3.3206)	Tekeningen bestaan al			
12			23k550-099-55088-004	1	Polyethylene, High Density	Tekeningen bestaan al			
11			23k550-099-55089-004	1	Polyethylene, High Density	Tekeningen bestaan al			
10			23k550-099-55089-002	1	ALMgSi0,5 (3.3206)	Tekeningen bestaan al			
9			23k550-099-55089-003	1	ALMgSi0,5 (3.3206)	Tekeningen bestaan al			
4			Tafel_voet	2	42CrM04 (1.7225)				
3			sensor_montageplaat	4	Aluminum 6061				
1			Besvestigingsplaat	1	42CrM04 (1.7225)				
Po	Bl	F.	Codenummer	Aantal	Materiaal	Benaming/Opmerking	Wi		

Deze tekening is het eigendom van VCST n.v. en mag niet zonder schriftelijke toestemming geheel of gedeeltelijk gebruikt, gekopieerd of aan derden ter inzage worden gegeven.

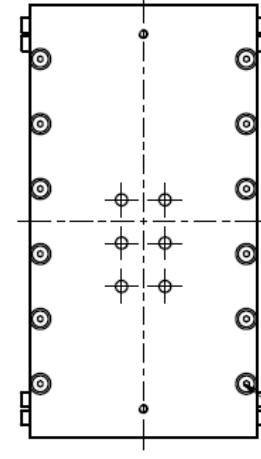
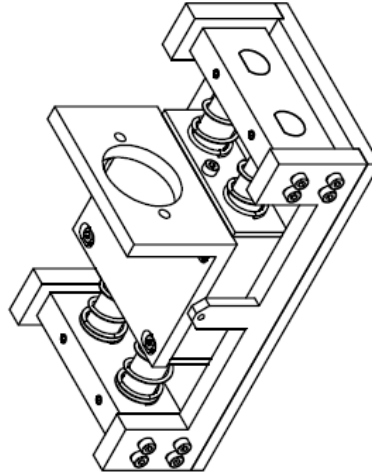
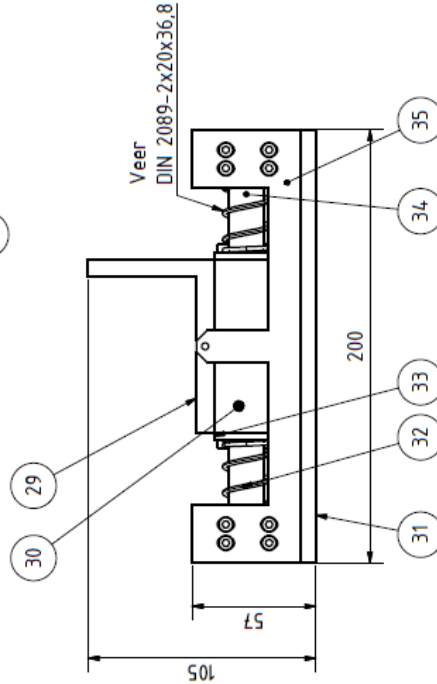
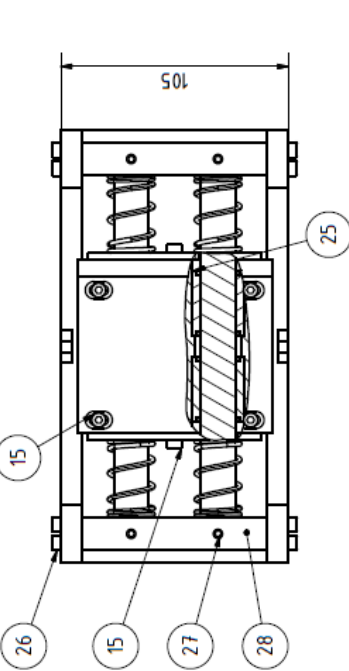
This drawing is the property of VCST n.v. and shall not be used, copied or shown to third parties without written permission.

Micro	Vak Area	Wijzigingsomschrijving Design change description	Datum Date	Par. Sign.	Modif. Nr.	Wijz Change	
37		DIN 912 - M4 x 12	2	Steel, Mild			
36		ISO 10642 - M4 x 16	12	Steel			
32		Compress Spring	8		DIN 2089-2x20x36,8		
27		ISO 4026 - M5 x 12	4	Stainless Steel, 440C			
26		DIN 912 - M4 x 8	16	Steel, Mild			
25		LBBR16-2LS	8		SKF		
24		DIN 912 - M3 x 8	8	Steel, Mild			
23		DIN 912 - M6 x 30	6	Steel, Mild			
22		DIN 912 - M5 x 50	4	Steel, Mild			
21		ISO 10642 - M4 x 25	21	Steel			
20		BI6U_M12_AP6X_H1141	1				
19		BI1.5_EG08_AP6X_H1341	4				
17		ISO 4026 - M4 x 16	4	Stainless Steel, 440C			
16		DIN 912 - M5 x 8	12	Steel, Mild			
15		DIN 912 - M4 x 10	8	Steel, Mild			
8		Pluto 10CA-FN	2		Kolver met EDU 2AE		
6		GRLA-M5-QS-4-D	4	Debidregeling			
5		SLT-16-50-A-CC-B	2		Festo pneumatisch zuiger		
Po	Bl	F	Codenummer	Aan	Materiaal	Benaming/Opmerking	Wi





CAD-tekeningnummer CAD-0286		schroefdraadtester asm	
ISO 15027:2018 ISO 15027:2018 ISO 15027:2018		ISO 15027:2018 ISO 15027:2018 ISO 15027:2018	
Productomschrijving Schroefdraadtester		Gewicht 41,695 kg	
Projectie Front Projectie		A2	
Formaat A2		Schaal 1:1	
Tekening 15		Mattheüs	
Datum 2017-03-25		0	
Versie 0		0	
Schaal 1:1		1	
Bestand 01		01	
Schaal 1:1		1	
Bestand 01		01	



Deze tekening is het eigendom van VCST n.v. en mag niet zonder schriftelijke toestemming geheel of gedeeltelijk gebruikt, gekopieerd of aan derden ter inzage worden gegeven.

This drawing is the property of VCST n.v. and shall not be used, copied or shown to third parties without written permission.

Niere	Stuk Area	Wijzigingsomschrijving	Datum	Revisie	Wijzigings
		Design change description	Date	Sign.	Change

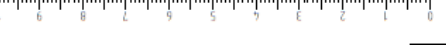
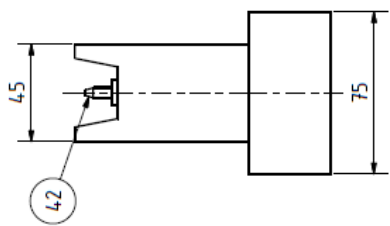
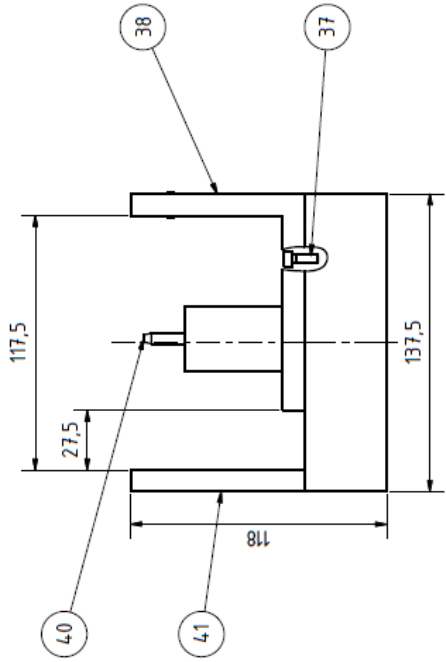
CAD Tekening-nummer: CAD Drawing-number	asm_Schroefdraadtester	asm	vcst
ISO 9001:2015 ISO 9001-2015 ISO 14001-2015 ISO 45001-2018	ISO R286 ISO R286 ISO R286 ISO R286	ISO R286 ISO R286 ISO R286 ISO R286	ISO R1101 ISO R1101 ISO R1101 ISO R1101
ISO 9001:2015 ISO 9001-2015 ISO 14001-2015 ISO 45001-2018	ISO R286 ISO R286 ISO R286 ISO R286	ISO R286 ISO R286 ISO R286 ISO R286	ISO R1101 ISO R1101 ISO R1101 ISO R1101
ISO 9001:2015 ISO 9001-2015 ISO 14001-2015 ISO 45001-2018	ISO R286 ISO R286 ISO R286 ISO R286	ISO R286 ISO R286 ISO R286 ISO R286	ISO R1101 ISO R1101 ISO R1101 ISO R1101
ISO 9001:2015 ISO 9001-2015 ISO 14001-2015 ISO 45001-2018	ISO R286 ISO R286 ISO R286 ISO R286	ISO R286 ISO R286 ISO R286 ISO R286	ISO R1101 ISO R1101 ISO R1101 ISO R1101
ISO 9001:2015 ISO 9001-2015 ISO 14001-2015 ISO 45001-2018	ISO R286 ISO R286 ISO R286 ISO R286	ISO R286 ISO R286 ISO R286 ISO R286	ISO R1101 ISO R1101 ISO R1101 ISO R1101
ISO 9001:2015 ISO 9001-2015 ISO 14001-2015 ISO 45001-2018	ISO R286 ISO R286 ISO R286 ISO R286	ISO R286 ISO R286 ISO R286 ISO R286	ISO R1101 ISO R1101 ISO R1101 ISO R1101
ISO 9001:2015 ISO 9001-2015 ISO 14001-2015 ISO 45001-2018	ISO R286 ISO R286 ISO R286 ISO R286	ISO R286 ISO R286 ISO R286 ISO R286	ISO R1101 ISO R1101 ISO R1101 ISO R1101
ISO 9001:2015 ISO 9001-2015 ISO 14001-2015 ISO 45001-2018	ISO R286 ISO R286 ISO R286 ISO R286	ISO R286 ISO R286 ISO R286 ISO R286	ISO R1101 ISO R1101 ISO R1101 ISO R1101
ISO 9001:2015 ISO 9001-2015 ISO 14001-2015 ISO 45001-2018	ISO R286 ISO R286 ISO R286 ISO R286	ISO R286 ISO R286 ISO R286 ISO R286	ISO R1101 ISO R1101 ISO R1101 ISO R1101
ISO 9001:2015 ISO 9001-2015 ISO 14001-2015 ISO 45001-2018	ISO R286 ISO R286 ISO R286 ISO R286	ISO R286 ISO R286 ISO R286 ISO R286	ISO R1101 ISO R1101 ISO R1101 ISO R1101



Deze tekening is het eigendom van VEST n.v. en mag niet zonder schriftelijke toestemming geheel of gedeeltelijk gebruikt, gekopieerd of aan derden ter inzage worden gegeven.

This drawing is the property of VEST n.v. and shall not be used, copied or shown to third parties without written permission.

Niere	Wijk Area	Wijzigingsomschrijving Design change description	Datum Date	Wijf Sign.	Wijf Change

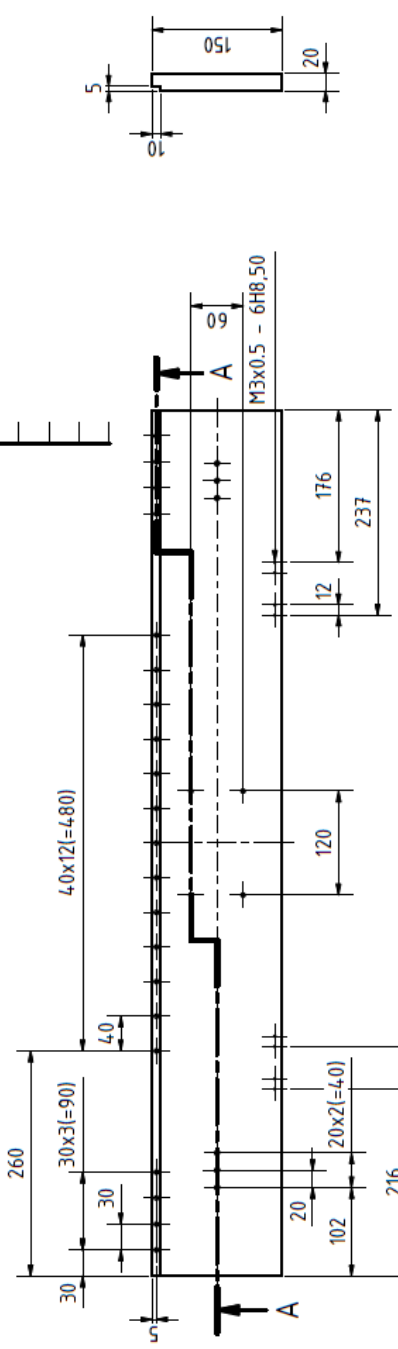


CAD Tekening-nummer: CAD Drawing-number:		werkstukSteun.asm			
ISO 10111-1: 2007-10 ISO 10111-2: 2007-10 ISO 10111-3: 2007-10 ISO 10111-4: 2007-10		Superfaktie tabblad vlg. VST Surface roughness acc. to ISO2 Ra,um			Form en plaatsing Form and pos. on sheet
Normering: Norming		Massa Mass		3,290 kg	
Material Material				Productie Production	
Product specificatie Product specification				Gerekend Drawn	
Projectie Projection				Mattheus Drawing	
Formaat Scale		Vastiging Location		Afd Dept	
A3 1:2		2017.3.25		2	
Uitgave Issue		3		1	

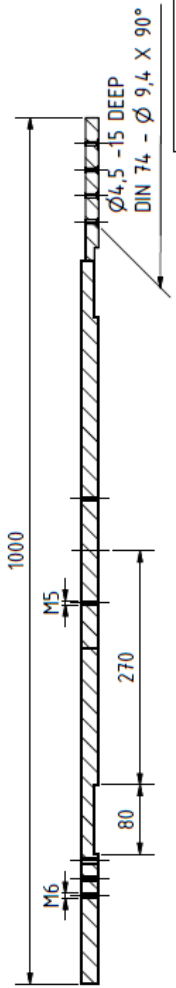
Deze tekening is het eigendom van VEST n.v. en mag niet zonder schriftelijke toestemming geheel of gedeeltelijk gebruikt, gekopieerd of aan derden ter inzage worden gegeven.

This drawing is the property of VEST n.v. and shall not be used, copied or shown to third parties without written permission.

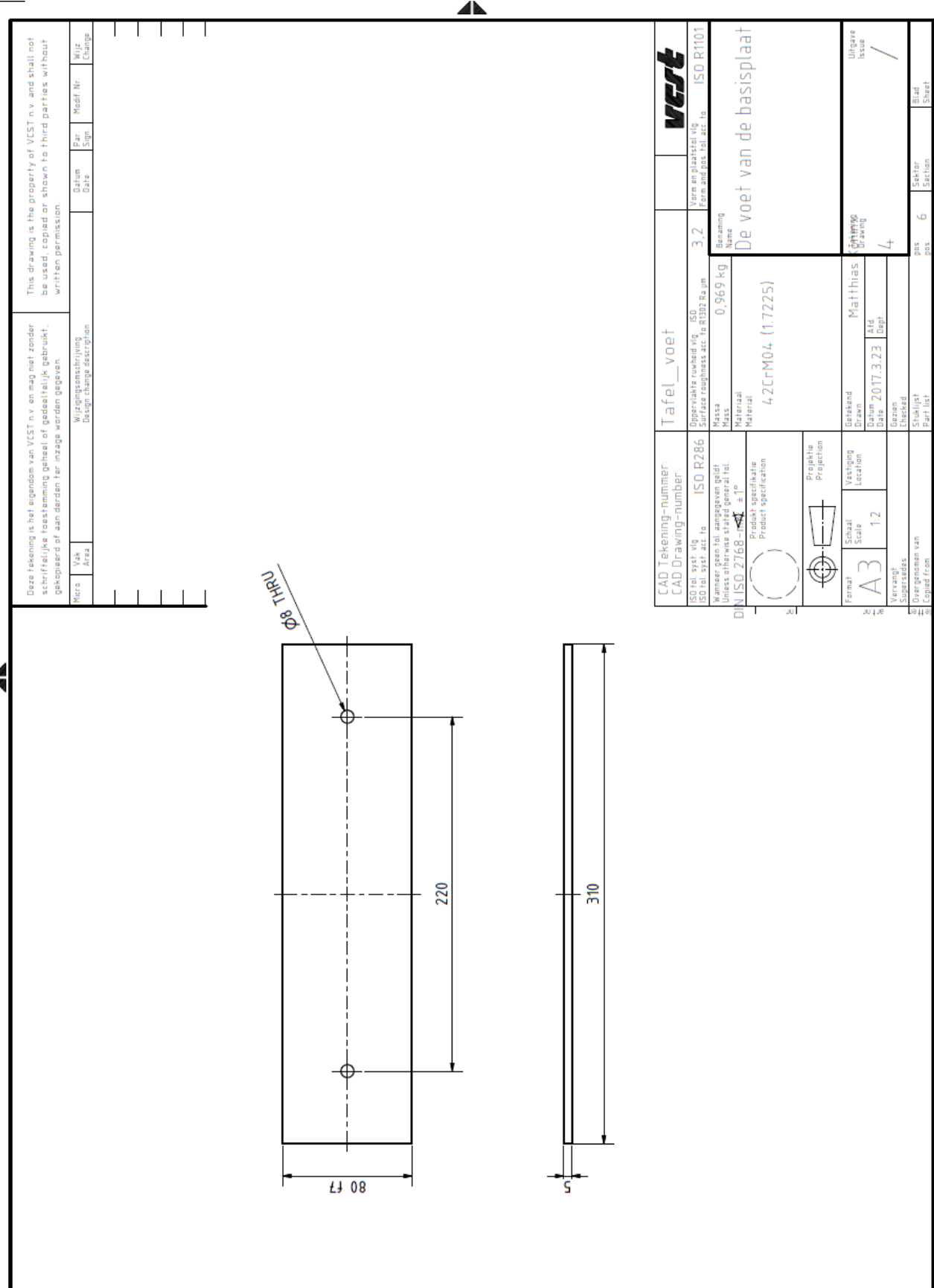
Blz. / Sheet	1 / 1
Model Nr. / Model No.	
Wijzig. / Change	
Datum / Date	
Ontwerp / Design	
Wijzigingsomschrijving / Design change description	



A-A (1 : 5)



CAD Tekening-nummer: CAD Drawing-number:		Bevestigingsplaat.ipt		VEST	
ISO 10111-1:2013-10	ISO R286	Superfieke ruwheid vlg. ISO 3274	ISO R1101	Form en plaats vlg. Form and place vlg. ISO 1101	
ISO 10111-1:2013-10	ISO R286	Superfieke ruwheid vlg. ISO 3274	ISO R1101	Form en plaats vlg. Form and place vlg. ISO 1101	
DIN ISO 2768- MS s P		Massa / Mass	22.137 kg	Benaming / Name	De basisplaat
		Product specificatie / Product specification	4.2CrM04 (1.7225)		
		Projectie / Projection			
Format / Scale	A3 / 1:5	Vestiging / Location		Gerekend / Drawn	Matthias
				Datum / Date	2017.3.23
				Afd. / Dept.	
				Uitgave / Issue	1
				Blad / Sheet	1 / 1



Deze tekening is het eigendom van VCST n.v. en mag niet zonder schriftelijke toestemming geheel of gedeeltelijk gebruikt, gekopieerd of aan derden ter inzage worden gegeven.

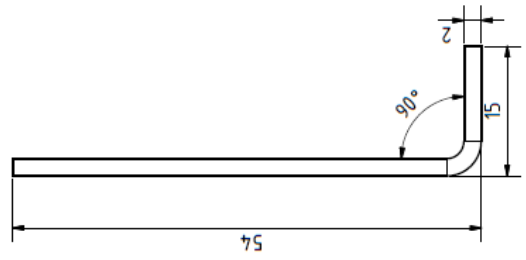
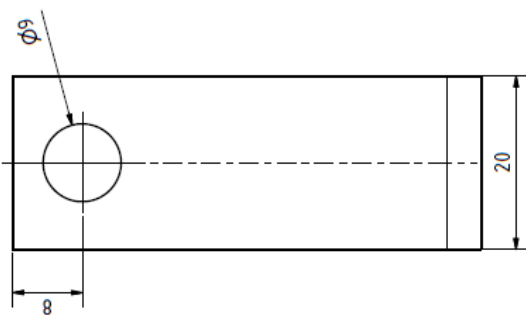
This drawing is the property of VCST n.v. and shall not be used, copied or shown to third parties without written permission.

Area	View Area	Wijzigingsomschrijving Design change description	Datum Date	Bez. Sign.	Wijz. Change

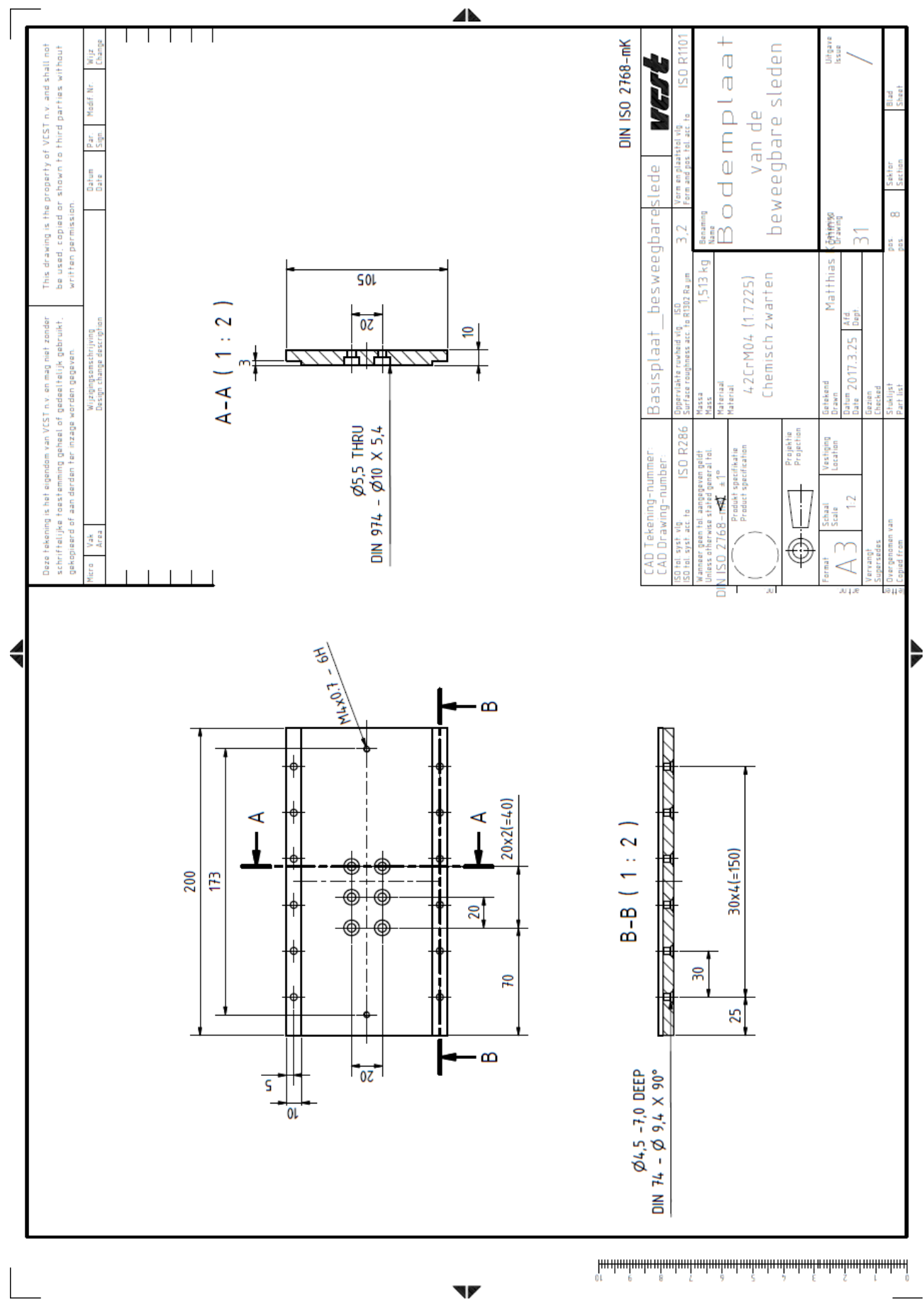
CAD Tekening-nummer: CAD Drawing-number:		Tafel voet		vcst	
ISO tel. syst. sig. ISO tel. syst. sig. to	ISO R286	Superfieke tekening Surface roughness acc. to	3.2	Form en plaatsing Form and position acc. to	ISO R1101
Normering Norming		Massa Mass	0,969 kg	Benaming Name	
DIN ISO 2768- MS ± P		Material	4.2CrM04 (1.7225)	De voet van de basisplaat	
Product specificatie Product specification		Getekend Drawn	Matthias	Uitgave Issue	/
Projectie Projection		Debat Date	2017.3.23	Graving Drawing	4
Format Scale	A3 1:2	Arb Dept.			
Verzorgd Supplied					
Overzamen van Copied from					
Blad Sheet		6		Blad Sheet	



Deze tekening is het eigendom van VCST n.v. en mag niet zonder schriftelijke toestemming geheel of gedeeltelijk gebruikt, gekopieerd of aan derden ter inzage worden gegeven.		This drawing is the property of VCST n.v. and shall not be used, copied or shown to third parties without written permission.			
Bladz. / Totaal Sheet / Total	Wijzigingsomschrijving Design change description	Datum Date	Rijz. / Sgn.	Wijz. / Change	



CAD Tekening-nummer: CAD Drawing-number		sensor_montageplaat-1.dwt				VCST	
ISO 10111-1:2015-10 ISO 10111-2:2015-10	ISO R286	Superfaktie toeluiding, USB Surface roughness acc. to ISO 320 Ra,µm	6.3	Form en plaatselijk Form and position, acc. to	ISO R1101		
Noms de produit, designation, grade Product name, designation, grade		Masse Mass		Benaming Name			
DIN ISO 2768- MA ¹⁰		0,007 kg		sensor montage beugel			
Product specificatie Product specification		Material Material					
		AlMgSi0.5 (3.3206)					
Projectie Projection		Derekening Drawing					
Schaal Scale		2:1		Uitgave Issue			
Vastiging Location		Matthias		/			
Formaat Format		A3		3			
Versie Version		2017.3.30					
Stapelen van Superimposition of Copied from		Stuklijst Part list		Bladz. / Sheet / Total			
		7					



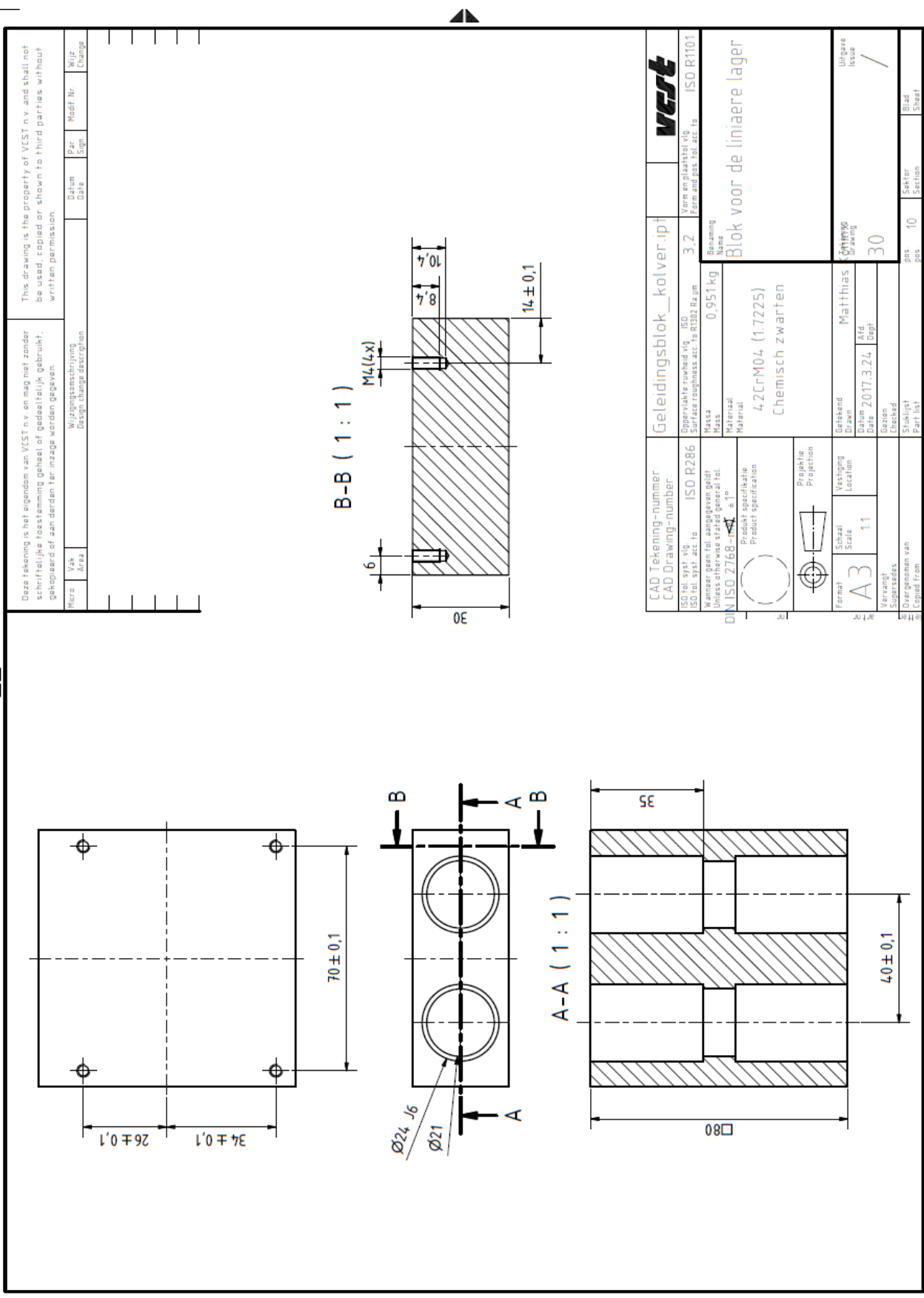
Deze tekening is het eigendom van VECST n.v. en mag niet zonder schriftelijke toestemming geheel of gedeeltelijk gebruikt, gekopieerd of aan derden ter inzage worden gegeven.

This drawing is the property of VECST n.v. and shall not be used, copied or shown to third parties without written permission.

Blade	Wijzigingsomschrijving	Datum	Wijzigingsnr.

DIN ISO 2768-mK

CAD Tekening-nummer: CAD Drawing-number: ISO 10111-1:2013-10 ISO R286 ISO 10111-2:2013-10 ISO R286 ISO 10111-3:2013-10 ISO R286 ISO 10111-4:2013-10 ISO R286 ISO 10111-5:2013-10 ISO R286 ISO 10111-6:2013-10 ISO R286 ISO 10111-7:2013-10 ISO R286 ISO 10111-8:2013-10 ISO R286 ISO 10111-9:2013-10 ISO R286 ISO 10111-10:2013-10 ISO R286 ISO 10111-11:2013-10 ISO R286 ISO 10111-12:2013-10 ISO R286 ISO 10111-13:2013-10 ISO R286 ISO 10111-14:2013-10 ISO R286 ISO 10111-15:2013-10 ISO R286 ISO 10111-16:2013-10 ISO R286 ISO 10111-17:2013-10 ISO R286 ISO 10111-18:2013-10 ISO R286 ISO 10111-19:2013-10 ISO R286 ISO 10111-20:2013-10 ISO R286 ISO 10111-21:2013-10 ISO R286 ISO 10111-22:2013-10 ISO R286 ISO 10111-23:2013-10 ISO R286 ISO 10111-24:2013-10 ISO R286 ISO 10111-25:2013-10 ISO R286 ISO 10111-26:2013-10 ISO R286 ISO 10111-27:2013-10 ISO R286 ISO 10111-28:2013-10 ISO R286 ISO 10111-29:2013-10 ISO R286 ISO 10111-30:2013-10 ISO R286 ISO 10111-31:2013-10 ISO R286 ISO 10111-32:2013-10 ISO R286 ISO 10111-33:2013-10 ISO R286 ISO 10111-34:2013-10 ISO R286 ISO 10111-35:2013-10 ISO R286 ISO 10111-36:2013-10 ISO R286 ISO 10111-37:2013-10 ISO R286 ISO 10111-38:2013-10 ISO R286 ISO 10111-39:2013-10 ISO R286 ISO 10111-40:2013-10 ISO R286 ISO 10111-41:2013-10 ISO R286 ISO 10111-42:2013-10 ISO R286 ISO 10111-43:2013-10 ISO R286 ISO 10111-44:2013-10 ISO R286 ISO 10111-45:2013-10 ISO R286 ISO 10111-46:2013-10 ISO R286 ISO 10111-47:2013-10 ISO R286 ISO 10111-48:2013-10 ISO R286 ISO 10111-49:2013-10 ISO R286 ISO 10111-50:2013-10 ISO R286 ISO 10111-51:2013-10 ISO R286 ISO 10111-52:2013-10 ISO R286 ISO 10111-53:2013-10 ISO R286 ISO 10111-54:2013-10 ISO R286 ISO 10111-55:2013-10 ISO R286 ISO 10111-56:2013-10 ISO R286 ISO 10111-57:2013-10 ISO R286 ISO 10111-58:2013-10 ISO R286 ISO 10111-59:2013-10 ISO R286 ISO 10111-60:2013-10 ISO R286 ISO 10111-61:2013-10 ISO R286 ISO 10111-62:2013-10 ISO R286 ISO 10111-63:2013-10 ISO R286 ISO 10111-64:2013-10 ISO R286 ISO 10111-65:2013-10 ISO R286 ISO 10111-66:2013-10 ISO R286 ISO 10111-67:2013-10 ISO R286 ISO 10111-68:2013-10 ISO R286 ISO 10111-69:2013-10 ISO R286 ISO 10111-70:2013-10 ISO R286 ISO 10111-71:2013-10 ISO R286 ISO 10111-72:2013-10 ISO R286 ISO 10111-73:2013-10 ISO R286 ISO 10111-74:2013-10 ISO R286 ISO 10111-75:2013-10 ISO R286 ISO 10111-76:2013-10 ISO R286 ISO 10111-77:2013-10 ISO R286 ISO 10111-78:2013-10 ISO R286 ISO 10111-79:2013-10 ISO R286 ISO 10111-80:2013-10 ISO R286 ISO 10111-81:2013-10 ISO R286 ISO 10111-82:2013-10 ISO R286 ISO 10111-83:2013-10 ISO R286 ISO 10111-84:2013-10 ISO R286 ISO 10111-85:2013-10 ISO R286 ISO 10111-86:2013-10 ISO R286 ISO 10111-87:2013-10 ISO R286 ISO 10111-88:2013-10 ISO R286 ISO 10111-89:2013-10 ISO R286 ISO 10111-90:2013-10 ISO R286 ISO 10111-91:2013-10 ISO R286 ISO 10111-92:2013-10 ISO R286 ISO 10111-93:2013-10 ISO R286 ISO 10111-94:2013-10 ISO R286 ISO 10111-95:2013-10 ISO R286 ISO 10111-96:2013-10 ISO R286 ISO 10111-97:2013-10 ISO R286 ISO 10111-98:2013-10 ISO R286 ISO 10111-99:2013-10 ISO R286 ISO 10111-100:2013-10 ISO R286	Basisplaat__besveegbarelede Form en plaats van Form and position of ISO R1101
Bepaalde toestand volgens ISO Determined condition according to ISO Massa Mass 1,513 kg Product specificatie Product specification 4,2CrMo4 (1.7225) Chemisch zwartem	Gerekend Drawn Datum Date 2017.3.25 Tekenaar Drafter Mattheüs Afd Dept Stuurlijst Part list
Formaat Scale A3 1:2 Projectie Projection Streekluchtopname Orthographic projection Vervalsing Supersedes Copied from	
Uitsnede Section 8	Uitsnede Section 8
Blad Sheet 31	Blad Sheet 31



Deze tekening is het eigendom van VCST n.v. en mag niet zonder schriftelijke toestemming geheel of gedeeltelijk gebruikt, gekopieerd of aan derden ter inzage worden gegeven.

This drawing is the property of VCST n.v. and shall not be used, copied or shown to third parties without written permission.

Area	Sign	Design change description	Date	Sign	Modif. Nr.	Wijzig
						Change

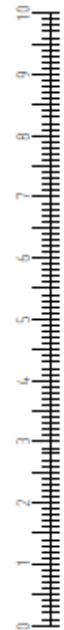
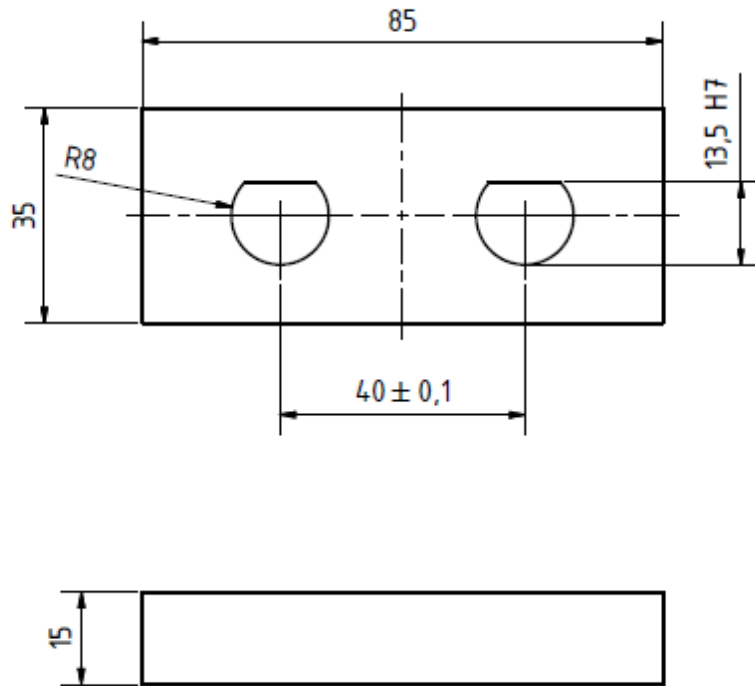


CAD Tekening-nummer: CAD Drawing-number:		Geleidingsblok_kolvoer.ipf		vcst	
ISO 10111: 2013-06	ISO R286	Superfieke raakheid volgens ISO 3271-1: 2000 Ra ₁₀	3,2	Form en plaatselijk afmetingen	ISO R1101
De afmetingen zijn in millimeters, tenzij anderszins aangegeven wordt.		Massa: 0,951 kg			
DIN ISO 2768- MS T	± 0,1	Benaming: Blok voor de lineaire lager			
Product specificatie		4.2CrM04 (1.7225)		Materiaal: Chemisch zwart	
Stichting		Mettias		Uitgave	
Afdeling		2017.3.24		30	
Afdeling		Mettias		Uitgave	
Afdeling		Mettias		Uitgave	
Afdeling		Mettias		Uitgave	
Afdeling		Mettias		Uitgave	

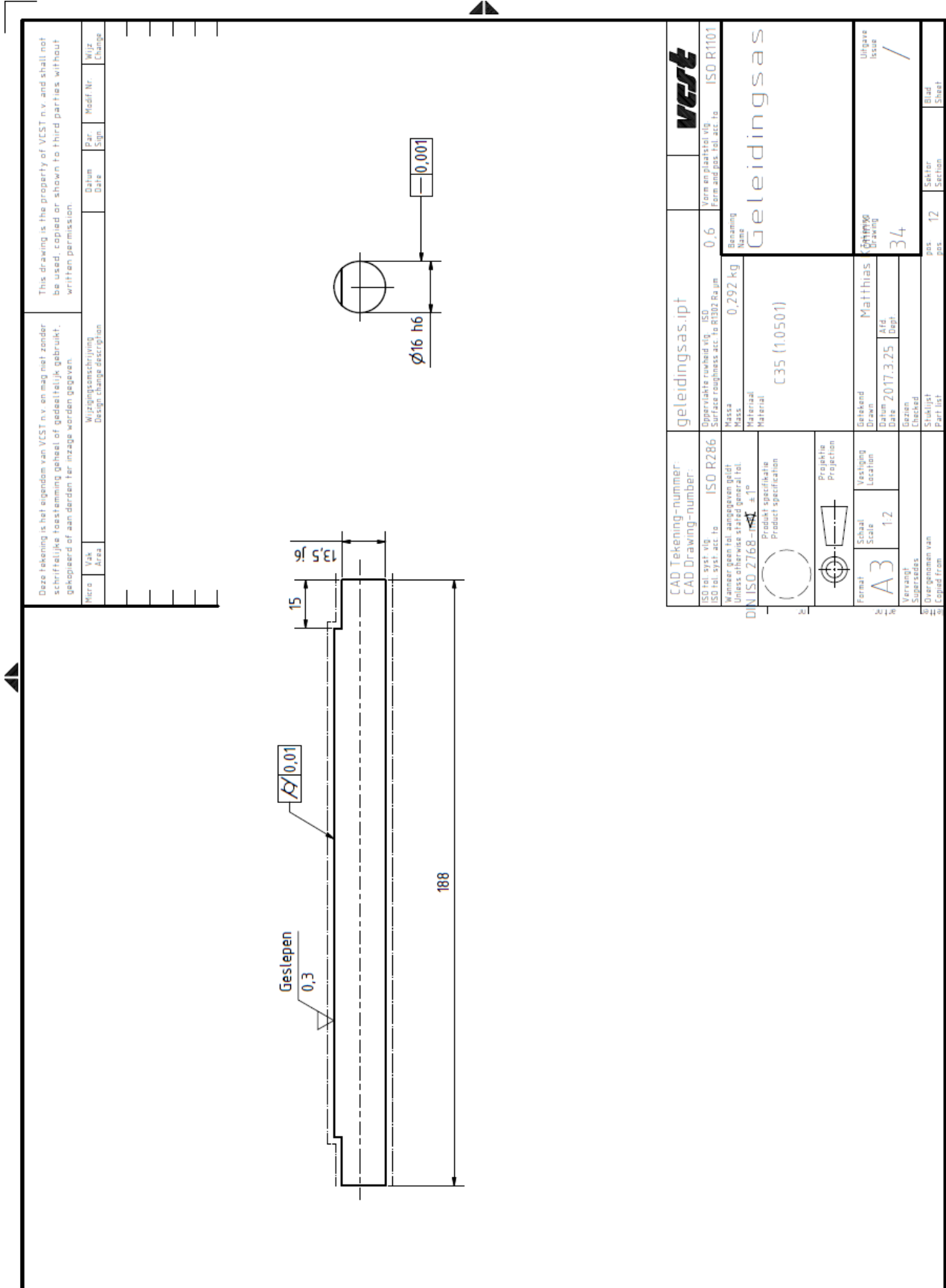
Deze tekening is het eigendom van VCST n.v. en mag niet zonder schriftelijke toestemming geheel of gedeeltelijk gebruikt, gekopieerd of aan derden ter inzage worden gegeven.

This drawing is the property of VCST n.v. and shall not be used, copied or shown to third parties without written permission.

Micro	Vak Area	Wijzigingsomschrijving Design change description	Datum Date	Par. Sign.	Modif. Nr.	Wijz. Change
-------	----------	---	---------------	------------	------------	--------------



CAD Tekening-nummer: CAD Drawing-number:		GeleidingsHouder.ipt		vcst	
ISO tol. syst. vlg. ISO tol. syst. acc. to		ISO R286		Oppervlakte ruwheid vlg. ISO Surface roughness acc. to R1302 Ra µm	
Wanneer geen tol. aangegeven geldt Unless otherwise stated general tol.		±1°		Vorm en plaatstal vlg. Form and pos. tol. acc. to	
DIN ISO 2768- A		Materiaal Material		Benaming Name Houder voor de geleidingsassen	
Produkt specificatie Product specification		42CrM04 (1.7225) Chemisch zwarten			
 Projektie Projection		Getekend Drawn		28	
Format A4		Matthias			
Schaal Scale 1:1		Datum Date 2014.3.25		Uitgave Issue /	
Vervangt Supersedes		Gezien Checked		pos. pos. 11	
Overgenomen van Copied from		Stuklijst Part list		Sektor Section	
				Blad Sheet	



Deze tekening is het eigendom van VCST n.v. en mag niet zonder schriftelijke toestemming geheel of gedeeltelijk gebruikt, gekopieerd of aan derden ter inzage worden gegeven.

This drawing is the property of VCST n.v. and shall not be used, copied or shown to third parties without written permission.

Blad / Sheet	Werk / Work	Wijzigingsomschrijving / Design change description	Datum / Date	Ontwerp / Design	Wijziging / Change

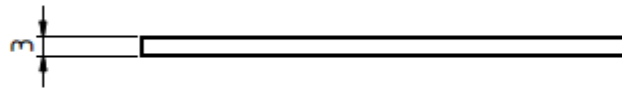
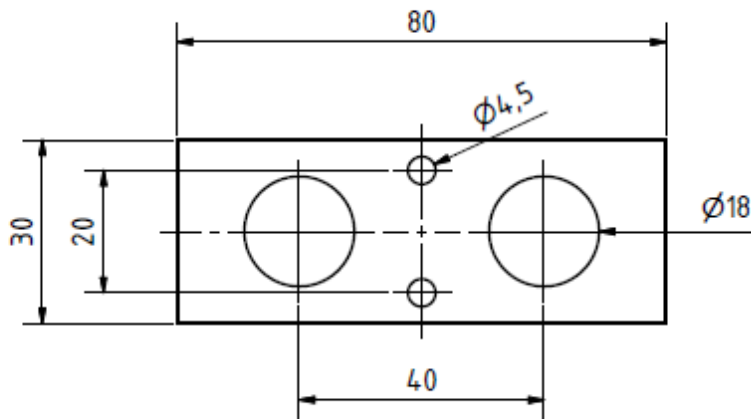
CAD Tekening-nummer: CAD Drawing-number		geleidsas.ipt		vcst	
ISO 101:1971-10 ISO 101:1971-10	ISO R286 ISO R286	Superfaktie tabel nr. 10 Surface roughness acc. to ISO R286	0.6	Form en afmeting Form and dimension	ISO R1101
Normering Norming	DIN ISO 2768- MS 1P	Massa Mass	0,292 kg	Benaming Name Geleidsas	
Product specificatie Product specification		C35 (1.0501)			
Standaard Standard		Derekening Drawing			
Format Format	A3	Schaal Scale	1:2	Derekening Drawing	34
Vestiging Location		Derekening Drawing		Uitgave Issue	
Verzameling Collection		Derekening Drawing		Uitgave Issue	
Superfaktie Surface		Derekening Drawing		Uitgave Issue	
Cijferlijst List		Derekening Drawing		Uitgave Issue	
Blad / Sheet		12		Blad / Sheet	



Deze tekening is het eigendom van VCST n.v. en mag niet zonder schriftelijke toestemming geheel of gedeeltelijk gebruikt, gekopieerd of aan derden ter inzage worden gegeven.

This drawing is the property of VCST n.v. and shall not be used, copied or shown to third parties without written permission.

Micro	Vak Area	Wijzigingsomschrijving Design change description	Datum Date	Par. Sign.	Modif. Nr.	Wijz. Change
-------	----------	---	---------------	---------------	------------	-----------------

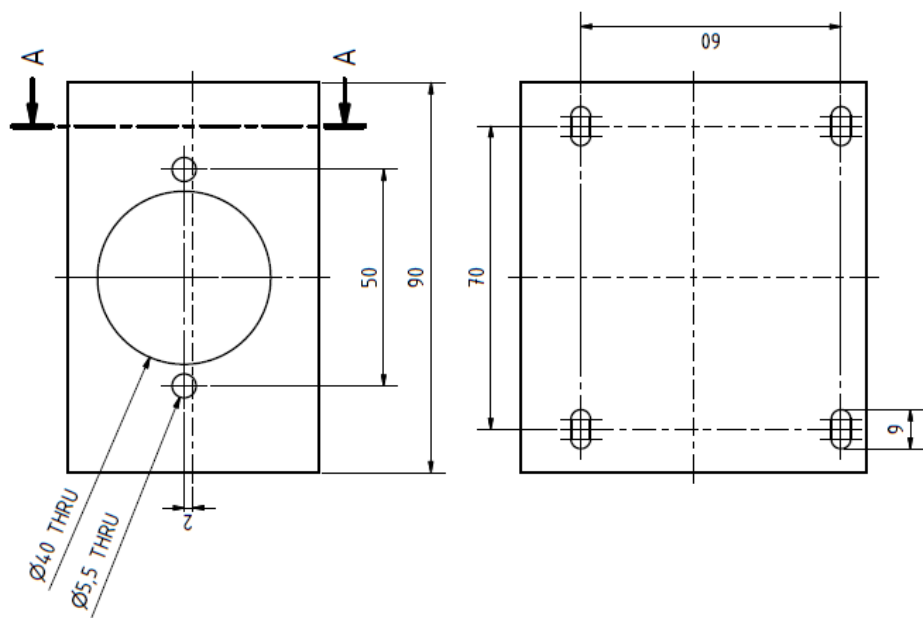


CAD Tekening-nummer: CAD Drawing-number:		Drukplaat		vcst	
ISO tol. syst. vlg. ISO tol. syst. acc. to		ISO R286		Oppervlakte ruwheid vlg. ISO Surface roughness acc. to R1302 Ra µm	
Wanneer geen tol. aangegeven geldt Unless otherwise stated general tol.		±1°		3.2	
DIN ISO 2768- MA		Materiaal Material		Vorm en plaatstal vlg. Form and pos. tol. acc. to	
 Produkt specificatie Product specification		42CrM04 (1.7225) Chemisch zwarten		ISO R1101	
 Projectie Projection		Getekend Drawn		Benaming Name	
Format A4		Schaal Scale 1:1		Vestiging Location	
Vervangt Supersedes		Getekend Drawn Matthias		Drukplaat Drawing	
Divergenomen van Copied from		Datum Date 2017.3.25		Afd. Dept.	
Gezien Checked		Stuklijst Part list		pos. pos. 13	
Uitgave Issue /		Sektor Section		Blad Sheet	

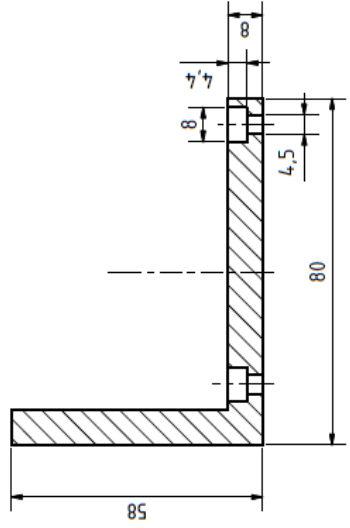


Deze tekening is het eigendom van VEST n.v. en mag niet zonder schriftelijke toestemming geheel of gedeeltelijk gebruikt, gekopieerd of aan derden ter inzage worden gegeven.

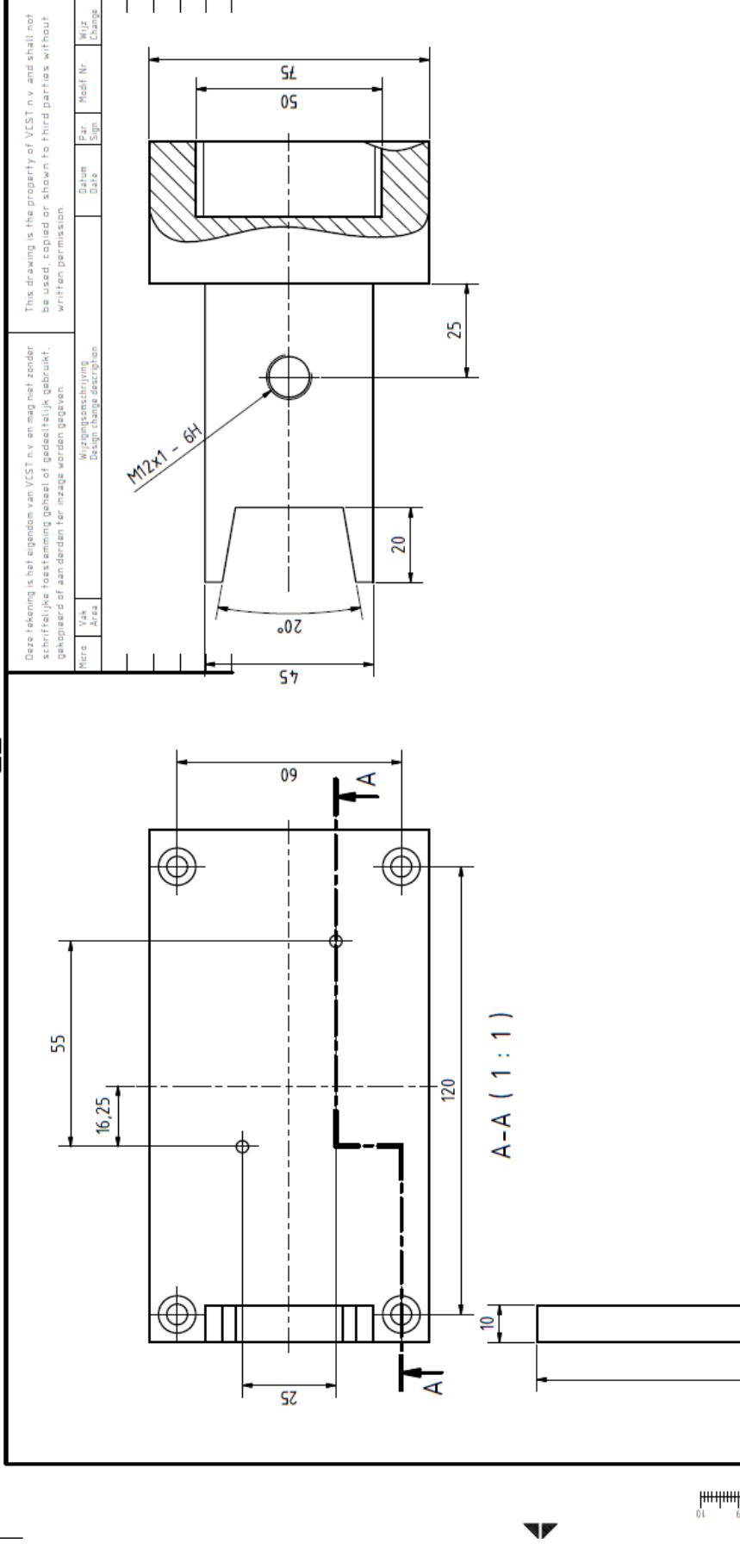
This drawing is the property of VEST n.v. and shall not be used, copied or shown to third parties without written permission.



A-A (1 : 1)



CAD Tekening-nummer: CAD Drawing-number:		Steun_kolver.ipt			
ISO 10111:2015-04 ISO 10111:2015-04	ISO R286 ISO R286	ISO 10111:2015-04 ISO 10111:2015-04	ISO R1101 ISO R1101	Form en plaatsing Form and position	
ISO 2768- MS 1 ISO 2768- MS 1		ISO 2768- MS 1 ISO 2768- MS 1		Benaming Name	
Product specificatie Product specification		4.2CrMo4 (1.7225) Chemisch zwart Material		L steun voor de Kolver	
Formaat Format		Schaal Scale		Gerekend Drawn	
A3 A3		1:1 1:1		Mattheus Matthius	
Vastiging Location		Datum Date		Uitgave Issue	
2017.3.25 2017.3.25		29 29		/ /	
Stuklijst Part list		1,4 1,4		Bladz. Sheet	
1,4 1,4		1,4 1,4		1,4 1,4	



Deze tekening is het eigendom van VCST n.v. en mag niet zonder schriftelijke toestemming geheel of gedeeltelijk gebruikt, gekopieerd of aan derden ter inzage worden gegeven.

This drawing is the property of VCST n.v. and shall not be used, copied or shown to third parties without written permission.

Blad / Sheet	15
Wijzigingsomschrijving / Design change description	
Sign. / Sign.	
Datum / Date	
Wijzigingsnummer / Modification No.	
Wijzigingsomschrijving / Design change description	

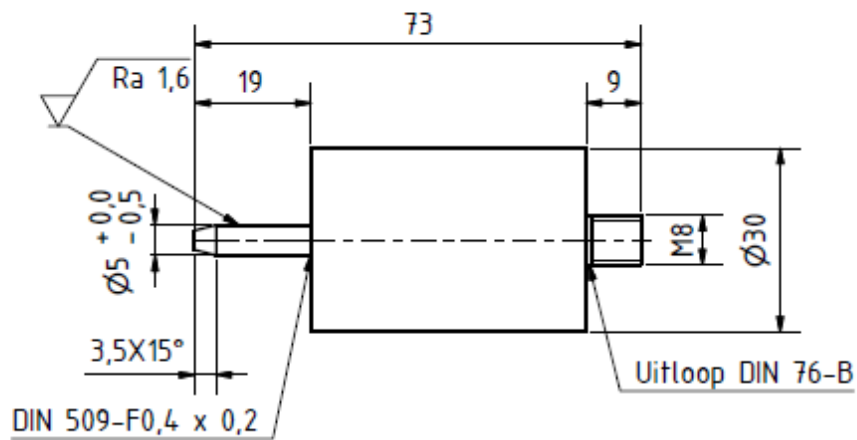
vcst	werkstuksteun_pt1.idw	ISO R1101
CAD Tekening-nummer: CAD Drawing-number:	Superlente reukeld rug, VSB Curfura rotopluisa acc. to 4002 Ba-nm	3.2
ISO 9001-2015 conformiteit / ISO 9001-2015 compliance		
ISO 17025-2017 conformiteit / ISO 17025-2017 compliance		
ISO 2768-MS conformiteit / ISO 2768-MS compliance		
DIN ISO 2768-MS	2,477 kg	
Product specificatie / Product specification	42CrM04 (1.7225) Chemisch zwart	
Stichting / Projection	Stichting / Projection	
Schaal / Scale	1:1	
Vastiging / Location		
Formaat / Format	A3	
Versie / Version		
Opsteller / Designer	Matthias	
Controleur / Inspector		
Bevestigingsplaats / Fastening place	2017.3.23	
Tekening / Drawing	41	
Uitgave / Issue		


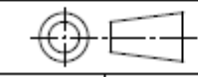


Deze tekening is het eigendom van VCST n.v. en mag niet zonder schriftelijke toestemming geheel of gedeeltelijk gebruikt, gekopieerd of aan derden ter inzage worden gegeven.

This drawing is the property of VCST n.v. and shall not be used, copied or shown to third parties without written permission.

Micro	Vak Area	Wijzigingsomschrijving Design change description	Datum Date	Par. Sign.	Modif. Nr.	Wijz. Change
-------	----------	---	---------------	------------	------------	--------------



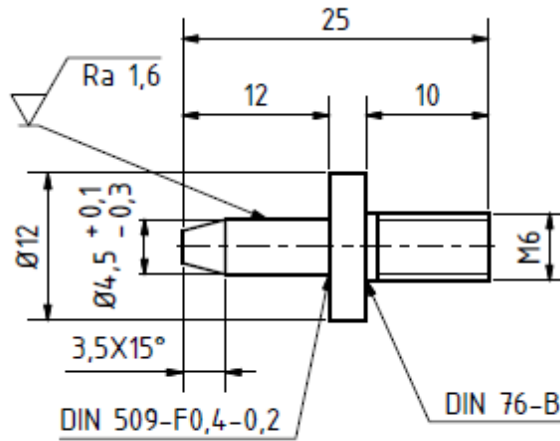
CAD Tekening-nummer: CAD Drawing-number:		Positionerings_pen.ipt		vcst	
ISO tol. syst. vlg. ISO tol. syst. acc. to		ISO R286		Oppervlakte ruwheid vlg. ISO Surface roughness acc. to R1302 Ra µm	
Wanneer geen tol. aangegeven geldt Unless otherwise stated general tol.		DIN ISO 2768-mS ±0,5°		3.2	
Produkt specificatie Product specification		Materiaal Material		Vorm en plaatsstol vlg. Form and pos. tol. acc. to	
		34CrM04 (1.7220) Chemisch zwarten		ISO R1101	
		Getekend Drawn		Benaming Name	
Format A4		Schaal Scale		Positionerringspen met diameter 5,5mm	
1:1		Vestiging Location		Tekennummer Drawing	
Vervangt Supersedes		Matthias		40	
Gezien Checked		Datum Date		Uitgave Issue	
2017.3.24		Afd. Dept.		/	
Overgenomen van Copied from		Stuklijst Part list		pos. pos.	
				17	
		Sektor Section		Blad Sheet	





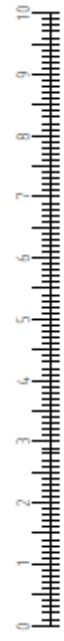
Deze tekening is het eigendom van VCST n.v. en mag niet zonder schriftelijke toestemming geheel of gedeeltelijk gebruikt, gekopieerd of aan derden ter inzage worden gegeven.

This drawing is the property of VCST n.v. and shall not be used, copied or shown to third parties without written permission.

Micro	Vak Area	Wijzigingsomschrijving Design change description	Datum Date	Par. Sign.	Modif. Nr.	Wijz. Change
-------	----------	---	---------------	------------	------------	--------------



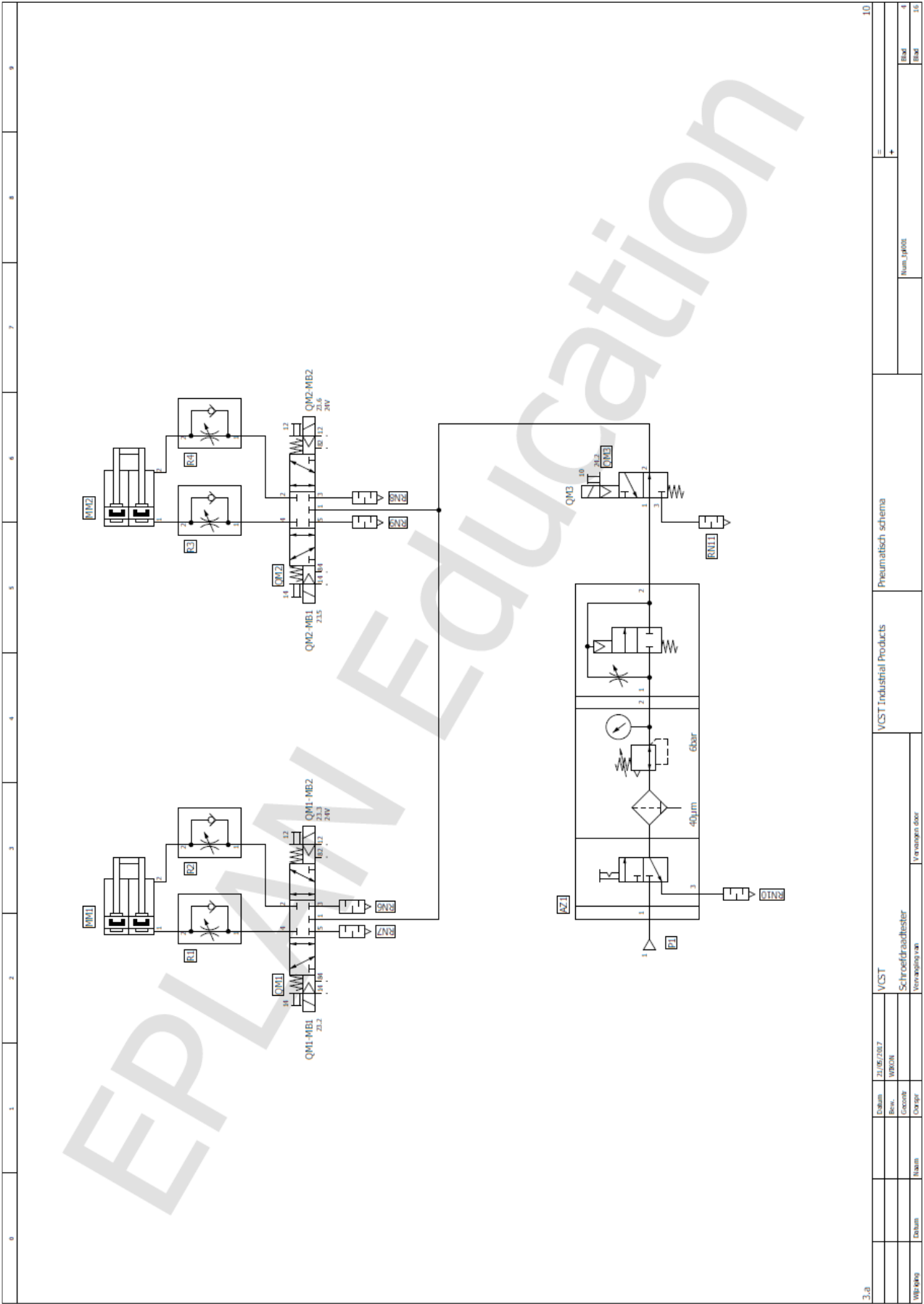
CAD Tekening-nummer: CAD Drawing-number:		Pen_dia5		vcst	
ISO tol. syst. vlg. ISO tol. syst. acc. to		ISO R286		Oppervlakte ruwheid vlg. ISO Surface roughness acc. to R1302 Ra µm	
Wanneer geen tol. aangegeven geldt Unless otherwise stated general tol.		DIN ISO 2768-mS ±0,5°		3.2	
 Produkt specificatie Product specification		Massa Mass 0,006 kg Materiaal Material 42CrM04 (1.7225)		Benaming Name Pen met diameter 5mm	
 Projectie Projection		Getekend Drawn Matthias		Vorm en plaatsstijl vlg. Form and pos. tol. acc. to ISO R1101	
Format	Schaal Scale	Vestiging Location	Datum Date	Afd. Dept.	Uitgave Issue
A4	1:1		2017.3.23		42 /
Vervangt Supersedes		Gezien Checked			
Overgenomen van Copied from		Stuklijst Part list	pos. pos. 18	Sektor Section	Blad Sheet



Bijlage B: Pneumatisch ontwerp

	1	Verzorgingseenheid	MSB4-1/4:C4:H1:N2:A2-WP /Festo	
	1	Ventieleiland	VTUG-10-SH2-S1T-G18-U-M5S-JJN /Festo	
6	4	Debietregelaar	GRLA-M5-QS-4-D /Festo	
5	2	Pneumatische zuigers	SLT-16-50-A-CC-B /Festo	
Stuknr.	Aantal	Benaming	Norm-Afmetingen/ Fabrikant-Code	Opmerkingen
Stuklijst van de aankoopdelen				
Tekenaar:		Naam: Matthias Koninx		Datum:27/04/2017
Systeem:		Pneumatische systeem		
		Titel: Schroefdraadtester		





0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
										10
										=
										+
										Num. 1/1600
										Blatt
										Blatt
										Blatt
										15
										16

3.2a

VCST	VCST	VCST Industrial Products	Pneumatisch schema
VCST	VCST	VCST	VCST
Schreibfrachtfester	Schreibfrachtfester	Schreibfrachtfester	Schreibfrachtfester
Vorname Nachname	Vorname Nachname	Vorname Nachname	Vorname Nachname

Bijlage C: Elektrisch ontwerp

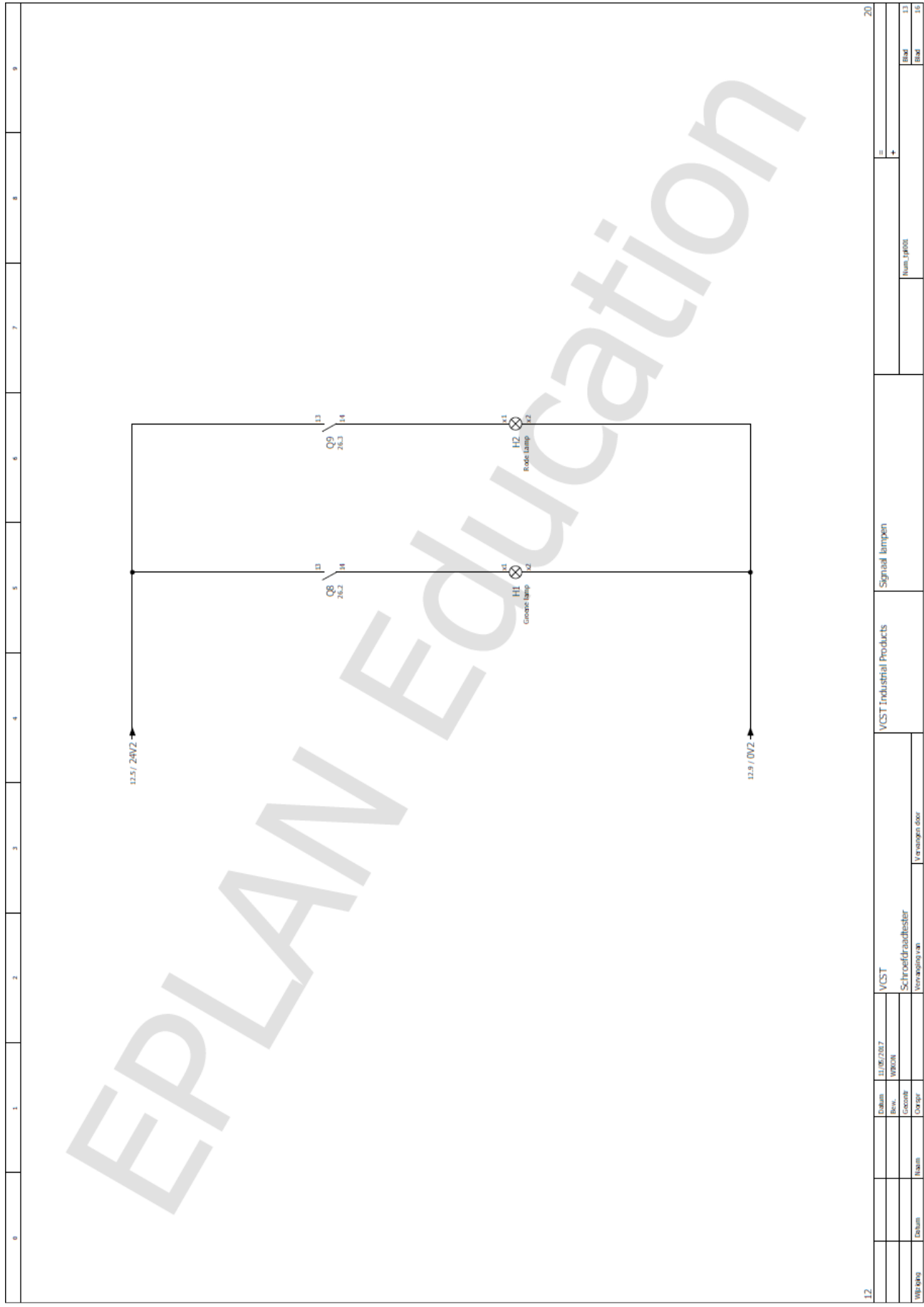
	1	Veiligheidsrelais	PNOZ X1/Pilz	24VAC/DC 3n/o 1n/c
	5	Kabel sensor	RKCV4.4T-2/TXL/Turck	
	5	Kabel sensor	RKCV4T-2/TXL/Turck	
	1	Inductieve sensoren, M12	BI6U-M12-AP6X-H1141/ Turck	Schakelafstand van 6 mm
	4	Inductieve sensoren, M8	BI1.5-EG08-AP6X-H1341 / Turck	Schakelafstand van 1,5 mm
	1	Digital module DM8	6ED1055-1CB00-0BA2/ Siemens	4DI 24VDC/ 4DO 24VDC
	1	Digital module DM16 24	6ED1055-1CB10-0BA2/ Siemens	PS 24VDC, 8DI 24VDC/ 8DO 24VDC
	1	LOGO!8 24C	6ED1052-1CC01-0BA8/ Siemens	Display, PS 24VDC, 8DI 24VDC/4DO 24VDC, Ethernet interface
	1	LOGO! POWER	6EP1332-1SH52/ Siemens	24 V DC/4 A
	10	Relais, 24V	RSL1PVBU/ Schneider Electric	
	1	Lichaam signaalkolom	XVUC21B/ Schneider Electric	Zwart,24V AC/DC
	1	Basiselement signaalkolom	XVUZ01/ Schneider Electric	
	1	Signaalkolom, rood	XVUC24/ Schneider Electric	Rood element
	1	Signaalkolom, groen	XVUC23/ Schneider Electric	Groen element
	1	Noodstop	XALK178/ Schneider Electric	
	2	Drukknop, rood, NC	XB4BA4322/ Schneider Electric	Rood, normaal gesloten
	2	Drukknop, groen, NO	XB4BA3311/ Schneider Electric	Groen, normaal open
	Aantal	Benaming	Norm-Afmetingen/ Fabrikant-Code	Opmerkingen

Stuklijst van de aankoopdelen

Tekenaar:	Naam: Matthias Koninx	Datum:11/05/2017
Systeem:	Elektrische systeem	

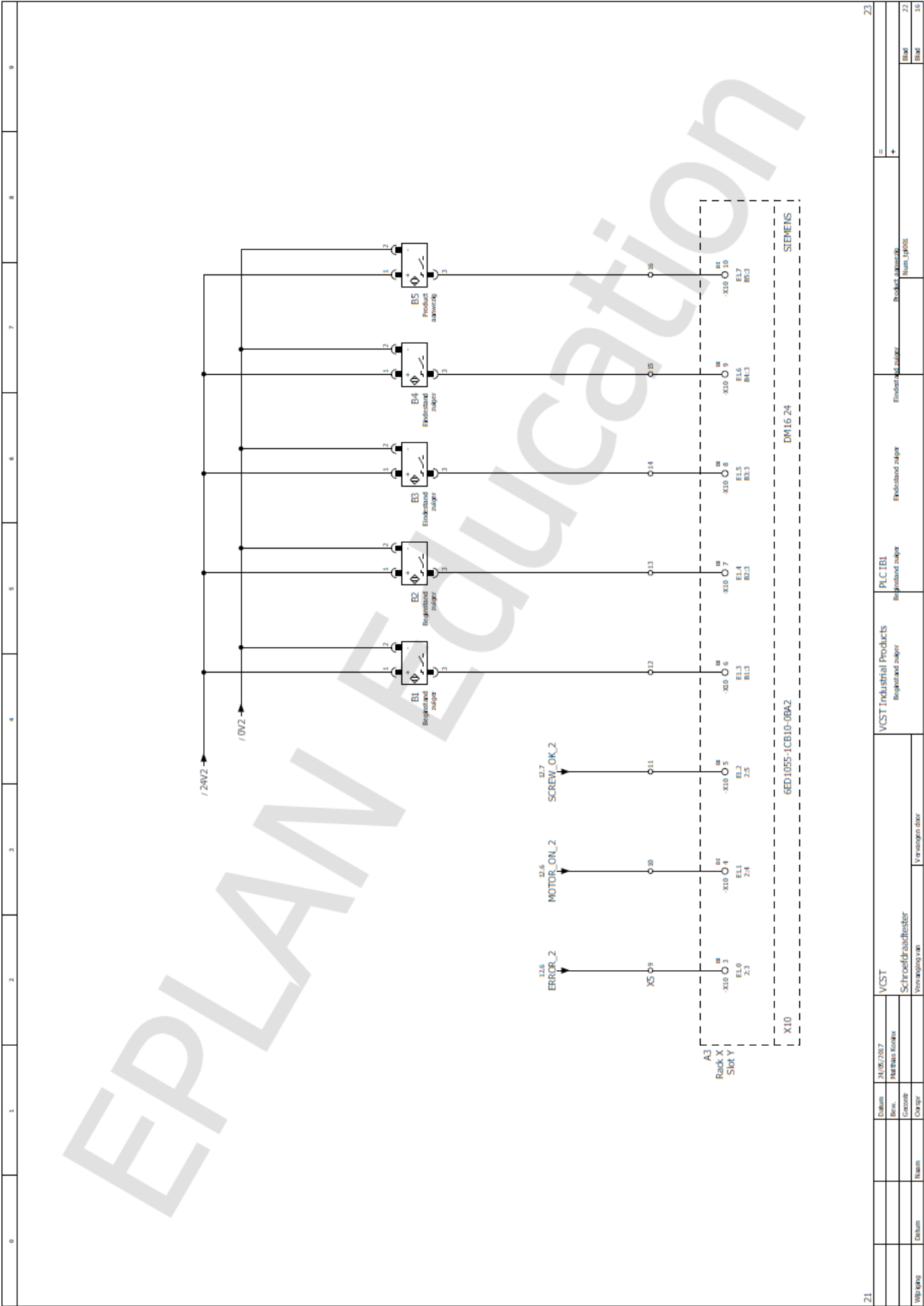


Titel: Schroefdraadttester

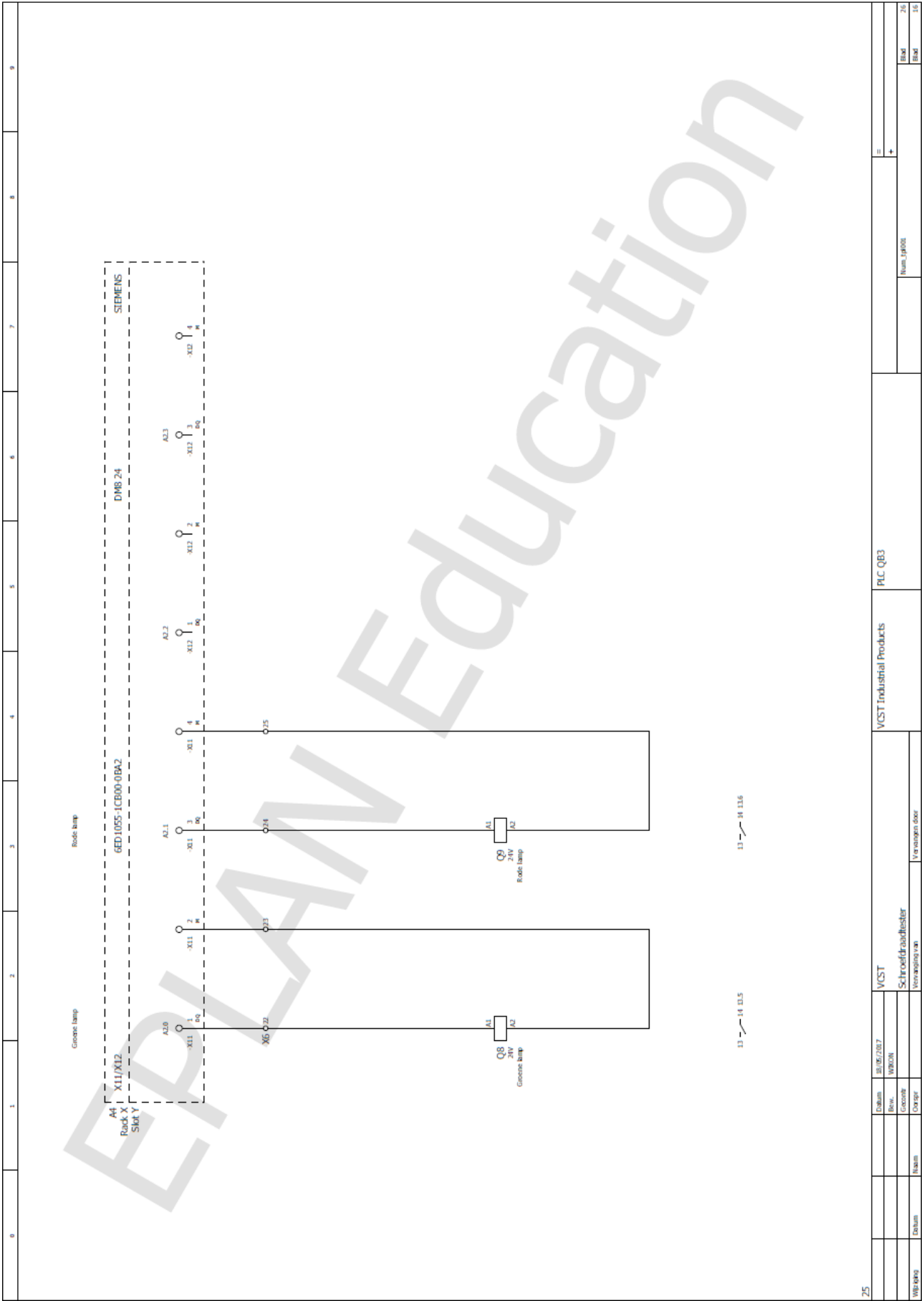


EPLAN Education

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9								
17	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Datum</td> <td style="width: 50%;">31.05/2017</td> </tr> <tr> <td>Rev.</td> <td>000001</td> </tr> <tr> <td>Created</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Drawn</td> <td></td> </tr> </table>		Datum	31.05/2017	Rev.	000001	Created		Drawn		VCST	VCST Industrial Products	Signal lampen	=	+	Num. 1/1/02	13
Datum	31.05/2017																
Rev.	000001																
Created																	
Drawn																	
VP:000	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Datum</td> <td style="width: 50%;">Vorname Nachname</td> </tr> </table>		Datum	Vorname Nachname	Schneidradlester	Vorname Nachname	15	15	15	15							
Datum	Vorname Nachname																



0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
41	43	45	47	49	51	53	55	57	59
61	63	65	67	69	71	73	75	77	79
81	83	85	87	89	91	93	95	97	99
101	103	105	107	109	111	113	115	117	119
121	123	125	127	129	131	133	135	137	139
141	143	145	147	149	151	153	155	157	159
161	163	165	167	169	171	173	175	177	179
181	183	185	187	189	191	193	195	197	199
201	203	205	207	209	211	213	215	217	219
221	223	225	227	229	231	233	235	237	239
241	243	245	247	249	251	253	255	257	259
261	263	265	267	269	271	273	275	277	279
281	283	285	287	289	291	293	295	297	299
301	303	305	307	309	311	313	315	317	319
321	323	325	327	329	331	333	335	337	339
341	343	345	347	349	351	353	355	357	359
361	363	365	367	369	371	373	375	377	379
381	383	385	387	389	391	393	395	397	399
401	403	405	407	409	411	413	415	417	419
421	423	425	427	429	431	433	435	437	439
441	443	445	447	449	451	453	455	457	459
461	463	465	467	469	471	473	475	477	479
481	483	485	487	489	491	493	495	497	499
501	503	505	507	509	511	513	515	517	519
521	523	525	527	529	531	533	535	537	539
541	543	545	547	549	551	553	555	557	559
561	563	565	567	569	571	573	575	577	579
581	583	585	587	589	591	593	595	597	599
601	603	605	607	609	611	613	615	617	619
621	623	625	627	629	631	633	635	637	639
641	643	645	647	649	651	653	655	657	659
661	663	665	667	669	671	673	675	677	679
681	683	685	687	689	691	693	695	697	699
701	703	705	707	709	711	713	715	717	719
721	723	725	727	729	731	733	735	737	739
741	743	745	747	749	751	753	755	757	759
761	763	765	767	769	771	773	775	777	779
781	783	785	787	789	791	793	795	797	799
801	803	805	807	809	811	813	815	817	819
821	823	825	827	829	831	833	835	837	839
841	843	845	847	849	851	853	855	857	859
861	863	865	867	869	871	873	875	877	879
881	883	885	887	889	891	893	895	897	899
901	903	905	907	909	911	913	915	917	919
921	923	925	927	929	931	933	935	937	939
941	943	945	947	949	951	953	955	957	959
961	963	965	967	969	971	973	975	977	979
981	983	985	987	989	991	993	995	997	999
1001	1003	1005	1007	1009	1011	1013	1015	1017	1019



25

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<p>Groene lamp Rode lamp</p> <p>A4 X11/X12 Rack X Slot Y</p> <p>6ED1055-1CD00-0BA2 DMB 24 SIEMENS</p> <p>A1 Q8 24V 1A2 Groene lamp</p> <p>A1 Q9 24V 1A2 Rode lamp</p> <p>13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100</p> <p>13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100</p>									
<p>VCST Industrial Products PLC QB3</p>									
<p>VCST Schroefdraadbesteler Voorafname van Voorafname van</p>									
<p>Num. 14100</p>									
<p>26</p>									

Bijlage D: RfQ

Naam	Artikel nr.	Fabrikant	Aantal	Prijs per stuk (€)	Prijs per bestelling (€)	Leveringstijd
Pneumatische zuigers	SLT-16-50-A-CC-B	Festo	2	510,53	1021,06	4 weken
Debietregelaar	GRLA-M5-QS-4-D	Festo	4	8,69	34,76	3 weken
Ventieleiland met ventielen	VTUG-10-SH2-S1T-Q6-U-Q4S-GGN	Festo	1	269,57	269,57	3 weken
Verzorgingseenheid	MSB4-1/4:C4:H1:N2:A2-WP	Festo	1	227,07	227,07	4 weken
Noodstop	XALK178	Schneider Electric	1	38,71	38,71	In overleg
Rode drukknop	XB4BA4322	Schneider Electric	2	14,25	28,50	In overleg
Groene drukknop	XB4BA3311	Schneider Electric	2	14,25	28,50	In overleg
LOGO! POWER 24 V/4 A	6EP1332-1SH52	Siemens	1	89	89,00	In overleg
LOGO! 24C	6ED1052-1CC01-0BA8	Siemens	1	114	114,00	In overleg
Digital module DM16 24	6ED1055-1CB10-0BA2	Siemens	1	101	101,00	In overleg
Digital module DM8 24	6ED1055-1CB00-0BA2	Siemens	1	62	62,00	In overleg
Relais 24V AC/DC	RSL1PVBU	Schneider Electric	10	13,44	134,40	In overleg
Inductieve sensoren 6mm	BI6U-M12-AP6X-H1141	Turck	1	55,15	55,15	In overleg
Inductieve sensoren 1,5 mm	BI1.5-EG08-AP6X-H1341	Turck	4	65,73	262,92	2 weken
Sensorkabel	RKCV4.4T-2/TXL (Voor BI1.5)	Turck	4	9,25	37,00	8 weken
Sensorkabel	RKC4T-2/TXL (Voor BI6U)	Turck	1	6,99	6,99	In overleg
Rode signaallamp	XVUC24	Schneider Electric	1	61,72	61,72	In overleg
Groene signaallamp	XVUC23	Schneider Electric	1	61,72	61,72	In overleg
Signaal lamp voet + basis	XVUZ01 + XVUC21B	Schneider Electric	1	55,54	55,54	In overleg
Veiligheidsrelais	PNOZ X1 24VAC/DC	Pilz	1	128,97	128,97	In overleg
Veer	HV-30899 (DIN 2089 2x20x36,8)	Hermans verenfabriek	8	12,71	101,68	In overleg
Linear Ball Bearing	LBBR 16-2LS (Double Lip Seal)	SKF/ imes	8	11,995	95,96	In stock

34CrM04	Rondstaaf (Per kg)	Heine steel	0,616	2	1,23	In overleg
C35	Rondstaaf (Per kg)	Heine steel	0,382	1,6	0,61	In overleg
AlMgSi0,5	Plaat (Per kg)	Metaalwin kel	0,039	37,93	37,93	In overleg
42CrMo4	Plaat	Abrams premium staal	1	959	959,00	In overleg
Chemisch zwarten	Behandeling (Per kg)	Ventec	108	0,87	93,96	In overleg
Schroef met binnenzeskant	DIN 912 M3X8	imes	6	0,027	0,16	In stock
Schroef met binnenzeskant	DIN 912 M4X8	imes	16	0,028	0,45	In stock
Schroef met binnenzeskant	DIN 912 M5X8	imes	12	0,036	0,43	In stock
Schroef met binnenzeskant	DIN 912 M6X30	imes	6	0,048	0,29	In stock
Schroef met binnenzeskant	DIN 912 M5X50	imes	4	0,066	0,26	In stock
Schroef met binnenzeskant	DIN 912 M4X10	imes	8	0,023	0,18	In stock
Schroef met binnenzeskant	DIN 912 M4X12	imes	2	0,025	0,05	In stock
Verzonkenschroef met binnenzeskant	ISO 10642 M4X16	imes	12	0,016	0,19	In stock
Stelschroef met binnenzeskant	ISO 4026 (DIN 913) M5X12	imes	4	0,03	0,12	In stock
Stelschroef met binnenzeskant	ISO 4026 M4X16	imes	4	0,045	0,18	In stock
Verzonkenschroef met binnenzeskant	ISO 10642 M4X25	imes	21	0,018	0,38	In stock
PLUTO10CA/FN2	133211/FN2	Kolver	2	1230	2460,00	1 week
EDU2AE	32000	Kolver	2	449	898,00	1 week

**Totale
prijs**

7469,65

**Voor 2
concepten**

14939,30

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:
Ontwerp van een schroefdraadtester op uitwendige schroefdraad

Richting: **master in de industriële wetenschappen: elektromechanica**
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,

Koninx, Matthias

Datum: **4/06/2017**