



Professionele Bachelor Elektromechanica Onderhoudstechnologie



DYNAMISCHE NIET- EN FREESMACHINE

Maarten Panis
Rob Janssen

Promotoren:

Wim Jans
Christel Noelmans

K-Teg bvba
PXL hogeschool



Niet- en freesmachine

*Ontwerpen van dynamische niet- en
freesmachine voor productieproces K-Teg*

Dankbetuiging

De realisatie van dit project is niet te danken aan één, maar wel aan meerdere personen. Uiteraard heeft de nauwe samenwerking tussen Rob en Maarten een grote invloed gehad. Maar de hulp die we kregen had een zeker niet te verwaarlozen impact.

In het bijzonder vermelden we de leidinggevende van K-Teg. Dankzij het genomen initiatief om stagiairs te raadplegen, konden wij dit project realiseren. Vooral de goede begeleiding door Wim Jans zorgde voor een motiverende werksfeer. Ook mag de crew van K-Teg niet vergeten worden. Zij stonden altijd klaar om ons te helpen met zowel de kleine, als de grote problemen. De “K-rew” zorgde voor een warm ontvangst en een zeer aangenaam verblijf.

Tijdens het verwezenlijken van dit project; kregen we uiteraard ook hulp van PXL. Zo kon steeds raad gevraagd worden bij mevr. Noelmans. Bij de hardnekkige problemen kregen we gespecialiseerde hulp van de docenten. Voor de PLC problemen konden we steeds beroep doen op mr. Vanheusden, Het is onnodig te vermelden dat we hem zeer dankbaar zijn voor zijn tijd. Tevens mogen we de taallector, mevr. Dierickx zeker niet vergeten. Zij was altijd bereikbaar voor zowel de eenvoudige als de meer gecompliceerde taalproblemen. Dankzij haar uitgebreide, doch gerichte feedback is het taalniveau in de scriptie sterk gestegen.

Het afstemmen van de vele verschillende onderdelen van diverse producenten is ook niet te onderschatten. Dankzij de goede hulp van de zeer gedreven mr. Cuypers van Beckhoff, werd dit alles in goede banen geleid. Wat de lineaire geleiding betreft, danken we mr. Laporte van Iigus. Dankzij zijn kennis en motivatie konden de onderdelen zeer efficiënt samengevoegd worden.

Hetgeen hierna volgend is neergeschreven, is het product van motivatie en teamwork tussen de verschillende afdelingen.

Inhoudsregister

i.	Abstract.....	5
ii.	Gebruikte afkortingen	6
1.	Inleiding	7
2.	Probleemstelling.....	8
3.	K-Teg.....	9
4.	Nieuwe technologieën.....	10
4.1.	Vloeiboring.....	11
4.1.1.	Werkingsprincipe	11
4.1.2.	Voor- en nadelen.....	11
4.2.	Online catalogus.....	12
4.3.	Flatshot (AutoCAD)	13
4.4.	Nieuwe methode AutoCAD tekenen.....	14
4.5.	Blindklinkmoer (popnagel met schroefdraad).....	15
5.	Productieafdeling	16
5.1.	Manueel proces	16
5.2.	Machinaal proces.....	17
6.	Productieproces.....	18
6.1.	Bestelling.....	18
6.2.	Produceren onderdelen.....	19
6.3.	Basisvorm case.....	20
6.4.	Versteviging	21
6.5.	Afwerking.....	22
6.5.1.	Schuim.....	22
6.5.2.	Tapijt.....	23
6.5.3.	Compartimenten	24
7.	Producten	25
7.1.	Standaard koffers.....	25
7.2.	Maatwerk flightcases.....	26
7.3.	Diversen	27
8.	Leveranciers.....	28
8.1.	PEC	28
8.2.	ITEM	28
8.3.	Certis	28
8.4.	BeA.....	29
8.5.	Beckhoff	29
8.6.	Igus.....	29

8.7. Festo.....	30
8.8. SMC.....	30
8.9. Banner Engineering.....	30
8.10. Multiprox.....	30
8.11. RS-components.....	30
8.12. Eriks Baudoin.....	30
8.13. Tradcom.....	31
8.14. MTF.....	31
9. Machinebouw.....	32
9.1. Lineaire geleide systeem.....	33
9.1.1. IGUS.....	34
9.2. Pneumatica.....	35
9.2.1. Pneumatisch schema.....	35
9.2.2. FESTO Kantelmechanisme voor frees.....	36
9.2.3. Frees.....	37
9.2.4. Pneumatische componenten.....	37
9.2.5. Nietmachine.....	38
9.2.6. SMC onderdelen.....	38
9.3. Elektriciteit.....	39
9.3.1. Elektrisch schema.....	39
9.3.2. PLC programmering.....	39
9.3.3. Bekabeling.....	39
9.3.4. Gebruikte componenten.....	40
9.3.5. Beckhoff.....	41
9.3.6. Iigus.....	42
9.3.7. 3D-printen.....	43
9.4. Montage.....	44
10. Onderzoeksproblemen.....	45
10.1. Leveranciers.....	45
10.1.1. PEC.....	45
10.1.2. Certis.....	46
10.2. Freesmachine.....	47
11. Testen.....	48
11.1. Krachten van nietmachine.....	48
11.1.1. Waarneming.....	48
11.1.2. Resultaten.....	48
11.2. Frezen onder lage druk.....	49

11.2.1. Waarnemingen.....	49
11.2.2. Resultaten	49
12. Risico analyse.....	50
12.1. FMEA.....	50
12.2. Veiligheidssysteem.....	52
12.2.1. Noodstop.....	52
13. Conclusie.....	53
13.1. Aanhef.....	53
13.2. Opedane ervaring.....	54
13.2.1. Werkervaring.....	54
13.2.2. Economisch	54
13.2.3. 3D-printen	54
13.3. Verloop van het project	55
13.4. Gesignaleerde problemen	56
13.5. Gekozen oplossing	56
13.6. Eindbesluit	56
13.7. SWOT	57
iii. Appendices	58
iv. Literatuuropgave en referenties.....	110

i. Abstract

Titel:

Ontwerpen van dynamische niet- en freesmachine voor productieproces K-Teg

Door:

Maarten Panis

Rob Janssen

Promotoren:

Algemene leiding Wim Jans

Lector Christel Noelmans

K-Teg bvba

PXL Hogeschool Limburg

K-Teg is een bedrijf dat flightcases produceert. Dankzij hun werk op maat van de klant, zijn zij één van de grootste spelers op de markt. De volledige productielijn is voorzien van dynamische en volautomatische machines. De afzonderlijke onderdelen op maat frezen en zagen gebeurt machinaal. Wanneer de onderdelen op maat zijn geproduceerd, worden ze verder getransporteerd doorheen de productielijn. Het samenstellen gebeurt op manuele basis. Dit manuele werk is vooral nodig voor de diversiteit in afmetingen en vormen. De afzonderlijke onderdelen worden dankzij nieten samengevoegd tot flightcases. Ook komt er een zekere hoeveelheid lijm-, revit- en spuitwerk aan te pas.

De bachelorproef bestaat uit drie opdrachten. Het doel van deze scriptie is de productiviteit van het nietproces te verhogen. Dit gebeurde tot noch toe op een manuele wijze, weliswaar aan een hoog tempo maar bij drukke periodes of ziekte ontstonden er problemen. De tweede opdracht is een freesmachine toevoegen aan de nietmachine. Hierdoor kan in één beweging zowel geniet, als afgerond worden. Uiteraard wordt zo hinderlijk houtstof geproduceerd, dus het plaatsen van een afzuiging wordt de derde opdracht. Zo wordt de moeilijkheidsgraad aanzienlijk verhoogd. Dit is dan ook de reden dat K-Teg beroep doet op 2 stagiairs.

De strategie die wij hanteren, begint bij het contacteren van externe bedrijven. Zij zijn namelijk de leverancier van de essentiële onderdelen (nietmachine, lineaire geleider, PLC-sturing, metaalverwerking, etc.). Het tekenen met AutoCAD is zeker niet te verwaarlozen. De machine wordt volledig getekend en bemaat via AutoCAD. Deze detailtekeningen worden verstuurd naar allerhande bedrijven, op deze manier worden alle onderdelen op maat geleverd. Vanaf het moment dat we de onderdelen in ons bezit hebben, begint het praktisch samenstellen en programmeren.



ii. Gebruikte afkortingen

FMEA	Failure mode and effects analysis (Faalwijze en effect analyse)
PLC	Programmable Logic Controller (Programmeerbare logische besturing)
PBM	Persoonlijke Bescherming Middelen
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats

1. Inleiding

K-Teg bvba is een schrijnwerkerij gelegen in Hasselt. De grootste afzetmarkt bestaat uit het produceren van zowel standaard als maatwerk flightcases. Dankzij een samenwerking tussen machinale en manuele processen worden houten planken en aluminium onderdelen omgevormd tot hoogwaardige flightcases. Het manuele proces dient vereenvoudigd te worden, dit is onze taak. De opdracht die we krijgen bestaat eruit om een machine te ontwerpen die automatisch nieten plaatst en een afronding freest bij het vormen van de basis case.

Dit eindwerk begint met een korte voorstelling van het onderwerp van de scriptie. Gevolgd door een beschrijving van het bedrijf K-Teg, incl. de producten die zij maken. Hierin wordt duidelijk dat K-Teg een technologisch en kwalitatief hoogstaand bedrijf is.

In deze bundel wordt de afdeling waar ons machine geplaatst wordt in detail bekeken. Allereerst zullen we de manuele productiewijze bespreken. Gevolgd door de bespreking van de machinale productie methode.

Verder zullen we deze bundel wijden aan alle niveaus die we behandeld hebben bij het verwezenlijken van dit project. Er wordt dieper ingegaan op de afzonderlijke delen waaruit het project bestaat. D.w.z. dat de mechanische, elektrische en praktische kant uitvoerig besproken wordt. Zo zullen stappenmotoren en geleidingssystemen aan bod komen. Ook spelen pneumatische apparaten en PLC 's een noemenswaardige rol. We hebben gebruik gemaakt van 3D-tekenprogramma's. Dit heeft ons veel geholpen bij het ontwerpen van de verschillende onderdelen, maar ook geeft het deze bundel een meerwaarde. We zullen deze 3D-modellen namelijk gebruiken als ondersteunend beeldmateriaal.

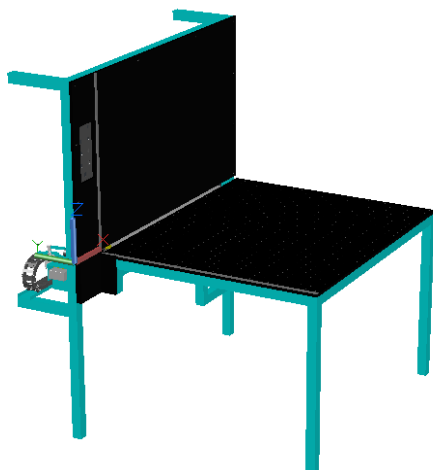
Naast de praktisch kant van dit project, is de theoretische kant zeker niet te onderschatten. Onze machine staat in een productiehal en wordt bediend door een operator. Doordat er gebruik wordt gemaakt van pneumatisch en elektrisch gereedschap, moeten we een doordacht veiligheidssysteem toepassen. Er zal dus een risicoanalyse worden teruggevonden, samen met een SWOT-analyse. Er zal ook informatie worden verschaft over de ondernomen testen en resultaten. Hier worden de problemen beschreven die zich voordeden, gevolgd door de oplossing.

2. Probleemstelling

In deze tijd is de sleutel naar een winstgevend bedrijf vaak “automatisatie”. Dat is geen probleem bij K-Teg, aangezien de twee leidinggevende zeer open staan voor nieuwe technologieën. Zo denken mr. Jans en mr. Swennen in één lijn, namelijk: “De productiviteit verhogen dankzij geautomatiseerde machines”. Dit is dan ook de reden dat er beroep wordt gedaan op stagiairs om een nieuwe machine te ontwerpen.

De opdracht bestaat eruit om een dynamische niet- en freesmachine te ontwerpen, samenstellen, opbouwen en bedrijfsklaar maken. Deze machine niet de ribben van de basis case samen en freest tegelijkertijd een afronding aan de hoeken. Om het project te realiseren wordt gebruik gemaakt van een geautomatiseerd nietmachine, een stappenmotor, een lineaire geleider, een pneumatische freesmachine en een PLC. De machine dient bestuurd te worden door één persoon. De besturing dient zo ontworpen te zijn, dat eender wie hem kan manipuleren.

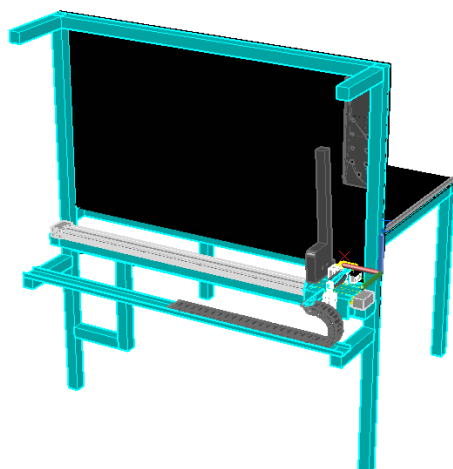
Hieronder bevinden zich afbeeldingen van het AutoCAD model met daarnaast het praktische ontwerp van de machine – *Figuur 1 t.e.m. Figuur 4* –. Dankzij deze visuele ondersteuning kan eenvoudig een beeld worden gevormd van de aparte onderwerpen doorheen de scriptie en kan de vooruitgang eenvoudig gevolgd worden.



Figuur 1: AutoCAD ontwerp voorzijde



Figuur 3: Praktisch ontwerp voorzijde



Figuur 2: AutoCAD ontwerp achterzijde



Figuur 4: Praktisch ontwerp achterzijde

3. K-Teg

K-Teg bvba is fabrikant van flightcases en heeft zich vanaf 1998 een ijzersterke positie in de flightcase sector veroverd. Zij leveren zowel maatwerk als standaard producten. Door de opgedane ervaring in het gebruik, ontwerp en produceren van flightcases zijn zij er in geslaagd om producten te leveren van topkwaliteit. Hun hypermoderne machinepark heeft het mogelijk gemaakt het maatwerk te automatiseren. Hierdoor kunnen zij zeer snel inspelen op de wensen van de klant en kunnen zij een constante kwaliteit garanderen. Zo worden bij nabestellingen de gegevens uit een centraal databestand opgehaald en via het netwerk naar de machines gestuurd.

Bij K-Teg stopt het niet met enkel een goed ogende buitenkant. Dit is dan ook de reden van hun succes. Steeds meer mensen doen beroep op het bedrijf nadat ze kennis hebben genomen van de binnenwerken in de flightcases. Vooral dankzij de diversiteit van het personeel en machinepark, kan K-Teg alles binnenshuis produceren.

Zij hebben het maatwerk opgedeeld in 3 hoofdcategorieën: flightcases, schuiminterieurs en diversen. Flightcases en schuiminterieurs spreken voor zich, maar “diversen” is zeer uiteenlopend. Dit gaat van het inrichten van aanhangwagens, tot het produceren van wioldolly’s of oprijrampen voor bestelwagens. Zij kunnen zich ook officiële distributeur noemen van het “PeliStorm case” gamma en ze beschikken over een eigen merk: “OMNI case” genaamd. K-Teg beschikt over een hoogtechnologische laser, op deze wijze kunnen flightcases gepersonaliseerd worden, met bijvoorbeeld het logo van de klant. *bovenstaande informatie komt integraal van de website van k-Teg [1]*



Figuur 5: Bedrijf K-Teg [1]

4. Nieuwe technologieën

Qua technologieën is K-Teg zeker niet te onderschatten. De producten die zij leveren worden constant verbeterd en vernieuwd, dus het machinepark is “state of the art”. Ze bestaan reeds meer dan 15 jaar, dus het is een relatief jong bedrijf. Vanaf de start van de onderneming werd er beroep gedaan op moderne technieken. Door de jaren heen zijn zij uitgegroeid tot een bescheiden bedrijf, met een hypermodern machinepark. Deze moderne aanpak is een hele investering geweest, maar loont zich zeker. Zo beschikken zij over een centraal netwerk met database. In deze database zitten alle maten van de flightcases. Alle (computergestuurde) machines zijn aangesloten op het bedrijfsnetwerk. Dit maakt het mogelijk dat via de kantoorruimte, de informatie kan worden verstuurd naar de machines. [1]

Het machinepark is weliswaar voorzien van de nieuwste technologieën, maar dit zijn geen onbekende technieken voor ons. Dus het bespreken van iedere machine in het productieproces is overbodig. Enkel de nieuwe technieken, die gebruikt zijn bij het realiseren van dit project, zullen behandeld worden.

4.1. Vloeiboring

4.1.1. *Werkingsprincipe*

Vloeiboren is een proces waarbij door wrijving schroefdraadbussen – *Figuur 7: Resultaat vloeiboren* – gevormd worden in dunwandige metalen werkstukken. De combinatie van het toerental en de axiale kracht uitgeoefend op de speciale vloeiboer – *Figuur 6: proces vloeiboren* – genereert wrijvingswarmte. De temperatuur kan oplopen tot 900 °C voor het gereedschap, en 700 °C voor het werkstuk. Deze hitte zorgt ervoor dat een deel van de metaalstructuur zachter wordt, waardoor de vloeiboer het materiaal verdringt. De lengte van de gevormde bus bedraagt ongeveer 3 tot 4 maal de origineel wanddikte. [2]

4.1.2. *Voor- en nadelen*

<i>Voordelen</i>	<i>Nadelen</i>
<i>Snel procedé</i>	Vloeiboren gaat niet in volle materialen
<i>Sterke verbinding voor dun plaat staal</i>	Materiaal moet gegenereerde warmte ook aankunnen
<i>Schoon proces, geen spanen</i>	



Figuur 7: Resultaat vloeiboren [34]



Figuur 6: proces vloeiboren [34]

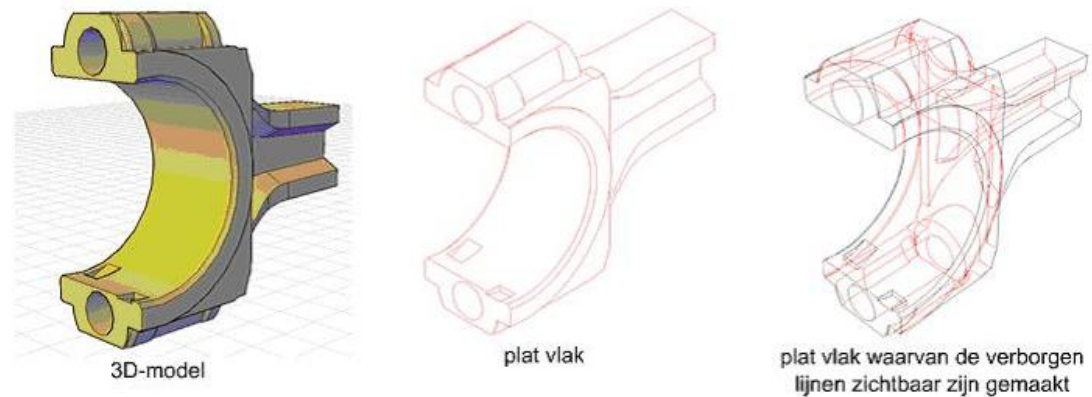
4.2. Online catalogus

Tijdens het samenstellen van de componentenlijsten, wordt er beroep gedaan op diverse fabrikanten. De gebruikte (kleine) componenten zijn vrijwel allemaal afkomstig van FESTO, SMC of Telemecanique. Opzoeken via catalogussen is een opleidingsonderdeel in de PXL, maar het opzoeken via online catalogussen was nieuw. Zo is de online catalogus van FESTO zeer uitgebreid en zo ontstaat de mogelijkheid om het overzicht te verliezen. Na verloop van tijd raakten we bekend met het principe, dus ook SMC componenten samenstellen verloopt zonder problemen en zeer efficiënt.

Telemecanique is de producent van allerlei elektrische en elektronische componenten. Zij beschikken niet over een website, laat staan een online catalogus. Het samenstellen van de stuklijst gebeurt via een leverancier van Telemecanique. Deze beschikt wel over een (uitgebreide) webshop. Het bestellen van dergelijk materiaal via een webshop is niet gecompliceerd, enkel het vinden van een betrouwbare shop is niet voor de hand liggend. FESTO en SMC beschikken over een zeer uitgebreide online catalogus. Meer uitleg hierover volgt.

4.3. Flatshot (AutoCAD)

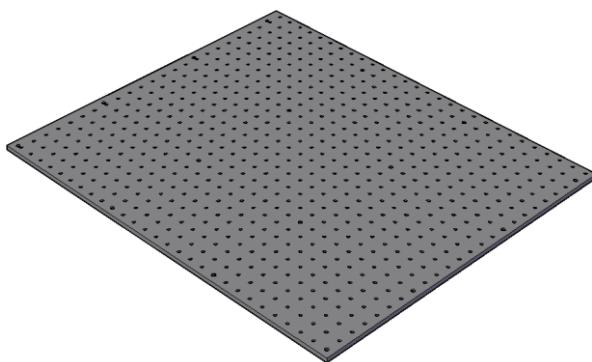
Wanneer er van een 3D-tekening, een 2D-tekening gemaakt dient te worden, dan wordt meestal beroep gedaan op Flatshot. Dit is een krachtig commando in AutoCAD. Flatshot wordt gebruikt om de contouren van een 3D-beeld, om te zetten in 2D-lijnen. Indien er geen diepte aanwezig is in het gekozen 3D-aanzicht, kan de 2D-lijntekening (in ons geval) rechtstreeks worden doorgestuurd naar de computergestuurde frees. De freeskop volgt de lijnen van de 2D-tekening. Op deze manier kan plaatmateriaal voorzien worden van uitsparingen en de juiste afmetingen.



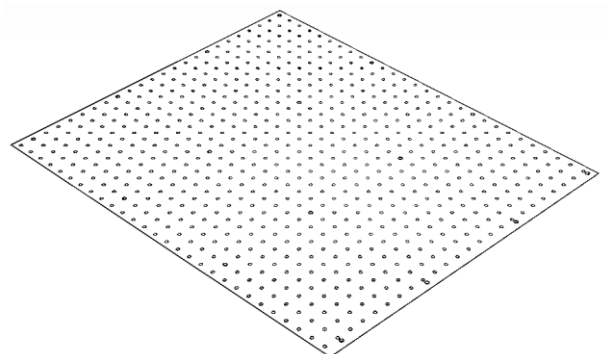
Figuur 8: Flatshot Voorbeeld [3]

Hierboven is voorgesteld wat flatshot precies doet. Van een 3D-model worden enkel de contouren zichtbaar. Dit is voor ons een meerwaarde, omdat we via deze weg de nietmachine kunnen uitfreesen in een houten 2D-model. Het model wordt gebruikt tijdens het brainstormen en als demomateriaal tijdens de afspraken met leveranciers.

Het "tafelblad" van onze machine is ook geproduceerd dankzij een flatshot tekening. Eerst wordt de plaat in 3D getekend – *Figuur 9: 3D-tekening "tafelblad"* – om hem zo passende te krijgen aan het machineframe. Vervolgens wordt in de commando regel "flatshot" getypt. Nu worden de juiste gegevens ingevoerd, om zo tot het eindresultaat te komen zoals te zien is in *Figuur 10: Flatshot "tafelblad"*.



Figuur 9: 3D-tekening "tafelblad"



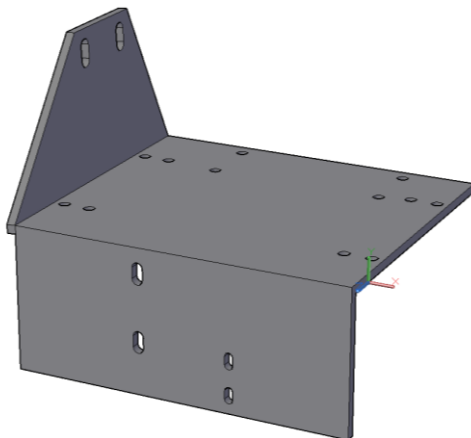
Figuur 10: Flatshot "tafelblad"

4.4. Nieuwe methode AutoCAD tekenen

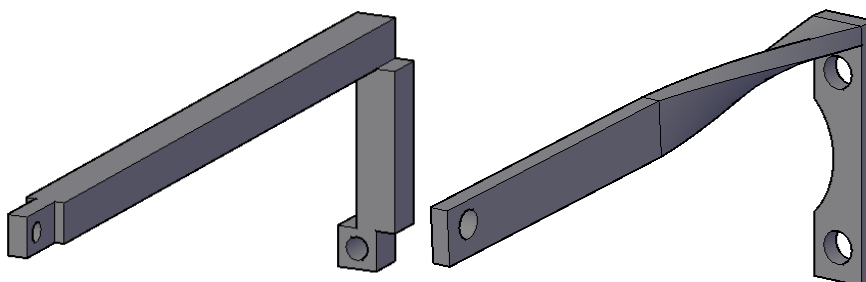
De kennis die we bezitten over AutoCAD, beperkt zich tot de overgedragen kennis via de PXL. Op de wijze die ons bekend was, zijn we tewerk gegaan bij het verwezenlijken van de diverse onderdelen. Uiteraard beperkte de lesmomenten zich tot het tekenen en bematen zelf. Verder werd er niets ondernomen met de AutoCAD tekeningen.

Tijdens het project echter, moesten de diverse onderdelen praktisch gelezen en verwezenlijkt worden door derden. Het is dus noodzakelijk dat de onderdelen logisch in elkaar zitten. Zo bestond het frame, bijvoorbeeld, eerst uit allerhande verschillende lengtes van profielen. Na het hertekenen ervan, wordt ervoor gezorgd dat het frame – *Appendice 25: Frame, vereenvoudigde detailtekening* – bestaat uit veel dezelfde profielen. Dit vereenvoudigt het productieproces, omdat er niet telkens een andere lengte van profiel nodig is.

Voor de kleinere onderdelen wordt van hetzelfde standpunt uitgegaan. Dit betekent dat de onderdelen eenvoudig en efficiënt realiseerbaar moeten zijn, dankzij minimale kost en materiaal verbruik. Het tekenen wordt aangepast aan het plooiën en ponsen van het onderdeel, hierdoor valt het frees- en boorwerk praktisch weg. Zo kunnen bijna alle onderdelen geproduceerd worden uit plaatstaal, i.p.v. massieve blokken. Vooral voor de bevestigingsplaat – *Figuur 11: Bevestigingsplaat* – en de arm die de freesmachine bediend – *Figuur 12 & Figuur 13* – geeft dit een meerwaarde.



Figuur 11: Bevestigingsplaat



Figuur 13: freesarm Ontwerp 1

Figuur 12: Freesarm Ontwerp 2

Hetgeen hierboven staat vermeldt klinkt zeer simplistisch, maar het heeft een grote invloed op het totaal kostenplaatje en de levertijd van dit project.

4.5. Blindklinkmoer (popnagel met schroefdraad)

Om bouten te bevestigen in het frame, zonder dat er vloeiboringen of draadtappen aanwezig zijn, kan gebruik worden gemaakt van blindklinknagels. Dit zijn een soort popnagels die schroefdraad hulzen in boringen klemmen. Het principe is weergegeven in *Figuur 14: blinkklinkmoer*. Aangezien het frame is opgebouwd uit 50 x 50 profielen, met een wanddikte van 3 mm, is het onmogelijk om hier (stevige) schroefdraad in te tappen.

Bij de blindklinkmoer wordt door de axiale trekkracht (het aantrekken) van het blindklinkmoertang een “tegenkop” gevormd aan de achterkant van het werkstuk waardoor de blindklinkmoer zich vastklemt. De blindklinkmoer bestaat uit de kop, een vertanding, body en de binnendraad. [4]



Figuur 14: blinkklinkmoer [4]

5. Productieafdeling

5.1. Manueel proces

Het samenstellen van de flightcase gebeurt op manuele basis. Hoewel deze methode doeltreffend is in vele opzichten, is hij nadelig i.v.m. tijdbesteding. Het produceren van de afzonderlijke delen voor het omhulsel van de flightcase (zij-, bodem-, dekselplaat) en ook het produceren van de afzonderlijke onderdelen daarentegen (schuim, metaal, aluminium, etc.) gebeurt volledig machinaal. Dit is één van de troeven van K-Teg.

Wanneer alle afzonderlijke delen geproduceerd zijn, kan de samenstelling beginnen. De onderdelen worden in grote hoeveelheden naar het begin van de samenstellingslijn gebracht. In de eerste afdeling worden de afzonderlijke planken samengevoegd tot de flightcase. Dit gebeurt d.m.v. industriële niet- en freesmachines. De ribben van de flightcase (waar de randen van de afzonderlijke planken elkaar raken) worden samen geniet. Het aantal nieten hangt af van de afmetingen van de flightcase.

Een kenmerkend onderdeel van de flightcase zijn de verstevigde randen en hoeken. Deze verstevigingen bestaan uit aluminium strips en hoekprofielen. Deze strips en profielen kunnen pas geplaatst worden vanaf het moment dat de hoeken van het hout zijn afgerond. Indien deze hoeken niet worden afgerond, passen de strips niet correct en ontstaat er geen stevige aansluiting.

Voor het samenvoegen van 2 planken, zijn er meerdere gereedschappen nodig:

- een nietmachine
- een freesmachine
- een statief

De gebruiker moet dus per rib, 3 x van gereedschap wisselen. Als we dan aannemen dat er gemiddeld 8 ribben zijn (kubus) die geniet moeten worden, dan komen we snel tot het besluit dat er meer tijd verloren gaat aan omwisselen van gereedschap, dan dat er tijd besteedt wordt aan het werkelijk produceren.

5.2. Machinaal proces

Vorige pagina vormt een beeld van hoe de werkingmethode er vóór 2014 aan toeging. Vanaf het moment dat het project tot een goed einde wordt gebracht, gaat het produceren van de basisvorm van de flightcases er als volgt uitzien.

De planken moeten in de juiste volgorde op de machine geplaatst worden. D.w.z. dat de bodemplaat eerst wordt geplaatst, dan worden één voor één de zijplaten bevestigd. De eerste zijplaat zal automatisch (na bediening van de schakelaar en veiligheidssystemen) vastgeniet en gefreesd worden. Dit gebeurt telkens voor alle afzonderlijke ribben.

I.t.t. het manuele proces, is de operator nu enkel verantwoordelijk voor de toevoer en juiste plaatsing van de planken. Ook moet hij ervoor zorgen dat het reservoir van de nietmachine gevuld blijft.

6. Productieproces

6.1. Bestelling

Wanneer de klant een order plaatst om een case te maken, dan kan hij/zij kiezen voor een standaard case of een maatwerk case. Van de standaard cases is er altijd een bescheiden voorraad aanwezig in het magazijn. Indien de klant kiest voor een case op maat, dan wordt deze case ontworpen door de crew van K-Teg zelf (*Figuur 15: Crew K-Teg*).

Bij een standaard case moet men kijken naar de eisen van de klant. De afmetingen van de case zijn afhankelijk van het doel waarvoor de klant de case gaat gebruiken. Eenmaal de maat vast ligt, wordt deze case uit de centrale databank opgezocht. De nodige gegevens worden vervolgens rechtstreeks gestuurd naar de machines, om zo volautomatisch de productie van de afzonderlijke onderdelen te starten.

Indien een standaard case niet voldoet aan de eisen, dient de case dus op maat geproduceerd te worden. Bij de op maat gemaakte case worden de afmetingen van de case bepaald door de klant. Het ontwerpen, tekenen, berekenen, etc. gebeurt door K-Teg zelf. De interne opbouw van de case kan zowel bij de standaard case als bij de op maat gemaakte case worden gepersonaliseerd.



Figuur 15: Crew K-Teg [1]

6.2. Produceren onderdelen

Wanneer de informatie allemaal bekend is, kan de effectieve productie van de case beginnen. Zo worden de afzonderlijke onderdelen van de case machinaal uitgefreesd. Dit betekent dat de freesmachine (volautomatisch) alle onderdelen maakt voor de betreffende case(s). Zowel de onderdelen uit hout (bodem, deksel, zijplaten, compartimenten), als de onderdelen uit schuim worden op maat gefreesd met de juiste uitsparingen. *Figuur 16 & Figuur 17* illustreren de frees en opdeelzaag.



Figuur 16: BIESSE Nesting frees



Figuur 17: Mayer opdeelzaag

Ook de overige onderdelen worden machinaal geproduceerd. De aluminium strips (ter versteviging en afwerking) worden geleverd in lengtes van 4 meter. De machines zagen de strips op de juiste lengte en beschikken over een intelligent optimalisatiesysteem. De hoekprofielen, handvaten, sloten en wielen zijn allemaal standaardmaten. Deze worden geleverd door externe firma's. *Figuur 18: Attributen flightcase* toont een deel van de aluminium accessoires.



Figuur 18: Attributen flightcase

6.3. Basisvorm case

Vervolgens worden de uitgefreesde platen aan elkaar geniet en zo worden het deksel en de kist gevormd. Het werk wordt uitgevoerd door meestal één persoon. Aangezien deze persoon dit dagelijks doet gebeurt dit efficiënt en snel. De productieplaats is zichtbaar in *Figuur 20: Productieplaats niet- en freeswerk*.



Figuur 20: Productieplaats niet- en freeswerk



Figuur 19: Statief nietwerk

Eerst wordt er een hulpstuk voorzien op de werkbank dit vergemakkelijkt het werken, zie *Figuur 19: Statief nietwerk*. Hierop rust bv. de deksel bovenplaat. Het hulpstuk heeft dezelfde hoogte als de zijplaten, dus de zijplaten kunnen net onder de dekselplaat voorzien worden, om zo een juiste hoek van 90° te verkrijgen. Zeker de eerste nieten moeten correct geplaatst worden. Zo worden verdere problemen voorkomen.

Na het nieten heeft de case zijn basisvorm. Deze vorm moet voorzien worden van aluminium strips en profielen. Deze onderdelen moeten juist aansluiten tegen het hout, dus de houten hoeken van de case moeten afgerond worden. Dit gebeurt manueel met een afrondfrees.

6.4. Verstevinging

Kenmerkend voor alle flightcases, zijn de aluminium strips en hoekprofielen met afronding zoals getoond in *Figuur 21: Attributen flightcase*. Deze geven meteen een meerwaarde aan het uiterlijk en zorgen tegelijk voor een zeer stevige constructie. Op deze manier is de flightcase bestand tegen het dagelijkse gebruik, de tand des tijd, maar ook zware klappen worden zonder problemen opgevangen.

Allereerst moeten er gaten geboord worden in het hout. Deze gaten moeten overeen komen met de geboorde gaten in de strips, scharnieren, etc. Dit juist positioneren is essentieel, want als bevestigingsmiddel wordt er gebruik gemaakt van revitten.

Als de basisvorm geniet en afgerond is, Worden de strips vastgezet met revitten. Ook de hendels, sloten, scharnieren, wielen en hoekprofielen worden op deze manier bevestigd. Wanneer alles samen is gevoegd, wordt de case naar de volgende afdeling gebracht waar het interieur wordt ingericht.



Figuur 21: Attributen flightcase

6.5. Afwerking

6.5.1. Schuim

Uiteindelijk belandt de flightcase in de afwerkingsafdeling. Deze afdeling doet tevens dienst als laatste kwaliteitscontrole. Bij het plaatsen van het interieur, worden alle hoeken en gaten gecontroleerd op fouten. Tijdens deze fase wordt de flightcase vanzelf 100% nagekeken. De onvolkomenheden die verborgen bleven tijdens het productieproces; zullen hier zeker opgespoord worden. Voor de afwerking zijn twee aparte ateliers voorzien. Deze zijn afgebeeld in *Figuur 22* & *Figuur 23*. Enkel een kwalitatief hoogstaand exterieur is niet voldoende voor K-Teg. Zij gaan nog een stap verder. Het interieur wordt ingericht naargelang de eisen van de klant.



Figuur 22: Productieplaats afwerking



Figuur 23: Productieplaats interieur

De schuimlaag kan zeer uitgesproken ontworpen worden. Indien de flightcase bestemd is voor fragiele producten (camera's, microfoons, etc.), wordt de vorm van deze producten uitgesneden in schuim. Op deze manier zit de inhoud zeer stevig doch veilig vastgeklemd. Dus ook als de flightcase zware stoten of vallen ondergaat, is de inhoud beschermd. *Figuur 25: Functie schuiminterieur geeft dit weer.*



Figuur 25: Functie schuiminterieur [1]



Figuur 24: Productiewijze schuiminterieur [1]

Zoals vermeld gebeurt dit op de laatste productiefase. Meestal wordt deze afdeling bemand door één persoon. Indien het een drukke periode is wegens veel of speciaal interieur werk, wordt de afdeling bemand door meerdere personen.

Centraal in deze afdeling staan de lijmpistolen. Deze twee industriële lijm machines zorgen ervoor dat de productie niet stilvalt. Dankzij deze toestellen worden de schuimlagen vastgelijmd op het hout. Omdat dit manueel gebeurt, wordt er uitgegaan van het principe "beter teveel dan te weinig". Dus er moet veel gebeuren voordat een schuimlaag loslaat.

In *Figuur 24: Productiewijze schuiminterieur* is duidelijk te zien, dat indien er een speciaal interieur nodig is, er meerdere lagen schuim op elkaar worden gelijmd. Iedere laag heeft een andere uitsparing. Zodat als de schuimlagen op elkaar liggen, een juiste opening verkregen wordt.

6.5.2. Tapijt

De klant heeft ook de keuze om i.p.v. schuim interieur, te kiezen voor een stoffen bekleding. Schuim is ideaal om fragiele onderdelen te beschermen. Stof daarentegen wordt gebruikt indien de case voor "onbreekbare" of diverse onderdelen is bestemd (kabels, kledij, spanriemen, etc.). Stof geeft ook voordelen als de case uit één grote ruimte bestaat. Schuim heeft het gevaar om beschadigd te worden bij losliggende (scherpe) voorwerpen. Daarbovenop geeft tapijt een esthetische meerwaarde.

6.5.3. Compartimenten

Indien er een omvangrijke flightcase besteld wordt, gebeurt het vaak dat deze onderverdeeld is in compartimenten. Op deze manier is het mogelijk om meerdere onderdelen (denk bv. aan een festival) ordelijk in één flightcase onder te brengen. Tevens zorgt dit ervoor dat de flightcase extra stevigheid krijgt. Er zijn meerdere mogelijkheden om de compartimenten te scheiden. Het beschikbare gamma is zeer groot, enkele voorbeelden zijn hieronder in *Figuur 26 t.e.m. Figuur 29* weergegeven:



Figuur 27: Variabele compartimenten [1]



Figuur 26: Vaste compartimenten [1]



Figuur 29: Lade flightcase [1]



Figuur 28: Maatwerk compartimenten [1]

Iedere methode is handgemaakt door K-Teg. Uiteraard wordt er veel machinaal werk verricht. Enkel het werkelijk samenstellen van de onderdelen gebeurt manueel. Dit betekent dat iedere flightcase zeer degelijk is, want de werknemers van K-Teg kennen hun vak.

7. Producten

7.1. Standaard koffers

K-Teg is de officiële verdeler van PeliStorm. Dit zijn schokbestendige kunststoffen koffers, beschikbaar in diverse maten. Dit gaat van GSM-bescherming tot militaire toepassingen. Het gamma is weergegeven in *Figuur 32: Gamma "PeliStorm" case*.



Figuur 32: Gamma "PeliStorm" case [1]



Figuur 30: Standaard "OMNI" case [1]



Figuur 31: Standaard "OMNI" cases [1]

De OMNI case is het eigen merk van K-Teg. Deze zijn leverbaar in allerlei standaard maten. Ze kunnen ook gepersonaliseerd worden, dit betekent dat de klant het interieur, de afmetingen en zelfs gravures kan kiezen. Het volledige gamma is zeer uitgebreid, dus het is onrealistisch om alle cases weer te geven. In *Figuur 30: Standaard "OMNI" case* is de basis case weergegeven en in *Figuur 31: Standaard "OMNI" cases* is een deel van het gamma zichtbaar.

7.2. Maatwerk flightcases

Indien standaard cases niet voldoen aan de eisen van de klant, wordt er specifiek een flightcase ontworpen. Dit betekent zeer uiteenlopende maten en vormen. Ook is het mogelijk om mechanismen in de case te verwerken. Zo kunnen er elektrische, pneumatische en mechanische constructies ingebouwd worden.



Figuur 33: Fast and easy display system [1]



Figuur 34: Toolbox [1]



Figuur 35: Mobile Control Center [1]

Hierboven bevindt zich een relatief veel gevraagd item. Dit omvat een flightcase voorzien van een beeldscherm *Figuur 33: Fast and easy display system*. Deze cases moeten instaat zijn om het beeldscherm (en alle andere apparatuur) veilig te transporteren. De case is voorzien van elektromotoren en mechanische schuifconstructies. Op deze manier kan het beeldscherm uitgeschoven worden. Dankzij de bekabeling worden het beeldscherm en de apparatuur voorzien van voeding.



Figuur 36: Voorbeeld maatwerk [1]



Figuur 37: Voorbeeld maatwerk [1]



Figuur 38: Voorbeeld maatwerk [1]



Figuur 39: Mobile Control Center [1]

Op bovenstaande afbeeldingen bevinden zich enkele maatwerk cases die geproduceerd worden. Het besluit is dat K-Teg veel potentieel heeft en hen dus instaat stelt om vrijwel alle soorten cases te ontwerpen en produceren.

7.3. Diversen

K-Teg beperkt zich niet enkel tot het produceren en inrichten van flightcases. Ook houden zij zich bezig met het inrichten van bv. Bestelwagens en trailers. Zoals zichtbaar is in *Figuur 40: Inrichting bestelwagen*.



Figuur 40: Inrichting bestelwagen [1]



Figuur 41: oprijramp bestelwagen [1]

Een bestelwagen die uit het fabriek komt, bezit meestal een leeg compartiment. K-Teg is in staat om deze lege ruimte in te richten naargelang de eisen van de klant. Op bovenstaande afbeeldingen is duidelijk te zien dat, in sommige gevallen, compartimenten zeer voordelig zijn.

Ook kan beroep worden gedaan op K-Teg, voor de productie van allerhande opbergmateriaal. Daarenboven beschikt K-Teg over een hoogtechnologische lasermachine. Dit maakt het mogelijk om gravures of laserprints op diverse materialen aan te brengen. Hieronder zijn enkele voorbeelden weergegeven (*Figuur 42 t.e.m. Figuur 45*).



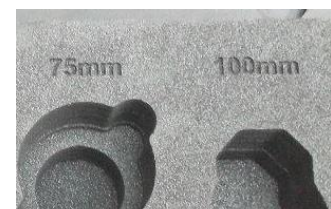
Figuur 42: Dynamisch opbergrek [1]



Figuur 44: Lasergravering op flightcase [1]



Figuur 43: Lasergravering op diverse materialen [1]



Figuur 45: Lasergravering in schuim [1]

8. Leveranciers

Voor het verwezenlijken van dit project is het noodzakelijk dat we samenwerken met externe bedrijven, vanwege de noodzakelijk levering van specifieke onderdelen.

8.1. PEC

PEC is de verdeler van ITEM, de producent van geleidingssystemen. Onze contactpersoon bij PEC is mr. Neukermans.

PEC staat als sinds 1984 bekend voor “Project Engineering and Contracting” (PEC). Momenteel zijn zij gespecialiseerd in “Energy Storage Devices” en “Case Operations of Central Banks”.

Vooraf dankzij de kennis in volgende vakgebieden, wordt er beroep gedaan op PEC:

- Robotics
- Material Handling
- Power Electronics
- Embedded Controls
- Software Development (.Net - Oracle)
- IT Security [5]



Figuur 46: Logo PEC [5]

8.2. ITEM

ITEM is gespecialiseerd in industriële technieken en machinebouw. Vanaf 1976 is machinebouw een vakgebied van ITEM. Zij leveren alle nodige onderdelen voor het verwezenlijken van allerhande uiteenlopende projecten. Wij deden beroep op ITEM, omdat hun jarenlange expertise heeft gezorgd voor een grote database aan onderdelen. Deze zijn zeer geschikt voor ons project. [6]



Figuur 47: Logo item [6]

8.3. Certis

Certis is de verdeler van BeA, de producent van het nietmachine. Vanaf 1978 is Certis een technisch- en engineeringbedrijf. Onze contactpersoon bij Certis is mr. Borgman. Zij leveren onderdelen van allerhande producenten, waaronder BeA. [7]



Figuur 48: Logo certis [7]

8.4. BeA

vanaf 1972 is BeA een gespecialiseerde producent van allerhande bevestigingstechnieken.



Figuur 49: Logo BeA [8]

Zij ontwerpen en produceren bevestigingsmiddelen en -machines (nieten, schroeven, etc.). De machines die zij produceren zijn zeer uiteenlopend, dit gaat van eenvoudige handmachines tot volledig geautomatiseerde systemen voor alle bevestigingsmanieren. [8] K-Teg heeft goede ervaringen met de BeA producten, dus het nietmachine moest van BeA afkomstig zijn.

8.5. Beckhoff

Opgericht in 1980 en nu al één van de grote spelers op de markt van PLC's. Onze contactpersoon is mr. Cuypers. Hij is gedreven en gemotiveerd, dus samen zullen we veel vooruitgang boeken.



Figuur 50: Logo BECKHOFF [9]

Beckhoff onderscheidt zich van zijn concurrenten, omdat zij zich aanpassen aan de klant. Ook zijn zij een klant van K-Teg, dit geeft enkel voordelen. [9]

8.6. Igus

Opgericht in een garage in 1964 en sindsdien al intensief bezig met kunststoffen onderdelen. Dit jaar (2014) bestaan ze 50 jaar.



Figuur 51: Logo igus [10]

Onze contactpersoon is mr. Laporte. Wegens zijn praktijkervaring en hulpvaardigheid is het een grote meerwaarde om met Igus in zee te gaan.

Igus is de producent van allerhande onderdelen (kabelrupsen, bekabeling, geleidesystemen, alle lagers, robotica). Hetgeen Igus onderscheidt van zijn concurrenten, is dat zij werken met smeervrije technologie en dat vele onderdelen (lagers, kabelrupsen, gewrichten) bestaan uit 100% kunststof. [10]

De overschakeling naar IGUS bespaart dit project ruim €2.500. Dit omvat de overschakeling van PEC en de deelse overschakeling van Beckhoff.

Geleidingssysteem

Er is 100% overschakeling van PEC naar Igus.

Motor

De overschakeling van Beckhoff naar Igus, houdt in dat er een ander type motor (servo- naar stappenmotor) en encoder gebruikt wordt. Deze zijn minder precies dan de Beckhoff onderdelen en zorgen voor een korting op het totaal pakket van Igus.

8.7. Festo

Festo is actief sinds 1925 en is sinds de jaren 50 begonnen met pneumatica.

Festo is de producent van vrijwel alles dat met pneumatica te maken heeft. Hun gamma begint bij simpele persluchtlangen en eindigt bij “self learning bionic networks”. [11] Door het feit dat er in het onderwijsplan eerder met Festo componenten gewerkt werd, hebben we beroep gedaan op FESTO.



Figuur 52: Logo Festo [11]

8.8. SMC

SMC is de grootste producent van pneumatisch materiaal, de omzet is dubbel zo veel als Festo. Het bedrijf werd gesticht in 1959, met als enige vakgebied: pneumatica. Het bedrijf werd opgericht in Japan en is (bondig gezien) te vergelijken met Festo. [12] Dankzij RS en de vermelding in de onderwijsinstellingen, wordt er gebruik gemaakt van SMC onderdelen.



Figuur 53: Logo SMC [12]

8.9. Banner Engineering

Banner is producent van allerhande sensoren sinds 1971. Het uitgebreide assortiment is een grote meerwaarde. Zij zijn gespecialiseerd in sensoren, met als slogan “more sensors, more solutions”, dit spreekt voor zich. [13] Via Rob zijn we terecht gekomen bij Banner Engineering, hij was namelijk in het bezit van een catalogus.



Figuur 54: Logo Banner [13]

8.10. Multiprox

Multiprox is de officiële distributeur van Banner (en andere merken zoals Beckhoff). Ontstaan in 1977 als distributeur van Turck sensoren, zijn ze uitgegroeid tot rechtstreekste verdeler van allerhande merken in de automation markt. [14]



Figuur 55: Logo Multiprox [14]

8.11. RS-components

Opggericht in een kleine garage in 1937, met als hoofddoel: distributeur van reserveonderdelen voor radio's. Tot op de dag zijn ze nog steeds distributeur, maar dan wel van een veel uitgebreider assortiment. [15] Telkens als K-Teg kleine onderdelen nodig heeft, wordt er beroep gedaan op RS-online. Het ligt voor de hand dat dat voor dit project niet anders is. Vooral “levering binnen 24u” is een meerwaarde.



Figuur 56: Logo RS-online [5]

8.12. Eriks Baudoin

Het moederbedrijf van Eriks werd gesticht in 1940, als producent van mechanische onderdelen. [16]



Figuur 57: Logo Eriks Baudoin [16]

Voor dit project betekent Eriks Baudoin vooral een snelle leverancier van de meer exotische componenten. Vooral voor pneumatisch onderdelen van FESTO werd er beroep gedaan op het bedrijf. Het bestellen gebeurt via de online webshop “Tradcom”

8.13. Tradcom

Tradcom is een samenwerkingsinitiatief van enkele marktleiders in de industriële toelevering. Door de goederen en diensten te bundelen in een gezamenlijke catalogus, wordt de klant de mogelijkheid geboden om zijn inkoopproces voor indirecte goederen sterk te vereenvoudigen. Zoals vermeld werkt Eriks Baudoin via Tradcom [17]



Figuur 58: Logo Tradcom [17]

8.14. MTF

MTF is een metaalbewerkingsbedrijf dat zich bezighoudt met kleine metalen constructies. Deze kunnen geproduceerd worden door middel van lassen, ponsen, plooiën, lakken, vloeiboren, etc. Hun vestiging ligt in Kiewit (Hasselt). Wij zijn terecht gekomen bij MTF dankzij onze bedrijfspromotor Wim Jans die al samenwerkte met dit metaalverwerkend bedrijf.

9. Machinebouw

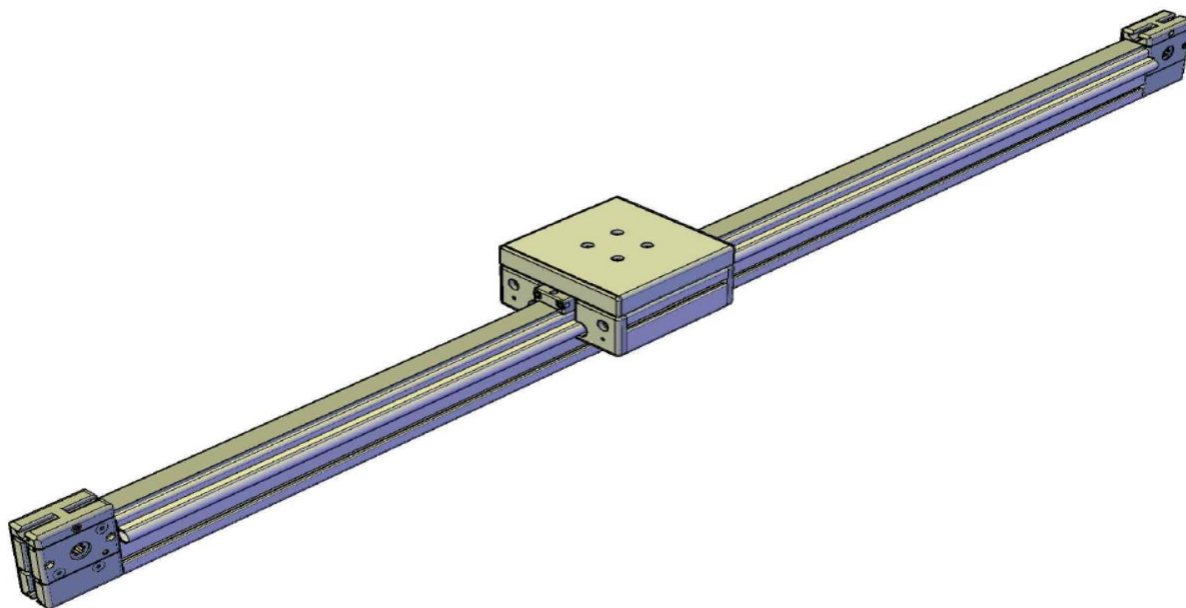
Bij het ontwerpen van een machine, zijn zowel standaard als specifieke onderdelen nodig. Dankzij sterkte berekeningen en AutoCAD modellen, werden de diverse componenten ontworpen.

Allereerst moet bekend zijn wat de massa van ieder onderdeel is. Dit is de absolute basis vooraleer er begonnen kan worden met de berekeningen. Noodzakelijk voor ons, is dat we de massa van de geleider kennen. In onderstaande tabel bevinden zich de gewichten van ieder individueel onderdeel van de geleider inclusief de bevestigde onderdelen die hij dient voort te bewegen.

Onderdeel	Gewicht/afmeting	Afmeting	Massa (Kg)
Profiel	3,11 kg/m	1,6m	4,976
Asklem	0,36 kg/m	1,6m 2x	1,152
As	1,21 kg/m	1,6m 2x	3,872
Riem	0,125 kg/m	3,3 m	0,413
Loopwagen	3,5 kg/stuk	Standaard	3,5
Riemwiel	1,3 kg/stuk	Standaard 2x	2,6
Riemklem vast	0,136 kg/stuk	Standaard 2x	0,272
Riemklem los	0,128 kg/stuk	Standaard 2x	0,256
Koppeling (As, koppeling, kast)	4 kg	Standaard	4 kg
Frees	2,5 kg	/	2,5
Nietmachine	3,2 kg	/	3,2
Cilinder	1 kg	Standaard	1
Kantelmechanisme	1,5 kg	/	1,5
Attributen (bouten, leidingen, etc.)	3 kg	/	3
<i>Totaal Statisch</i>			32,25 kg
<i>Totaal Dynamisch</i>			16,15kg

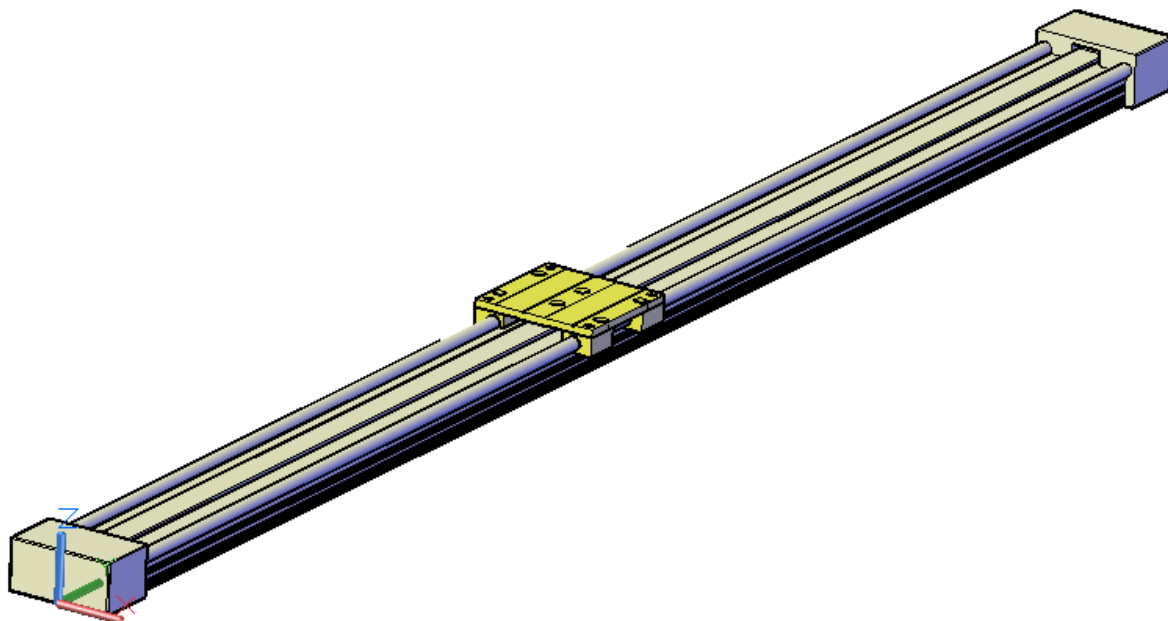
Vanaf het punt dat de massa's gekend zijn, kunnen de berekeningen starten. het is cruciaal dat het profiel niet te fel doorbuigt, aangezien het plaatsnemen van de nieten millimeterwerk is. De maximale doorbuiging mag 1,00 mm niet overschrijden.

9.1. Lineaire geleide systeem



Figuur 59: Geleidingssysteem PEC

In bovenstaande afbeelding staat de weergave van de PEC geleider. De offerte bevindt zich in *Appendice 1: Offerte PEC 1/3*.



Figuur 60: Geleidingssysteem Igus

In bovenstaande afbeelding staat de weergave van de IGUS geleider. De offerte bevindt zich in *Appendice 6: Offerte Igus (geleidingssysteem)*

9.1.1. IGUS

Na het gesprek met Igus was meteen duidelijk welke onderdelen nodig zijn. De contactpersoon mr. Laporte was enthousiast over het project, dus de dag nadien werden de offertes – *Appendice 4: Offerte Igus (kabelrups) 1/2* – ons toegestuurd.

Dankzij het uitgebreide gamma van Igus, is het mogelijk om het volledige geleidingssysteem bij hen te bestellen. Dit omvat de geleider, motor, koppeling en kabelrups. Deze manier van werken spaart ons ruim €2.500. Er treedt een besparing op van ruim €900 via de geleider (PEC) en €1.600 via de motor (Beckhoff). Ook is de levertijd voor de geleider gereduceerd naar 1 week.

De berekeningen en 3D-tekeningen worden automatisch gegenereerd dankzij het online configuratieprogramma – *Appendice 52: Voorbeeld Configureerprogramma Igus, Kabelrups* – van Igus. Door de juiste gegevens in te geven (snelheid, versnelling, massa, werk lengte, etc.) worden de mogelijke onderdelen uit de catalogus opgezocht en samengesteld.

PEC

Het geleidingssysteem van Igus is, voor ons, in vele opzichten beter. De levertijd van eerste contact tot ontvangen van geleider is slechts 1 week. Bij PEC was er na 5 weken nog steeds geen bestelling mogelijk.

Beckhoff

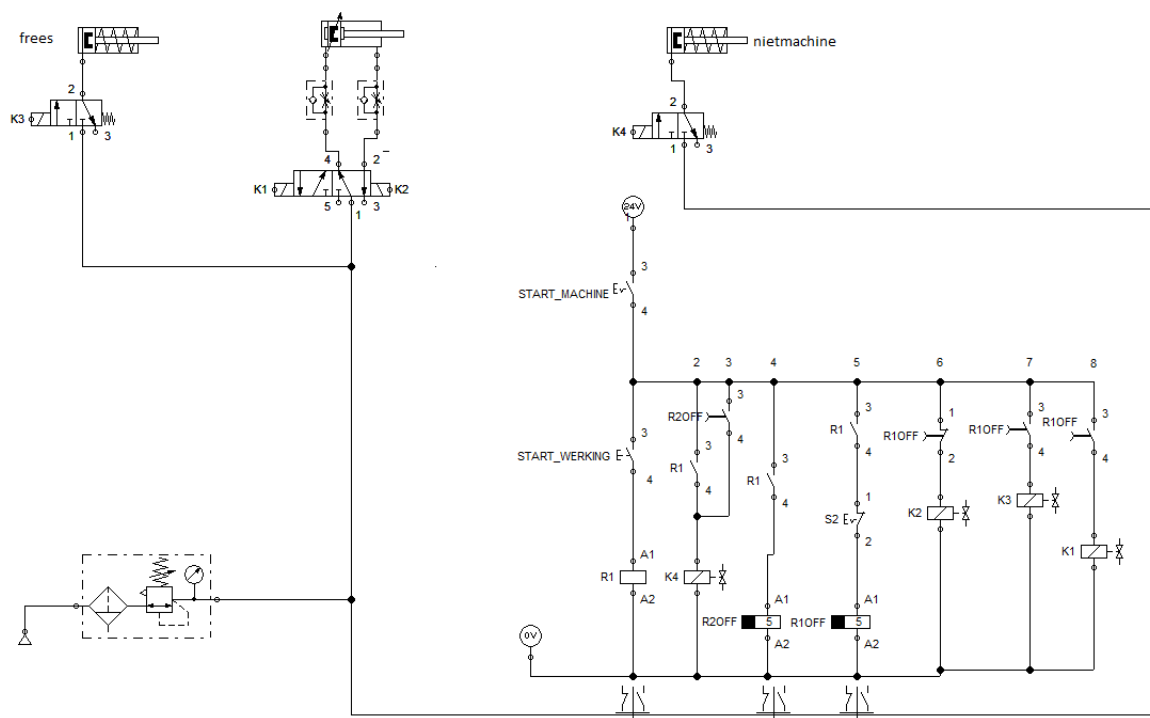
De eerste plannen waren dat Beckhoff de leverancier was van het volledige PLC verhaal (PLC, modules, motor, koppeling, gearbox, etc.). Na overleg met Igus en Beckhoff, werd duidelijk dat de Beckhoff onderdelen uitermate precies zijn. Deze precisie is voor dit project niet nodig. Ook levert Igus de motor en encoder (die wij exact nodig hebben) standaard in één geheel. Dit drukt de prijs enorm. Omdat de bestelling omvangrijk is (kabelrups, geleider, motor, encoder, koppeling, sensoren en bekabeling) was een korting mogelijk. Zodoende zijn de motor en alle toebehoren afkomstig van Igus. Op deze wijze is ook overgeschakeld van een servomotor naar een stappenmotor.

9.2. Pneumatica

9.2.1. Pneumatisch schema

In onderstaande afbeelding – *Figuur 61: Pneumatisch schema* – bevindt zich het pneumatisch schema van het project. Het is duidelijk dat de pneumatica bescheiden, doch noodzakelijk is. In totaal zijn 3 cilinders aanwezig. De twee enkelwerkende cilinders zijn de symbolische weergave voor de freesmachine (links) en de nietmachine (rechts). Er wordt gebruik gemaakt van een pneumatisch freesmachine. De reden hiervoor is, dat een elektrische freesmachine niet voldoet aan de eisen (zie *Onderzoeksproblemen*).

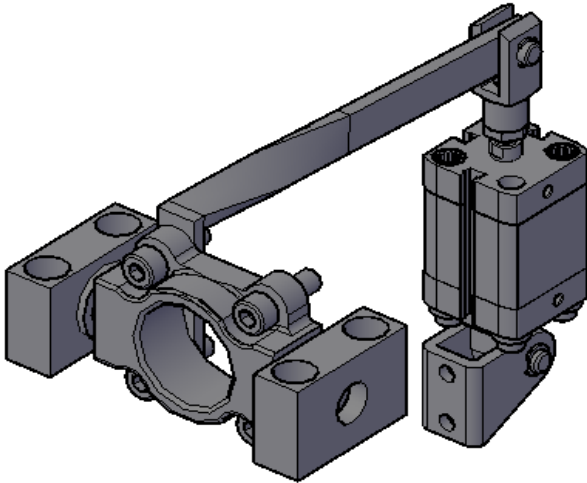
In *Figuur 61: Pneumatisch schema* is ook een elektrisch stuurschema aanwezig. Dit stuurschema is ingevoerd om het pneumatisch schema elektronisch te testen. In de praktijk wordt deze functie overgenomen door de PLC. Verder heeft dit elektrisch stuurschema geen noemenswaardige invloed. Het bespreken van de werking is aldus overbodig.



Figuur 61: Pneumatisch schema

9.2.2. FESTO Kantelmechanisme voor frees

De dubbelwerkende cilinder die geplaatst is in *Figuur 62: Kantelmechanisme (frees)* is de cilinder die het kantelmechanisme bedient. Dit kantelmechanisme is standaard leverbaar door FESTO. Het bepalen en dimensioneren ervan vereist enig denkwerk, het resultaat bevindt zich hieronder. Verdere detailtekeningen bevinden zich in *Appendice 25 t.e.m. Appendice 34*.



Figuur 62: Kantelmechanisme (frees)

Het kantelmechanisme zorgt ervoor dat de frees kantelt onder een hoek van 7°. Dit is voldoende om de frees in de stand “veilig” of “bedrijf” te plaatsen. Dit kantelmechanisme wordt, zoals vermeldt, samengesteld dankzij standaard onderdelen van FESTO.

De inklemming echter heeft een standaard diameter van 40 mm, de behuizing van de frees is daarentegen 41 mm. Dus de inklemming moet 1 mm verbreedt worden of de frees moet 1 mm versmalt worden. Er zullen veel van dit soort modificaties plaatsvinden.

Al snel werd beslist dat het onderdeel van FESTO 1 mm verbreedt diende te worden. Maar na 2u schuren, slijpen en vijlen, werd duidelijk dat dit onderdeel uit extreem hard materiaal was vervaardigd. Dus niet de inklemming, maar wel de frees werd aangepast. Om de frees te versmallen, werd gebruik gemaakt van een draaibank.

9.2.3. Frees

De gebruikte pneumatische frees is afgebeeld in *Figuur 63: pneumatische frees*. Duidelijk te zien is dat er een bedieningsschakelaar aanwezig is. Door het handvat vast te nemen, wordt deze schakelaar ingedrukt en treedt de frees in werking. Door dit mechanisme kunnen we de frees niet laten sturen door de PLC, er moet dus een oplossing bedacht worden. De meest efficiënte oplossing bestaat eruit om de schakelaar ingedrukt te houden en een 3/2-ventiel bij te plaatsen. Hierdoor bediende het 3/2-ventiel de frees dankzij de PLC.



Figuur 63: pneumatische frees

9.2.4. Pneumatische componenten

Zowel via de online webshop Tradcom als RS-online, zijn we in het bezit gekomen van diverse pneumatische en elektrische onderdelen. Via de webshop Tradcom zijn de onderdelen van FESTO besteld. Voor de SMC onderdelen wordt beroep gedaan op de webshop RS-online. In *Appendice 50 t.e.m. Appendice 53* bevinden zich de belangrijkste technische specificaties van de gebruikte componenten.

Via RS online

In *Appendice 13 t.e.m. Appendice 15* bevinden zich de bestellijsten van RS-online. Duidelijk te zien is dat veel onderdelen besteld zijn over verschillende tijdsspanne. Dit is vooral door het feit, dat het onmogelijk was om in het begin van dit project exact te weten welke componenten nodig gingen zijn.

Via Tradcom

De componenten voor het kantelmechanisme en toebehoren zijn geleverd dankzij Eriks Baudoin. De bestelling echter verliep via de webshop Tradcom. De vrachtbrieven bevinden zich in *Appendice 16 t.e.m. Appendice 18*. De bestelling verliep in 2 levertermijnen. De reden hiervoor is dat er verschillende levertijden zijn. De onderdelen voor het kantelmechanisme zijn namelijk minder frequent, hierdoor zijn deze dus niet op voorraad.

9.2.5. Nietmachine

De volledig rechtse cilinder, is de symbolische weergave van de nietmachine (*Figuur 64: Inbouwapparaat BeA 235-K90/25 L2E*). Het werkingsprincipe van de nietmachine is relatief eenvoudig. Er staat constant perslucht op de nietmachine (als de machine in “bedrijf” staat). Enkel wanneer er een elektrische impuls wordt gestuurd, wordt het ventiel verschoven. Dit zorgt ervoor dat er een korte perslucht impuls op de hamer wordt voorzien. Deze hamer geeft een krachtige slag op de niet.



Figuur 64: Inbouwapparaat BeA 235-K90/25 L2E [8]

Bovenstaand nietmachine is het standaard inbouwapparaat voor PLC gestuurde toepassingen. In dit project zijn er enkele modificaties uitgevoerd. Zo is het gebruikte nietmachine voorzien van:

- Magazijn detectie
- Verlengd magazijn (± 300 nieten)
- Bijvullen achteraan
- Neuslengte van 25 mm

Dit zijn relatief eenvoudige aanpassingen, maar toch blijft dit onderdeel het meest kostelijk en heeft het de langste levertijd, zie *Appendice 10: Offerte Certis, 1/3*. In de offerte bevindt zich ook een suggestie van de contactpersoon via Certis. Dit is namelijk een klemcilinder zie *Appendice 11: Offerte Certis 2/3*. Voor vaste maten en vormen zou dit ideaal zijn, maar dit is niet van toepassing op dit project.

9.2.6. SMC onderdelen

De onderdelen om het persluchtsysteem samen te stellen en werkende te krijgen, zijn afkomstig van SMC. Deze werden aangekocht via de site RS-online. De bestelling omvat koppelingen, ventielen, leidingen, etc. Dit alles kan duidelijk worden teruggevonden in de vrachtbrieven van RS (*Appendice 13 t.e.m. Appendice 15*).

9.3. Elektriciteit

Als sturing voor het project wordt gebruik gemaakt van een Beckhoff PLC met bijhorende modules. Het volledige systeem is samengesteld voor een spanning van 24 VDC of 48 VDC. Zowel de Beckhoff modules, Banner sensoren, SMC ventielen, Iigus encoder en alle overige elektrische componenten werken op 24 VDC. Terwijl enkel de Iigus stappenmotor werkt op 48 VDC.

9.3.1. *Elektrisch schema*

Voor het tekenen van het elektrisch schema wordt Caddy++ gebruikt. De reden hiervoor is, dat dit software pakket behandeld wordt op de PXL. De volledige versie lag helaas niet binnen ons bereik, dit is de reden dat er met een studentenversie gewerkt is. De besproken schema's zijn ondergebracht in *Appendice 36 t.e.m. Appendice 39*.

9.3.2. *PLC programmering*

Het volledige PLC programma in deze scriptie plaatsen is nodeloze informatie. Vooral aangezien deze nog niet op punt staat. Dit wil zeggen; het toestel is volledig klaar en functionerend, maar wegens tijdgebrek zijn nog niet alle kinderziekten uit de programmering geëlimineerd. Deze zullen, doorheen het gebruik, worden opgemerkt en verholpen. In *Appendice 42 t.e.m. Appendice 49* bevinden zich echter wel de flowcharts. Dit is een vereenvoudigde, overzichtelijk versie van het PLC programma. Indien er storingen ontstaan, kan dit document geraadpleegd worden. Deze flowcharts verminderen de tijd van het foutzoeken drastisch.

9.3.3. *Bekabeling*

In afbeelding *Figuur 65: Elektrische kast* zijn de aansluitingen naar de PLC te zien. Om het overzicht te bewaren is gebruik gemaakt van rijgklemmen. Dit geeft ook een meerwaarde i.v.m. het vervangen van onderdelen. Dankzij de rijgklemmen is er geen gevaar voor het accidenteel loskomen van aansluitingen naar de PLC tijdens het vervangen van een component. Aangezien enkel de bevestiging op de rijgklem losgemaakt dient te worden.

Het aansluitschema van de PLC is voorzien bij de kast (binnenzijde van de deur). Zo kunnen toekomstige modificaties snel en efficiënt uitgevoerd worden. Dit document bevindt zich tevens in *Appendice 40: Aansluiting PLC modules*.



Figuur 65: Elektrische kast

9.3.4. Gebruikte componenten

Voor het realiseren van dit project is beroep gedaan op allerlei elektrische componenten. Net zoals de SMC onderdelen, zijn de elektrische onderdelen besteld via RS components. Zowel in levertijd als kostprijs geeft dit vele voordelen. Eén van deze voordelen is de korte levertermijn. Aangezien er tijddruk aanwezig is, zijn enkel de onderdelen geraadpleegd die op voorraad zijn. In *Appendice 50 t.e.m. Appendice 53* bevinden zich de technische specificaties van de belangrijkste onderdelen.

9.3.5. Beckhoff

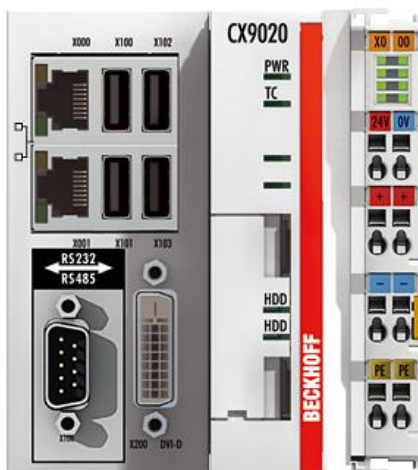
De PLC met bijhorende modules zijn afkomstig van Beckhoff. Als besturingssysteem wordt gebruik gemaakt van TwinCAT 2. De technische specificaties bevinden zich in *Appendice 7: Offerte Beckhoff 1/3*.

Qua in- en uitgangen zijn 3 ingang- en 2 uitgangsmodule voorzien. Per module zijn er 8 aansluitingen, dus er zijn een totaal van 24 in- en 16 uitgangen aanwezig. Van de 32 ingangen, zullen er enkele vrij blijven. Dit als reserve voor verdere uitbreidingen van het systeem en hetzelfde geldt voor de 16 uitgangen.

Voor de motorsturing en -signalering heeft Beckhoff een speciale stappenmotor module meegeleverd. Deze is zo gekozen, dat de Igus motor zonder problemen kan worden aangestuurd en gelezen. Evenals de motor, kan de encoder rechtstreeks op deze module aangesloten worden.

Ten slotte zijn er twee voedingen voorzien; 1 van 24 V DC/5A en 1 van 48 V DC/5A. De voeding van 24 V is voorzien voor de voeding van de PLC, sensoren, signaleringslampen en standaard modules. De 48 V voeding daarentegen, is enkel aanwezig als motorvoeding.

Hieronder staan zowel de Beckhoff modules *Figuur 66 t.e.m. Figuur 68*, als de Wieland voeding *Figuur 69: Wieland power supply* geïllustreerd.



Figuur 66: Beckhoff PLC CX9020 [9]



Figuur 67: Beckhoff ingangsmodule EL1008 [9]



Figuur 68: Beckhoff uitgangsmodule EL2008 [9]



Figuur 69: Wieland power supply [35]

9.3.6. Igus

De aandrijving voor de lineaire geleider, evenals de geleider zelf, zijn afkomstig van Igus. Deze onderdelen zijn geïllustreerd in *Figuur 70: Igus systeem*. De communicatie met Igus verloopt stukken aangenamer dan met PEC. Ook geschiedt deze op een zeer efficiënt manier (binnen 9 dagen zijn we overgegaan van eerste contact, tot ontvangen van bestelling).

Tijdens de afspraak met de vertegenwoordiger van Igus, werden we goed verder geholpen door mr. Laporte. Dankzij zijn kennis, onze info en het online configureerprogramma, was snel duidelijk welke geleider, kabelrups en aandrijving nodig waren.

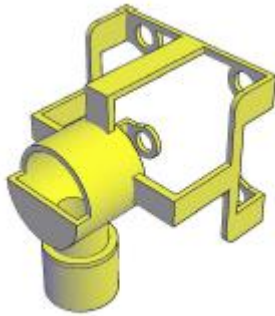
De vereisten voor de motor zijn duidelijk; Max 5 A stroomverbruik dit i.v.m. de stappenmotor module van Beckhoff. De PLC moet afgelegde weg van loopwagen kennen. En de motor moet – uiteraard – krachtig genoeg zijn voor snelle verplaatsing van ± 10 kg met 0,4 m/s. Dit alles dient te gebeuren met een versnelling van $\pm 0,25$ m/s².



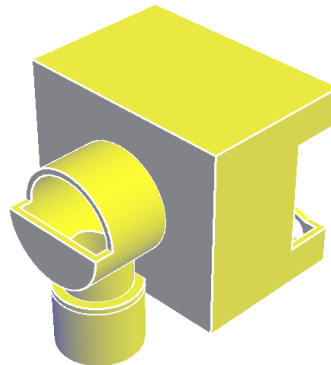
Figuur 70: Igus systeem

9.3.7. 3D-printen

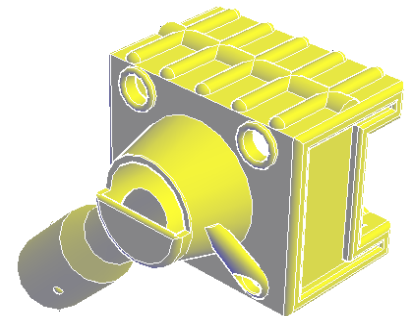
Tijdens het frezen komt er een bepaalde hoeveelheid houtstof vrij. Indien deze niet wordt opgevangen, treedt er hinder op voor zowel personen als machines. Een stofafzuiging is dus een must. De eerste ontwerpen van de stofafzuiging zorgden al voor productie problemen. Aangezien het onmogelijk was om dit onderdeel nauwkeurig genoeg te plooiën. In *Figuur 71 t.e.m. Figuur 75* is de evolutie van de stofafzuiging weergegeven. Te starten bij een stalen, plooibaar ontwerp dat eindigt bij een gedetailleerd 3D-printbaar onderdeel. Deze onderdelen werden geprint met de 3D-printer UP! Mini, deze is weergegeven in *Figuur 76: UP! mini 3D-printer*.



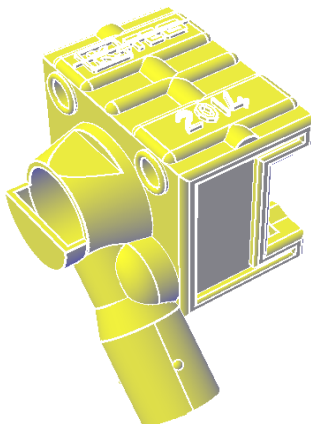
Figuur 71: Ontwerp 1



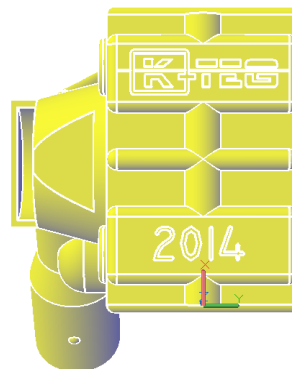
Figuur 72: ontwerp 2



Figuur 73: Ontwerp 3



Figuur 74: Ontwerp 4



Figuur 75: Details ontwerp 4



Figuur 76: UP! mini 3D-printer

9.4. Montage

Voor het voorbereidings- en theoretisch werk kregen we een kantoorruimte tot onze beschikking. De praktische kant daarentegen gebeurde in de productiehal van K-Teg. De toegewezen plaats bevond zich buiten de productiezone. Op deze manier werd de productie niet gehinderd. De zone waar de machine wordt samengesteld, is zeer dicht bij het magazijn gelegen. Dit geeft ons de mogelijkheid om efficiënt de nodige onderdelen, materialen en gereedschappen te gebruiken.

Het frame is voorzien van allerhande voorboringen en extra profielen. De reden hiervoor is, dat de overige onderdelen gemakkelijk gemonteerd kunnen worden. Uiteraard is het onmogelijk om een machineframe van dit formaat 100% volledig te laten produceren. Er zijn altijd nog gaten, profielen, bevestigingspunten, etc. die naderhand bijkomen.

Het samenstellen gebeurt, uiteraard, in vele verschillende stappen. De evolutie is sterk afhankelijk van levertijd van de verschillende onderdelen. De volgorde waarin we de onderdelen ontvangen speelt ook een grote rol in dit proces. Hoewel het aanpassen van het frame een zeer belangrijk en intensief onderdeel is van de stage, valt dit buiten het bestek van de scriptie. Mede om het overzicht te bewaren, worden de afzonderlijke modificaties niet besproken. In *Figuur 77 & Figuur 78* is de vooruitgang te zien van basis tot werkende machine.



Figuur 78: Basis



Figuur 77: Eindresultaat

10. Onderzoeksproblemen

10.1. Leveranciers

10.1.1. PEC

PEC is de verdeler van ITEM (Geleide systeem).

De communicatie met PEC gebeurde moeizaam. Onze contactpersoon, mr. Neukermans, reageerde traag op de e-mails. Dit zorgde ervoor dat we na de 4^e week nog steeds geen bestelling konden plaatsen.

Om toch enigszins schot in de zaak te brengen, werd steeds telefonisch contact opgenomen met PEC. Dit zorgde ervoor dat we sneller antwoord kregen op de broodnodige e-mails. Ook was mr. Neukermans niet gemotiveerd om ons hulp te bieden. Sommige vragen die we hem stelden, bleven onbeantwoord; zelfs na telefonisch contact.

Levertermijn: 2-3 weken na bestelling

Tijdens week 6 waren er nog steeds problemen met de offerte, bestelling en communicatie. Vooral wegens de mentaliteit van mr. Neukermans, zijn we overgeschakeld naar IGUS voor het geleidingssysteem. Dit scheelt ons ruim €900 en slechts 1 week levertijd. Ook bestellen we de motor bij IGUS i.p.v. Beckhoff, dit scheelt ons ruim €1.600.

Dankzij PEC zijn we 4 weken intensief bezig geweest met de lineaire geleider (berekenen, samenstellen, ontwerpen, tekenen, offertes, contact, info invoegen in scriptie, etc.). dit is allemaal weggegooide moeite. De teksten in de scriptie zijn verwijderd, de berekeningen zijn niet langer van toepassing en de volledige machine moet worden gemodificeerd.

Wat de aandrijving betreft, zijn we overgestapt van Beckhoff naar Igus vanwege verschillende redenen. Zo had Beckhoff een zeer precieze servomotor en encoder voorzien. Zoals algemeen bekend is de kwaliteit van Beckhoff zeer hoog. Dus de voorziene aandrijving had een hoge veiligheidsfactor. Dit is echter niet noodzakelijk, aangezien de motor geen zware inspanningen moet leveren. Want op een werkdag van 8u, is de motor slechts 2-3u effectief in bedrijf. De motor is berekend om te werken op 24 en 50 V DC. 24 V is voldoende voor dit project, maar dankzij de 48 V voeding, moet de motor minder inspanningen leveren. Ook kregen we, dankzij de omvangrijke bestelling, een korting op de onderdelen.

10.1.2. Certis

Certis is de verdeler van BEA (nietmachine).

Levertermijn: 6-7 weken na bestelling

Na deze 7 weken werd telefonisch contact opgenomen met Certis. Wat blijkt; de bestelling zou nog 2 weken op zich laten wachten. Tijdens het telefonisch contact werd gevraagd om een demo toestel te mogen ontvangen, totdat het werkelijke toestel geleverd werd. Dit was nodig zodat we ons PLC programma volledig konden testen en controleren. Ook konden we op deze manier testen als de geleider, de krachten van het schieten goed kon weerstaan.

Deze lange levertijd is vooral te danken aan het soort nieten. K-teg gebruikt voor de montage van de kisten één soort niet. Dit maakt het mogelijk om één grote voorraad nieten te voorzien voor het volledige bedrijf. Indien er meerdere soorten nieten zijn is het stockbeheer een stuk onoverzichtelijker, want de nieten verschillen slechts weinig van elkaar. Dus de juiste bestelbon doorgeven aan de directie kan voor problemen zorgen.

Tijdens het gesprek met de contactpersoon van Certis (BeA), werden enkele zaken duidelijk vermeld. Waaronder de levertermijn: "Indien er bepaalde onderdelen nodig zijn die de levertermijn drastisch verlengen, dient dit duidelijk vermeld te worden.". Op deze manier konden er alternatieven gezocht worden, zodat dit project niet in tijdsnood raakt. Blijkbaar werden deze woorden in de wind geslagen. Doordat de bestelling geplaatst werd in het begin van de stage (1 maart), is de late levering geen ramp.

10.2. Freesmachine



Figuur 79: Makita Kantelfreesmachine [18]

K-Teg maakt uitbundig gebruik van elektrisch handgereedschap, waaronder de handfreesmachines van Makita. Vanaf het begin lag vast dat we een elektrische kantelfrees dienden te gebruiken voor het project. Dus dit onderdeel werd snel besteld (*Figuur 79: Makita Kantelfreesmachine*). Naarmate de tijd vorderde, werd duidelijk dat de elektrische frees ontoereikende was. Dit vooral door de omvang, er was simpelweg geen plaats om het toestel te plaatsen. Dit is de reden dat er overgeschakeld is op een pneumatische frees. Deze heeft een diameter die slechts de helft is van de Makita frees.

Dit zorgde ervoor dat de AutoCAD ontwerpen aangepast dienden te worden. Deze aanpassingen waren stukken efficiënter, dan het ontwerp aanpassen aan de (omvangrijke) Makita frees. Op deze manier werden de frees inklemming, montageplaat, machineframe en gemodificeerd naar de nieuwe frees.

11. Testen

11.1. Krachten van nietmachine

11.1.1. *Waarneming*

Tijdens het nieten komen er krachten vrij. Deze krachten zijn afkomstig van de nieten die d.m.v. perslucht worden afgeschoten. Bij het nieten van de platen, moet een statief voorzien zijn. De bodem/deksel plaat wordt hierop geplaatst, zodat de plaat horizontaal ligt. Dit vergemakkelijkt het nieten voor hoeken van 90°. Deze manier van werken is tijdrovend, omdat steeds moet veranderd worden van gereedschap (frees, nietmachine, statief). Het statief – *Figuur 80: Statief voor handmatig nieten* – is hier echter wel een grote hulp.



Figuur 80: Statief voor handmatig nieten

11.1.2. *Resultaten*

Voor kleine platen is het noodzakelijk dat er een inklemming voorzien wordt op onze machine. Dit zorgt ervoor dat de kleinere platen niet verschuiven tijdens het nieten. Ook is dit een aanwinst voor de veiligheid. Dankzij de machine kan een onervaren persoon zonder problemen een even hoge productiesnelheid behalen, als een persoon die dit werk al jaren handmatig doet.

11.2. Frezen onder lage druk

11.2.1. Waarnemingen

Op het kenplaatje van de frees staat vermeld dat de werkdruk 6,5 bar is. Aangezien de overige componenten een werkdruk van Max 6 bar kunnen verwerken, moeten we acties ondernemen. We kunnen kiezen om een drukreducerventiel te plaatsen bij de componenten op lage druk. Een andere oplossing is om de frees onder zijn nominale werkdruk te laten functioneren.

Allereerst worden de hoeken afgerond van diverse houtsoorten, dit gebeurt onder nominale druk van 6,5 bar. Vervolgens wordt de frees aangesloten op lage druk van 6 bar. Ook nu worden dezelfde houtsoorten afgeschuind.

11.2.2. Resultaten

De afgeschuinde kanten worden met elkaar vergeleken, maar er waren nauwelijks verschillen merkbaar. Het geluid dat de frees produceerde is ook praktisch onveranderd. Dus de conclusie die we kunnen trekken is, dat de frees zonder problemen kan werken op een druk van 6 bar. Indien door langdurig gebruik toch storingen opduiken, zullen maatregelen worden ondernomen.

12. Risico analyse

Het risico bij deze machine is zeker niet te onderschatten. Het is overduidelijk dat een handfrees en een nietmachine op zich al gevaren inhouden. Het is niet de eerste keer dat iemand per ongeluk een niet afschiet, of dat iemand gewond raakt door een frees. Deze gevaren zijn van toepassing op onze machine. Daarenboven zijn de handfrees en nietmachine bevestigd op een bewegende geleider, zo ontstaan extra risico's.

12.1. FMEA

Via de formule $R = E \times F \times D$ (Risico = Ernst x frequentie x Detectie) kunnen we het risicoaandeel bepalen. Iedere eenheid wordt bepaald met een score op 10. Deze formule werd ingevuld door verschillende sleutelfiguren in dit project. Van alle verzamelde waardes zullen de gemiddelden worden genomen. Via deze weg zullen de verzamelde gegevens representatief zijn.

ERNST	HOE ERNST ZIJN DE GEVOLGEN
<1	Geen gevolgen voor patiënt en volgende processtappen
1 - 3	Geen gevolgen voor patiënt, licht ongemak mogelijk bij volgende processtappen
3 - 6	Beïnvloedt patiënt en/of volgende processtappen
7 - 8	Tijdelijke gevolgen voor patiënt
9	Blijvende gevolgen voor patiënt
10	Fatale gevolgen voor patiënt

FREQUENTIE	HOE VAAK DOET HET RISICO ZICH VOOR
<1	Nooit
2	Binnen onze instelling nooit
3 - 4	Zelden
5 - 7	Regelmatig
8	Vaak
9 - 10	(Bijna) altijd

DETECTIE	HOE WORDT EEN STORING OPGEMERKT
<1 - 2	Zeker vastgesteld
2 - 4	Waarschijnlijk vastgesteld
4 - 6	Redelijke kans op ontdekking
6 - 8	Lage kans op ontdekking
9	Waarschijnlijk onopgemerkt
10	Zeker onopgemerkt

In *Appendice 21 & Appendice 22* bevinden zich de formulieren die ingevuld zijn om het totaal risico te bepalen. Duidelijk is te zien dat de frequentie van het risico zeer hoog ligt. Hoewel er alles aan gedaan is het risico te elimineren, beperken en af te schermen, blijft het aandeel van de frequentie in de berekening aanzienlijk. Onbegrijpelijk is deze hoge waarde zeker niet, aangezien het risico zich praktisch altijd voordoet wanneer het toestel gebruikt wordt. In vergelijking met de frequentie, ligt de detectie dan weer zeer laag. Want wanneer er contact plaatsvindt met de frees of een afgeschoten niet, is het overduidelijk dat dit meteen gedetecteerd wordt. De ernst daarentegen is wisselend. Vooral doordat contact met een onder spanning staand deel van 24 VDC, veel minder ernstig is dan contact met de freeskop.

Uit de verzamelde gegevens hebben we volgende tabel kunnen opstellen:

OMSCHRIJVING	GEMIDDELD RISICO
NIETMACHINE	128
FREESMACHINE	47.4
GELEIDER	13.2
ELEKTRISCH & PNEUMATISCH	29.6
GEHOORSCHADE	81 (indien PBM's)

Als conclusie kunnen we trekken, dat PBM's noodzakelijk zijn. Vooral gehoorbescherming om gehoorschade tegen te gaan is een must. Om de risico's van de nietmachine te beperken zijn er sensoren voorzien en veiligheden ingebouwd. De freesmachine beschikt over een beschermkap, dus de risico's zijn hier al sterk teruggedrongen.

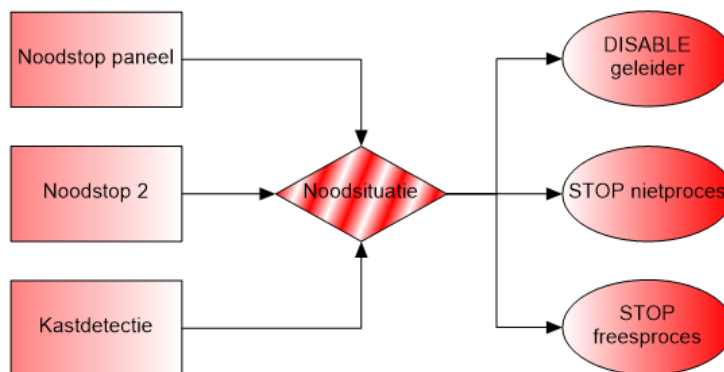
12.2. Veiligheidssysteem

De machine zal bediend worden door een operator. Deze persoon zal op enkele centimeters van de frees en nietbek werken. Dus een uitgedacht veiligheidssysteem is noodzakelijk. Zo zijn er 3 sensoren die dienst doen als plaatdetectie. Samen met 2 noodstoppen, een voetpedaal als “death man’s switch” en schakelaars kan de machine uit bedrijf worden genomen.

12.2.1. Noodstop

De noodstopprocedure van de machine is voorgeprogrammeerd in de PLC. Deze treedt in werking vanaf het moment dat een noodstop of de kastdetectie bediend wordt. De gebruikte nood- en veiligheidsschakelaars zorgen dus voor een **soft-stop** (= noodstop via PLC programma) van het systeem. Op deze wijze wordt een veilige toestand gecreëerd zodat de operator minimaal risico ondergaat.

Een “noodsignaal” naar de PLC zorgt ervoor dat het volgende gebeurt:



Figuur 81: noodprogramma

Om het systeem terug in werking te zetten, moet de opstartprocedure nauwgezet gevolgd worden. Graag verwijzen we naar de handleiding in *Appendice 41: Opstart handleiding*.

13. Conclusie

13.1. Aanhef

De essentie van het gehele project, is dat er op het einde van de stageperiode een volledig functionerend machine in de productiehal van K-Teg staat. Hierdoor dient de productiviteit van K-Teg verhoogd te worden. Als conclusie kunnen we dus snel trekken dat dit stageproject een groot succes is.

Het personeelsbestand is hetzelfde gebleven en toch is de productie van deze specifieke afdeling drastisch verhoogt. Op deze manier doet de opportuniteit zich voor dat de verantwoordelijke persoon voor deze afdeling tijd heeft om andere afdelingen extra te bemannen. Op deze wijze verhoogt de output van de volledige productielijn van K-Teg. Indien de verantwoordelijke voor de nietafdeling afwezig is, kan zijn afdeling zonder problemen worden overgenomen door iemand anders. Dit is een zeer groot pluspunt voor het totale bedrijf.

Zoals voorgaand vermeldt, heeft ook dit stageproject problemen ondervonden. Merendeels waren deze afkomstig door derden. Vooral de lange levertijden en slechte communicatie/feedback van externe bedrijven zorgde voor de grootste problemen. Door deze oponthouden diende de planning steeds aangepast te worden. Het was noodzakelijk dat we zeer dynamisch omgingen met de vele wijzigingen in de planning. De lange levertijden zorgde er wel voor dat zeer veel voorbereidend werk kon plaatsvinden. Op deze manier konden we voor alle onderdelen de bevestiging- en plaatsingswijze op voorhand vastleggen en klaarmaken.

Wat de stageplaats zelf betreft zijn we zeer tevreden. K-Teg is een bescheiden bedrijf dat naar onze mening meer bestaat uit vrienden, dan collega's. Het was een privilege dat we hier een deel van mochten uitmaken.

13.2. Opgedane ervaring

13.2.1. Werkervaring

Het is alom bekend dat studenten weinig tot geen werkervaring hebben. Als eerste kunnen we dus stellen dat de opgedane werkervaring een invloed zal hebben op onze komende loopbaan. Het is onnodig om deze ervaringen neer te schrijven, aangezien algemeen geweten is wat de praktische gebreken zijn van studenten in het bedrijfswezen.

13.2.2. Economisch

Gedurende de stageperiode werden ons efficiënte ontwerpmethoden bijgebracht. Deze zijn niet (voldoende) aan bod gekomen in de onderwijsinstelling. Dit gaat van eenvoudige zaken zoals het doordacht plooiën van onderdelen tot de nodige vorm, tot ingenieuze oplossingen voor problemen. Op deze wijze zijn we bekend geraakt met vloeiboringen, rijgklemmen, innovatief tekenen in AutoCAD enzovoort.

13.2.3. 3D-printen

Tijdens de stageperiode werd een 3D-printer aangekocht. Deze werd intensief gebruikt voor het project. Wij hebben de volledige stappen meegemaakt van aankoop naar installatie tot productie van de 3D-printer. Dit is een zeker niet te verwaarlozen ervaring in onze verdere carrière.

13.3. Verloop van het project

Het plan was dat in de eerste 2 weken alle onderdelen besteld zouden zijn. Op deze wijze was 2 weken levertermijn ingecalculleerd dankzij de paasvakantie. Hierdoor konden we meteen na de paasvakantie beginnen met het samenstellen van de onderdelen. Deze planning viel grotendeels in het water. Vooral dankzij de lange levertijden (soms tot 9 weken), maar ook slechte communicatie met de leveranciers speelde een negatieve rol. Mede dankzij deze trage reacties op onze aanvragen liep het project 4 weken vertraging op.

Gedurende de eerste 4 weken van de was er praktisch geen vooruitgang merkbaar, aangezien de onderdelen nog geleverd moesten worden. Gedurende deze tijd hadden we ons toegelegd op het theoretisch gedeelte. Er werden berekeningen uitgevoerd, voorbereidingen getroffen en vooral aan de scriptie – met nodige documentatie – gewerkt. Doordat de stage uitgevoerd werd door 2 studenten, werden de taken zo goed mogelijk verdeeld. Op deze manier verdiepte Rob zich in de Autocad tekeningen, terwijl Maarten de volledige scriptie voor zijn rekening nam.

Vanaf het moment dat de bestellingen geleverd werden, begon het praktische werk. Ook hier werden de taken verdeeld. Maarten is verantwoordelijk voor de bekabeling van de totale machine. Rob daarentegen is verantwoordelijk voor het gehele PLC programma. Deze taken werden opgesplitst, omdat het vrijwel onmogelijk is om met 2 man aan zulke zaken te werken. Vooral vanwege de uiteenlopende denkwijze van de stagiairs. Bepaalde delen deden we echter ook in team. Het plaatsen van de afzonderlijke onderdelen, het afstellen van de componenten en het oplossen van problemen werd steeds in groepsverband gedaan.

Uiteindelijk werpen onze inspanningen vruchten af. De machine is werkelijkheid geworden en kan zijn rol in het productieproces van K-Teg vervullen. Enkel het finetunen dient nog te gebeuren. Hoewel we geen tijd meer hebben om dit tijdens de stageperiode te doen, zullen we buiten de stage regelmatig langsgaan op K-Teg om de machine te perfectioneren. Aangezien de machine nu in bedrijf is, zal de feedback van de operator ons zeker helpen.

13.4. Gesignaleerde problemen

Uit de wekelijkse rapportage blijkt dat we redelijk wat problemen en ophouden hebben ondervonden. De kans dat een project wordt doorlopen zonder problemen te ondervinden is zeer miniem. Bij ons is dit niet anders. Doorheen het project hebben grote, maar ook allerlei kleine problemen gezorgd voor vertragingen. Zo deden kleine storingen zich vooral voor bij de PLC programmatie, de bekabeling, het afstellen van onderdelen, de veiligheid, etc.

Vooraf de slechte communicatie met leveranciers zorgde voor weken vertraging. Na intensief mailverkeer en nutteloos telefonisch contact zijn we zelfs van een bepaalde leverancier moeten veranderen. Uiteindelijk is het een goede zaak dat we overgeschakeld zijn van PEC naar IGUS. Hoewel we eerste behoedzaam waren, heeft Igus ons zeer uitbundig en goed bijgestaan doorheen het realisatieproces.

13.5. Gekozen oplossing

De kleine problemen werden meestal opgelost binnen een kleine tijdspanne. Om dit voor elkaar te krijgen, werden vele catalogussen en websites geraadpleegd. Samen met deze raadplegingen, werden talloze e-mails en nog meer telefoontjes gepleegd. Hoewel de meeste problemen op deze manier op te lossen waren, kregen we veel hulp van Beckhoff. Zo werd een afspraak gemaakt met Beckhoff, om ons de beginselen van de programmatie van de stappenmotor en -encoder uit te leggen.

Het persoonlijk contact is ook niet te verwaarlozen. Meerdere malen hebben we docenten van PXL geraadpleegd. Vooral i.v.m. de PLC programmatie heeft mr. Vanheusden ons goed geholpen en Mevr. Dierickx heeft uitbundige feedback geleverd i.v.m. de taalkundige problemen.

13.6. Eindbesluit

De opgedane ervaringen kunnen we evalueren op verschillende niveaus, maar telkens zou dezelfde conclusie terugkomen. Namelijk dat dit stageproject een succes is op alle vlakken. Educatief gezien hebben we zeer veel bijgeleerd en staan we een stuk verder dankzij de opgedane ervaringen. Maar ook vanuit het sociale perspectief zijn we erop vooruit gegaan. We hebben nieuwe mensen leren kennen en hebben veel kennis opgedaan vanuit het bedrijfsleven. Hiermee wordt vooral de hulpvaardigheid bedoeld van de bedrijven waar we in geval van nood beroep op konden doen.

Het project zelf is zeker ook tot een goed eind gebracht. Zoals hieronder te zien is in *Figuur 82 & Figuur 83*, wordt het hoofddoel zeker vervuld. Op het einde van de stageperiode, staat er effectief een werkende machine, die de productiviteit van K-Teg doet toenemen.



Figuur 82: Eindresultaat 1/2



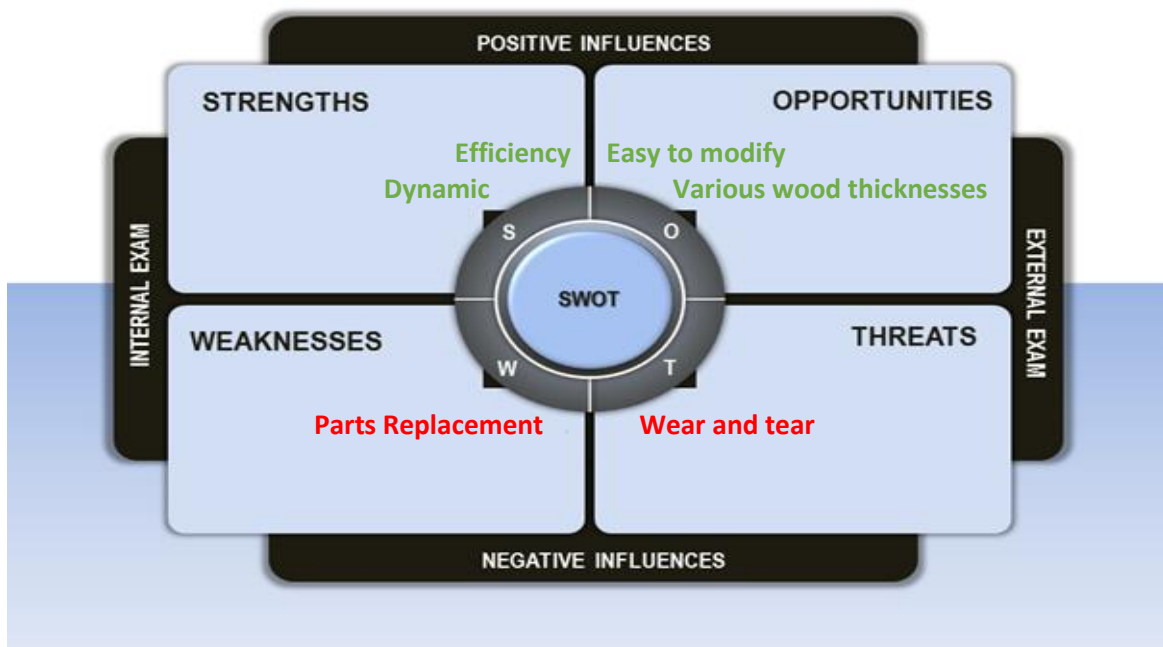
Figuur 83: Eindresultaat 2/2

13.7. SWOT

Zoals eerder vermeld, is hieronder de SWOT-analyse (**S**trengths, **W**eaknesses, **O**pportunities, **T**hreats) weergegeven in *Figuur 84: SWOT-analyse*.

De dynamische niet- en freesmachine is speciaal ontworpen om zeer uiteenlopende afmetingen te bewerken. Samen met de efficiënte opbouw, bediening en programmering zijn de meest sterke punten benoemd. Noemenswaardige pluspunten zijn ook nog de robuustheid en het kostenbesparende ontwerp.

Er zijn echter – zoals overal – negatieve aspecten. Deze zijn standaard bij alle machines, in het bijzonder als er bewegende delen aanwezig zijn. Zo zullen de loopvlakken van de lineaire geleider slijtage ondergaan. Deze zijn daarop berekend en zijn voorzien om te vervangen op korte tijd. De frees zelf zal vanzelfsprekend ook slijten. In het machineontwerp is erop gelet dat de frees vervangen kan worden door 4 bouten en daardoor 1 afschermplaat te verwijderen.



Figuur 84: SWOT-analyse [19]

iii. Appendices

I. Offerte Leveranciers

a. PEC



~~Heverlee~~, 12 mei 2014

K-TEG
T.a.v. Dhr. Panis Maarten
Borggravevijverstraat 23A
B-3500 HASSELT

Tel. 011/23.66.66
Fax. 011/23.66.67

Cc: Rob Janssens, Wim Jans

O/Ref: PO/200015840B/SNE

Betreft: ~~UW PRIJSAANVRAAG VOOR GELEIDING NIET EN FREESMACHINE~~

Geachte Heer Panis Maarten,

Naar aanleiding van uw recente prijsaanvraag hebben wij het genoegen U, volgens onze algemene verkoops- en betalingsvoorwaarden, volgende vrijblijvende prijsopgave te kunnen doen.

Gelieve deze in bijlage te willen vinden.

~~In de hoop u hiermede van dienst te zijn geweest, tekenen wij, met de meeste hoogachting,~~

Project Engineering and
Contracting Products **item**

Technologieleaan 12
B-3001 Leuven
(Researchpark Heersrode)
Belgium

Tel. : +32(0)10/39 03 39
Fax. : +32(0)10/39 03 09
e-mail: item@peccorp.com

BTW-BE-0462.041.003
RPR Leuven
IBAN BE90 3300 7076 0332
BIC BBRUBEBB

~~Gerrit Taverniers~~
Product Manager **item**

~~Stijn Neukermans~~
Sales Representative **item**

Appendice 1: Offerte PEC 1/3



O/Ref. : 200015840B/SNE
Pag. 2/3

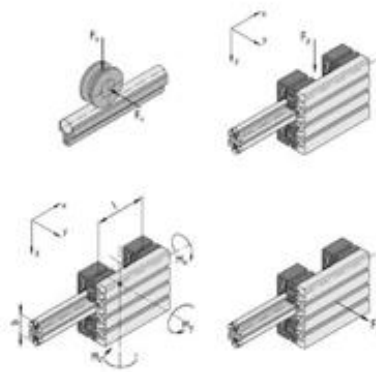
1 Geleiding niet-en freesmachine

Onze referentie: materiaal 110134.

Volgens uw tekening (Samenstelling) ontvangen op 19/04/2014

Voornaamste kenmerken:

- 1x Geleidingsprofielen L=1600mm
 - Profielen 8 - 80x40 zwaar
 - 2 x As D14 met ~~asklem~~ ~~profiel~~
- 1x Geleiding systeem 8D10:
 - Geleidingswagen LRF 8 D14 160x160
 - l = 80mm
 - b = 56mm



	5 D6 / 8 D6	8 D10	8 D14	8 D25
F_A	80 N	220 N	400 N	1300 N
F_H	200 N	650 N	1200 N	3800 N
F_Y	320 N	880 N	1600 N	5200 N
F_Z	400 N	1300 N	2400 N	7600 N
M_x	160 N · b	440 N · b	800 N · b	2600 N · b
M_y	200 N · l	650 N · l	1200 N · l	3800 N · l
M_z	160 N · l	440 N · l	800 N · l	2600 N · l

(Gelieve bovenstaande belastinggevallen te controleren!)

- Geen blokkering of eindaanslagen voorzien
- 2x Eindeloop contact 8 – 1 NO
- 2x tandriemkeerkast R25 T10

Netto prijs: 1.342,39 euro/stuk.

Deze prijs omvat:

- 3D-tekening ter goedkeuring
- Materiaal
- Bewerkingen

Project Engineering and
Contracting Products nv,

Technologielein 12
B-3001 Leuven
(Researchpark Heasrode)
Belgium

Tel. : +32(0)16/39 03 39
Fax. : +32(0)16/39 03 69
e-mail: lem@peccorp.com

BTW-BE-0462.041.903
RPR Leuven
IBAN BE90 3300 7076 0332
BIC BBRUBEBB

Appendice 2: Offerte PEC 2/3:



O/Ref. : 200015840B/SNE
Pag. 3/3

2 Algemene voorwaarden

- Exclusief : BTW
transport
administratiekosten (15,00 euro bij bestelling < 100,00 euro)
- Levering : af werkhuis Haasrode
- Leveringstermijn: Overeen te komen.
- Betaling : 30 dagen einde maand
Bij een bestelling groter dan 12.500 euro wordt er een voorschot van 30% gevraagd, met de afwijkende betalingscondities: meteen betaalbaar. De bestelling kan pas worden uitgevoerd, na ontvangst van het voorschot
- Geldigheid : 1 maand

Project Engineering and
Contracting Products n.v.

Technologielean 12
B-3001 Leuven
(Researchpark Haasrode)
Belgium

Tel. : +32(0)10/39 03 99
Fax. : +32(0)10/39 03 09
e-mail: tem@peccorp.com

BTW-BE-0402.041.903
RPR Leuven
IBAN BE00 3300 7076 0332
BIC BBRUBEBB

b. Igus (kabelrups)

Seite 1

igus GmbH

offerte

K-TEG bvba
Borggravevijversstraat 23a POB
3500 Hasselt

De heer Wim Jans

Tel 0032/11/23 66 66
Fax 0032/11/23 66 67

igus sprl

Kolonel Begaultlaan 75/002 • 3012 Wilsele

Geneviève Moermans
Tel -0475/44 37 89
Fax -016/31 44 39
GMoermans@igus.de
<http://www.igus.be>
HRB 27158, AG Köln, GF: Frank Blase

pagina: 1

datum: 5 Mai 2014

uw aanvraag: Prijsaanvraag per mail
igus offertenummer: K14050501.S.GM

Geachte heer Jans,

Hierbij dank ik u vriendelijk voor uw prijsaanvraag en heb ik het genoeg u volgende offerte te laten geworden :

voor rijweg 1.285 mm, middenvoeding:

Pos. 1 igus® kabelrups, art.nr. **1400.050.075.0** (E2/000)
L= 29 schakels = 965,7 mm

compleet met aansluitelementen pendelend met trekontlastingskam
art.nr. 15000.050.34PZB
en volgende inwendige verdeling elke 2. schakel

3 x tussenschotten, art.nr. 14011 gemonteerd

prijs per kabelrups: 31,46 €

Voor bestellingen kan u eenvoudig mailen naar bestellingen@igus.be of faxen naar **016/31 44 39**.

Prijzen:	Netto prijzen excl. BTW
Levertermijn:	uit voorraad
Levervoorwaarden:	af fabriek (8,40 € vrachtkosten)
Betalingsvoorwaarden:	30 dagen netto

igus E-KettenSysteme

Chainflex Leitungen

iglidur Gleitlager

Appendice 4: Offerte Igus (kabelrups) 1/2

Seite 2

igus GmbH

Verder gelden uitsluitend de algemene verkoops- en levervoorwaarden van igus GmbH Köln, laatste versie maart 2003.
Offerte geldig voor 3 maanden.



Kent u reeds onze chainflex-kabels? Geen minimumafnames en geen snijkosten. Meer dan 950 types uit voorraad leverbaar.

Vind online de juiste kabel voor uw applicatie en bereken de levensduur:
www.igus.be/kabelexpert en www.igus.be/cf-life

Met vriendelijke groet
igus sprl

Geneviève Moermans
Service commercial

igus E-KettenSysteme

Chainflex Leitungen

iglidur Gleitlager

Appendice 5: Offerte Igus (Kabelrups) 2/2

c. Iigus (geleidingssysteem)



igus bvba
Kolonel Begaultlaan 75/002
3012 Wilsele

www.igus.be

Tel. : +32-16-31 44 3120%20

Fax : +32-16-31 44 39

De heer Wim Jans
K-TEG bvba

Borggravevijversstraat 23a
3500 Hasselt
Tel.:0032/11/23 66 66
Fax:0032/11/23 66 67

Datum 05/05/2014

Klantnummer

Klantnaam

igus-contactpersoon Dirk Clement

Tel: -0032/1631 44 35

Fax: -0032/1631 44 39

E-Mail: DClement@igus.de

Offertenummer: G14050509.S.DC [Bitte geben Sie bei Bestellung die Angebotsnummer an!]

Geachte heer Jans,

Hierbij dank ik u vriendelijk voor uw prijsaanvraag en heb ik het genoegen u volgende offerte te laten geworden:

Artikel	Omschrijving	Aantal nodig	Prijs/stuk
ZLW-1040-02-S-200-L-1285	Drylin® ZLW 1040, lineair systeem met tandriem, wagentje 200mm, uitgang Links. 1285mm verplaatsing	1	€ 506,75
ZLW-1080-02-S-200-L-1285	Drylin® ZLW 1080, lineair systeem met tandriem, wagentje 200mm, uitgang Links. 1285mm verplaatsing	1	€ 564,38
MK-0111-BG-3	Motorkit NEMA23XL met encoder, montageflens, koppeling, bouten en 3 meter kabel	1	€ 451,64
MONT003000	Montage en functietest	1	€ 34,80
IK-0002-BG-3	Limietchakelaar en montage	2	€ 57,90

Offerte voorwaarden 3 maanden geldig

Levertijd: 1 week

Betalingsvoorwaarden: 30 dagen

Leveringsvoorwaarden: Gratis verzending

Met vriendelijke groeten,
igus België

Dirk Clement
Technical Sales Bearings

Appendice 6: Offerte Iigus (geleidingssysteem)

d. Beckhoff (PLC)

New Automation Technology

BECKHOFFBlanco
KTEG, Wim Jans3500 HASSELT
BELGIE

Offerte

Offerte	Klantnummer	Datum	BTW-nummer	Vervaldatum	Biz
2014000636	000848	3/04/2014		03/05/2014	1 / 3

Artikel	Omschrijving	Aantal	Einheitsprijs			Levering
CX9020-0112	<p>Referentie :</p> <p>Basic CPU module CX9020, TwinCAT 2 PLC run-time, TwinCAT 2 NC run-time DIN rail Industrial PC - 1 GHz ARM Cortex™-A8 processor (TC3: 30) - flash memory: 256 MB microSD card (exchangeable, expandable) - 1 GB DDR3-RAM (internal, not expandable) - 128 KB NOVRAM - 2 x RJ 45 Ethernet connection 10/100 Mbit (internal switch) - 4 x USB 2.0 interface - 1 x DVI-D interface - 2 x microSD card slot - internal battery-backed clock for time and date (battery exchangeable) - diagnostics LED: 1 x power, 1 x TC status, 1 x flash access, 2 x bus status - Operating system: Microsoft Windows Embedded Compact 7 - max. power loss: 5 W - protection class: IP 20 - operating/storage temperature: -25...+60 °C/-25...+85 °C - dimensions (W x H x D): 85 x 100 x 91 mm</p> <p>- 'T' = placeholder for the TwinCAT software level options: 0 = no TwinCAT software installed 1 = preequipped with TwinCAT 2 PLC licence 2 = preequipped with TwinCAT 2 NC licence</p> <p>Please refer to the following table listing for the order numbers of the various valid combinations.</p> <p>Order example: CX9020 with TwinCAT PLC licence, with a RS232 interface as extension Please order as follows: 1 x CX9020-0111 and 1 x CX9020-N030</p>	1	745,00			

ALGEMENE VERKOOPVOORWAARDEN

Onze facturen zijn betaalbaar binnen de 30 dagen na factuurdatum. Alle klachten dienen gegrond en behoorlijk opgegeven te worden en moeten binnen de 8 dagen na factuurdatum per aangetekend schrijven aan ons toegezonden worden. Bovendien zal elk vervallen bedrag dat niet betaald geworden is binnen de 8 dagen vermeerderd worden met een interest van 12% op jaarbasis vanaf de vervaldag zonder ingebrekestelling. Een schadevergoeding van 10% van het factuurbedrag met een minimum van 50 euro zal verschuldigd zijn.

Beckhoff Automation bvba / sprl
 Kempische steenweg 305, bus 202
 3500 Hasselt
 Belgium

Tel.: +32 (0) 11 24 08 00
 Fax: +32 (0) 11 24 08 01
 E-Mail: info@beckhoff.be
 www.beckhoff.be

Deutsche Bank 826-0004566-24
 BIC DEUTBE33
 IBAN BE81826000456624
 BTW BE 0882 912 707
 RPR Hasselt

Appendice 7: Offerte Beckhoff 1/3

New Automation Technology

BECKHOFFBlanco
KTEG, Wim Jans3500 HASSELT
BELGIE

Offerte

Offerte	Klantnummer	Datum	BTW-nummer	Vervaldatum	Blz
2014000636	000848	3/04/2014		03/05/2014	2 / 3

Artikel	Omschrijving	Aantal	Eenheidsprijs			Levering
	Referentie :					
	<i>Intrastat code : 84719000 Country of origin : DE</i>					
EL1008	8-channel digital input terminal 24 V DC, filter 3.0 ms, 1-wire system	2	35,00			
	<i>Intrastat code : 83369010 Country of origin : DE</i>					
EL2008	8-channel digital output terminal 24 V DC, 0.5 A, 1-wire system	2	38,50			
	<i>Intrastat code : 83369010 Country of origin : DE</i>					
EL7041-1000	E-BUS "Stepper motor terminal with incremental encoder, 50 VDC, 5 A, 2 phases 2 digital inputs 24 VDC 4 digital inputs for an incremental encoder"	1	245,00			
EL9011	Bus end cap	1	2,80			
	<i>Intrastat code : 83369010 Country of origin : DE</i>					
81.000.6130.0	Power supply 24VDC 5A	1	80,20			
81.000.6134.0	Power Supply 48VDC 5A	1	118,02			

BTW %	0	6	12	21		
Bedrag				1.264,52	Subtotaal	1.264,52 €
BTW				265,55	Totaal BTW	265,55 €
					Totaal te betalen	1.530,07 €

ALGEMENE VERKOOPVOORWAARDEN

Onze facturen zijn betaalbaar binnen de 30 dagen na factuurdatum. Alle klachten dienen gegrond en behoorlijk opgegeven te worden en moeten binnen de 8 dagen na factuurdatum per aangetekend schrijven aan ons toegezonden worden. Bovendien zal elk vervallen bedrag dat niet betaald geworden is binnen de 8 dagen vermeerderd worden met een interest van 12% op jaarbasis vanaf de vervaldag zonder ingebrekestelling. Een schadevergoeding van 10% van het factuurbedrag met een minimum van 50 euro zal verschuldigd zijn.

Beckhoff Automation bvba / sprl
Kempische steenweg 305, bus 202
3500 hasselt
Belgium

Tel.: +32 (0) 11 24 08 00
Fax: +32 (0) 11 24 08 01
E-Mail: info@beckhoff.be
www.beckhoff.be

Deutsche Bank 826-0004566-24
BIC DEUTBE33
IBAN BE81826000456624
BTW BE 0882 912 707
RPR Hasselt

Appendice 8: Offerte Beckhoff 2/3

Algemene verkoopvoorwaarden

1. Toepasselijkheid en afwijkingen.

Deze algemene verkoopvoorwaarden gelden voor alle aan ons overgemaakte orders. De klant wordt geacht ze te aanvaarden door het enkele feit van zijn bestelling. Afwijkingen van deze verkoopvoorwaarden, zelfs indien vermeld op documenten uitgaande van de klant, zijn alleen dan aan ons tegenstelbaar wanneer zij door ons schriftelijk werden bevestigd. Zelfs dan blijven voor al de overige punten deze algemene verkoopvoorwaarden van kracht.

2. Offerte en orderbevestiging.

Tenzij schriftelijk anders is vermeld, gelden onze offertes slechts ten titel van inlichting. Onze onderneming is alleen gebonden na onze bevestiging van de bestelling van de klant. De bestellingen worden uitgevoerd zonder garantie van levering op vaste datum: de leveringsdata worden aan de koper meegedeeld als aanwijzing en kunnen voor hem geen recht meebrengen om de koop te verbreken, noch om schadevergoeding te eisen. Elke bestelling is slechts definitief ten opzichte van de verkoper zodra ze door hem bevestigd is.

3. Leveringstermijn.

Tenzij schriftelijk anders overeengekomen is er geen bindende leveringstermijn. De verkoper is geenszins aansprakelijk voor de overschrijding ervan. Bij overschrijding is de verkoper geen enkele vergoeding verschuldigd en heeft de koper niet het recht de overeenkomst te annuleren of het in ontvangst nemen te weigeren. Wanneer de goederen na het verstrijken van de leveringstijd door de koper niet afgenomen zijn, staan ze ter zijner beschikking opgeslagen.

4. Transport en risico's.

Behoudens andersluidende overeenkomst geschiedt de levering in het bedrijf van de verkoper. De goederen reizen op risico en kosten van de koper. Franco levering geschiedt alleen indien dit door de verkoper op de factuur of anderszins wordt aangegeven.

5. Garantie en klachten.

De goederen worden verstuurd op risico van de koper. De koper is verplicht de geleverde goederen onmiddellijk bij het in ontvangst nemen of ter beschikking stellen op eventuele tekorten of beschadigingen te controleren. Klachten die niet binnen de 8 dagen na ontvangst der goederen zijn ingediend, zijn laattijdig en zijn niet meer ontvankelijk. In geval van beschadiging of vermoedelijk verlies der goederen, moet de bestemming de schade aan het aankomststation bekend maken en door deze doen vaststellen. Wij zijn nooit aansprakelijk voor bedrijfs-en/of andere schade, of persoonlijke ongevallen, veroorzaakt door gebruik van de door ons geleverde producten, ook al is deze schade ontstaan door fabricage-of materiaalfouten of door verkeerde montage.

6. Prijzen.

Onze prijzen zijn netto, gebaseerd op de huidige koers van de Euro en kunnen aangepast worden bij de facturatie van de goederen.

7. Eigendomsvoorbehoud.

Alle door de verkoper geleverde goederen blijven diens eigendom tot op het ogenblik van volledige betaling der koopprijs.

8. Betalingen.

Onze facturen zijn betaalbaar binnen de 30 dagen na factuurdatum. Alle klachten dienen gegrond en behoorlijk opgegeven te worden en moeten binnen de 8 dagen na factuurdatum per aangetekend schrijven aan ons toegezonden worden.

9. Wanbetalingen.

Bovendien zal elk vervallen bedrag dat niet betaald geworden is binnen de 8 dagen vermeerderd worden met een intrest van 12% op jaarbasis vanaf de vervaldag zonder ingebrekestelling. Een schadevergoeding van 10% van het factuurbedrag met een minimum van 50 euro zal verschuldigd zijn.

10. Bevoegdheid.

Alle geschillen, waartoe de onderhavige overeenkomst aanleiding zou geven, zullen uitsluitend behoren tot de bevoegdheid van de Rechtbanken van Hasselt.

e. Certis/BeA (nietmachine)



K-TEG
T.a.v. de heer Wim Jans
BORGGRAVEVIJVERSTRAAT 23A
3500 HASSELT

onze ref.
O/HC/ADC/ADC29 475-1/

uw ref.

datum
1/04/2014

Geachte heer,

Wij danken u voor uw aanvraag en bieden u hierbij volgende Bea-inbouwapparatuur aan:

1. Inbouwapparaat BeA 235-K90/25 L2E

Aantal apparaten	: 1 stuks
BeA-artikelnnummer	: 27.235.9025.01
Neuslengte	: 25 mm
Type niet	: K90 - pootlengte: max.25 mm
Magazijn capaciteit	: 3 staven +/- 300 nieten
Type magazijn	: lang magazijn
Bijlaadopening	: achteraan
Bevestigingswijze	: standaard via doorboringen in de behuizing
Schietimpuls	: 24 V DC incl. kabel 5 m

Toebehoren:

Magazijnbewaking incl. kabel 5 m

Totaalprijs/apparaat: € 1.948,-



235 reeks - lang magazijn

Certis Benelux nv: Antwerpsesteenweg 859 • 9041 Gent-Oostakker • TEL: +32 (0)9 355 02 42 • FAX: +32 (0)9 355 04 77
info@certis.be • www.certis.be • BTW/TVA BE 0418 841 545 • RPR Gent

Certis Packaging bv: Postbus 457 • 5400 AL Uden • Oostwijk 14 • 5406 XT Uden • TEL: +31 (0)413 27 10 61 • FAX: +31 (0)413 26 59 21
info@certis.nl • www.certis.nl • BTW NL8202.18.893.801 • K.v.K. nr. 17238253



2. Aandruksledes – 239-serie

Karakteristieken:

Beschrijving	<i>BeA-Aandrukslede serie 239</i>		<i>BeA-Aandrukslede serie 269</i>
BeA-Artikelnummer	20.239.3200.0	20.239.3220.0	20.269.3200.0
Slaglengte (mm)	50	100	50
persluchtaansluiting	NW4		NW6
Werkdruk (bar)	4-8		
Duwkracht (N bij 6 bar)	290		475
Trekkkracht (N bij 6 bar)	240		410
Komponenten	Vlakke Festo cilinder / Snelheidregelventiel SMC		
Gewicht (kg)	1.96		3.48



Prijs voor de 239-serie: € 563/stuk

Alle prijzen gelden netto exclusief btw.

Leveringstermijn: te bespreken

Leveringsvoorwaarden: franco



Nagelen & nieten



Lijmen



Compressoren



Omsnoeren



Foliewikkelen

2

Appendice 11: Offerte Certis 2/3



Betalingsvoorwaarden:

Daar deze apparaten op maat gemaakt en specifiek toegewezen worden aan elk project gelden volgende betalingsvoorwaarden:

- 1/3 bij bestelling
- 2/3 30 dagen einde maand levering

Deze offerte is 3 maanden geldig volgens de montage-, garantie- en servicevoorwaarden van Certis Benelux.

Wij blijven voor alle verdere inlichtingen graag tot uw beschikking.

Met vriendelijke groet,

CERTIS Benelux nv
Herman Callaert (0498/93 61 10)
Verantwoordelijke Automatisering

Deze offerte wordt opgevolgd door Paul Borgmans (0498/93 61 05)



Nagelen & nieten



Lijmen



Compressoren



Omsnoeren



Foliewikkelen

3

f. RS components



RS Components
Stephanie Square Centre
Louvain 65, box 11
1050 Brussel
Belgie

E: customerservice@rs-online.be
T: 070 30 07 70 (+31 4604 0000)
F: 070 30 07 80
www.rs-online.be

VRACHTBRIEF

Ship To number	12488489
Delivery number	1089022846
Orderdatum	05.05.2014
Verzenddatum	05.05.2014
Pagina	1 van 1
Pakket	1 van 1

K-teg bvba
W. Jans
Borggraveviersstraat 23 A
3500 HASSELT
BELGIEN

Uw orderreferentie 124934646
RS Orderreferentie 124934646
Contact W. Jans
Contact Number 73094837
Telefoon 01 1236666

Positie	Artikelnummer	Omschrijving	Besteld Aantal	Verkoop Eenheid	Geleverd in veelvoud van	Aantal Levering
20	7537994	Compact silencer Resin R1/8 MPN: AN10-01	4	STU		4
30	3886784	G1/8 3/2 NC solenoid/spring valve,24Vdc MPN: SYJ712-SLOU-01F-Q	2	STU		2
40	2345743	L type connector plug for valve,3m lead MPN: SY100-68-A-30	4	STU		4
50	7715437	Male Elbow 8mm to 1/8 Uni Thread MPN: KQ2L08-U01A	15	STU	5	15
70	7440767	Polyurethane Tube,8mm dia,20m, Silver MPN: TU0805S1-20	1	STU		1

Uw bestelling kan door meerdere vervoerders in verschillende leveringen bezorgd worden.

Wilt u goederen terugzenden, ga naar "Mijn account" op RS Online, vervolgens naar "Bestellingen" en klik op "Retour aanvragen". U ontvangt dan direct een retournummer. Zonder dit nummer worden retouren niet geaccepteerd.

Klanten die deze goederen willen exporteren zijn ervoor verantwoordelijk dat zij alle geldende export voorschriften in acht nemen en zorgdragen voor de aanvraag van mogelijk noodzakelijke vergunningen.

Statement of conformity:
The supplies detailed above conform to the published specifications and have been processed in accordance with our ISO 9001 registration. Signed Quality Manager
Bank: ING 310-1610430-25. Swift: BBRU1333 IBAN: BE70310161043025 HR Brussel 637.337 BTW: 0467 850 695



RS Components
Stephanie Square Centre
Louizalaan 65, box 11
1050 Brussel
België
E: customerservice@rsonline.be
T: 070 30 07 70 (+/-15 cent/m)
F: 070 30 07 80
www.rsonline.be

VRACHTBRIEF

Ship To number	12488489
Delivery number	1089474616
Orderdatum	19.05.2014
Verzenddatum	19.05.2014
Pagina	1 van 1
Pakket	1 van 1

K-teg bvba
W. Jans
Borggraveviersstraat 23 A
3500 HASSELT
BELGIEN

Uw orderreferentie 125096551
RS Orderreferentie 125096551
Contact W. Jans
Contact Number 73094837
Telefoon 01 1236666

Positie	Artikelnummer	Omschrijving	Besteld Aantal	Verkoop Eenheid	Aantal Levering
10	523115	ZnPt steel wide type caged nut,M5	1	ZAK van 50	1
20	3886879	G1/8 5/2 solenoid/solenoid valve,24Vdc MPN: SYJ7220-SLOU-01F-Q	1	STU	1
40	7637602	2491B 1.0mm red LSHF equipment wire	1	RL van 100	1
50	7637595	2491B 1.0mm black LSHF equipment wire	1	RL van 100	1

Uw bestelling kan door meerdere vervoerders in verschillende leveringen bezorgd worden.

Wilt u goederen terugzenden, ga naar 'Mijn account' op RS Online, vervolgens naar 'Bestellingen' en klik op 'Retour aanvragen'. U ontvangt dan direct een retournummer. Zonder dit nummer worden retouren niet geaccepteerd.

Klanten die deze goederen willen exporteren zijn ervoor verantwoordelijk dat zij alle geldende export voorschriften in acht nemen en zorgdragen voor de aanvraag van mogelijk noodzakelijke vergunningen.

Statement of conformity:

The supplies detailed above conform to the published specifications and have been processed in accordance with our ISO 9001 registration. Signed Quality Manager
Bank: ING 310-1610430-25 Swift: BBRUBEBB010 IBAN: BE70310161043025 HR Brussel 637.337 BTW: 0467 850 695



RS Components
 Stephanie Square Centre
 Louizalaan 65, box 11
 1050 Brussel
 België
 E: customerservice@rsonline.be
 T: 070 30 07 70 (+/-15 cent/m)
 F: 070 30 07 80
 www.rsonline.be

VRACHTBRIEF

Ship To number	12488489
Delivery number	1089386118
Orderdatum	15.05.2014
Verzenddatum	15.05.2014
Pagina	1 van 1
Pakket	1 van 1

K-teg bvba
 W. Jans
 Borggravevijversstraat 23 A
 3500 HASSELT
 BELGIEN

Uw orderreferentie 125065058
 RS Orderreferentie 125065058
 Contact W. Jans
 Contact Number 73094837
 Telefoon 01 1236666

Positie	Artikelnummer	Omschrijving	Besteld Aantal	Verkoop Eenheid	Aantal Levering
10	5173428	Enclosure, high temperature 250x250x101	1	STU	1
20	332199	1 pole hand off auto cam switch,20A le MPN: T0-1-15431/E+EZ-P1/SOND	1	STU	1
30	663932	Light duty snap-off knife,18mm blade MPN: 0-10-151	1	STU	1

Uw bestelling kan door meerdere vervoerders in verschillende leveringen bezorgd worden.

Wilt u goederen terugzenden, ga naar 'Mijn account' op RS Online, vervolgens naar 'Bestellingen' en klik op 'Retour aanvragen'. U ontvangt dan direct een retournummer. Zonder dit nummer worden retouren niet geaccepteerd.

Klanten die deze goederen willen exporteren zijn ervoor verantwoordelijk dat zij alle geldende export voorschriften in acht nemen en zorgdragen voor de aanvraag van mogelijk noodzakelijke vergunningen.

Statement of conformity:

The supplies detailed above conform to the published specifications and have been processed in accordance with our ISO 9001 registration. Signed Quality Manager
 Bank: ING 310-1610430-25 Swift: BBRUBEB010 IBAN: BE70310161043025 HR Brussel 637.337 BTW: 0467 850 695

Appendice 15: Vrachtbrief RS components 3/3

g. Eriks-Baudoin

ERIKS+BAUDOIN

ERIKS NV

Jans
Wim
Borggravevijversstraat 23A
3500 Hasselt

Genk
Hasseltweg 308, 3600 Genk, België
Telefoon +32-89 32 27 27
Fax +32-89 36 31 83
www.eriksbaudoin.be

PAKBON

Pakbonnummer	91513093	Ordernummer	5863070
Datum	09.05.2014	Verzendplaats	Expeditie Mol
Klantnummer	1701615	Verzendwijze	DHL - Special Services
Contactpersoon	Technical Productgroup	Uw inkoper	Wim Jans
Telefoon	003214336260	Uw bestelnummer	Stageproject 104135
		Uw orderdatum	08.05.2014

Attentie

ERIKS heeft de grootst mogelijke zorg aan de verwerking van uw order(s) besteed. Indien, desondanks, de inhoud van deze zending niet volledig aan uw verwachtingen voldoet, verzoecken wij u hierover contact op te nemen met onze verkoopafdeling. Mochten wij overeenkomen dat u artikelen (gedeeltelijk) aan ons zult retourneren, ontvangt u daarvan eerst schriftelijk een bevestiging met daarbij vermeld een retournummer. Een snelle logistieke en administratieve verwerking van uw retourzending kan slechts worden gegarandeerd indien dit retournummer duidelijk op de verpakking staat vermeld.

Pos.	Artikelnummer	Omschrijving	Besteld	Reeds geleverd	Deze levering
10	23457626	Uw pos 6 Uw artikelnummer Festo lr-1/4-d-mini Merk: FESTO Catalogusnr: 159625	1 ST	0 ST	1 ST
20	23456071	Uw pos 7 Uw artikelnummer Festo qsm-m5-6 Merk: FESTO Catalogusnr: 153306	2 ST	0 ST	2 ST
30	23620681	Uw pos 10 Uw artikelnummer Orion adapter 48501 1/4m Catalogusnr: 48501	5 ST	0 ST	5 ST
40	23620690	Uw pos 11 Uw artikelnummer Orion adapter 48521 8mm Catalogusnr: 48521	5 ST	0 ST	5 ST
50	23620673	Uw pos 12 Uw artikelnummer Orion snelkoppeling 44516 1/4 Catalogusnr: 44516	5 ST	0 ST	5 ST

Deze levering betreft een deellevering. De overige door u bestelde artikelen worden zo spoedig mogelijk nageleverd.

Verpakking

Vrijstelling van echtverklaring nr. 958 van 19/4/85. Goederen geleverd volgens onze algemene verkoopvoorwaarden.

BTW BE: 0402.956.608
RPR Antwerpen

Bank BNP Paribas Fortis 220-0503810-28
Bic: GEBABEBB
IBAN: BE37220030381028

verkoopvoorwaarden z.o.z.

blad 1

Appendice 16: Eriks-Baudoin 1/3

ERIKS + BAUDOIN**ERIKS NV**

Jans
Wim
Borggravevijversstraat 23A
3500 Hasselt

Genk
Hasseltweg 308, 3600 Genk, België
Telefoon +32-89 32 27 27
Fax +32-89 36 31 83
www.eriksbaudoin.be

PAKBON

<i>Pakbonnummer</i>	91541021	<i>Ordernummer</i>	5863070
<i>Datum</i>	20.05.2014	<i>Verzendplaats</i>	Expeditie Mol
<i>Klantnummer</i>	1701615	<i>Verzendwijze</i>	DHL - Special Services
<i>Contactpersoon</i>	Technical Productgroup	<i>Uw inkoper</i>	Wim Jans
<i>Telefoon</i>	003214336260	<i>Uw bestelnummer</i>	Stageproject 104135
		<i>Uw orderdatum</i>	08.05.2014

Attentie

ERIKS heeft de grootst mogelijke zorg aan de verwerking van uw order(s) besteed. Indien, desondanks, de inhoud van deze zending niet volledig aan uw verwachtingen voldoet, verzoeken wij u hierover contact op te nemen met onze verkoopafdeling. Mochten wij overeenkomen dat u artikelen (gedeeltelijk) aan ons zult retourneren, ontvangt u daarvan eerst schriftelijk een bevestiging met daarbij vermeld een retournummer. Een snelle logistieke en administratieve verwerking van uw retourzending kan slechts worden gegarandeerd indien dit retournummer duidelijk op de verpakking staat vermeld. De met een "" gemarkeerde posities zijn geen voorraad artikelen en kunnen niet retour genomen worden.*

Pos.	Artikelnummer	Omschrijving	Besteld	Reeds geleverd	Deze levering
10	# 23476856	Uw pos 1 Uw artikelnummer Festo adn-25-20-a-p-a Merk: FESTO Catalogusnr: 536254	1 ST	0 ST	1 ST
20	# 23458326	Uw pos 2 Uw artikelnummer Festo cribn-20/25 Merk: FESTO Catalogusnr: 161863	1 ST	0 ST	1 ST
30	# 23454947	Uw pos 3 Uw artikelnummer Festo crsg -m 8-s9 Merk: FESTO Catalogusnr: 13568	1 ST	0 ST	1 ST
40	# 23466937	Uw pos 4 Uw artikelnummer Festo grla-m5-qs-6-rs-d flow c Merk: FESTO Catalogusnr: 197578	2 ST	0 ST	2 ST
50	# 23470676	Uw pos 5 Uw artikelnummer Festo Inzg- 40/ 50 Merk: FESTO Catalogusnr: 32960	1 ST	0 ST	1 ST
60	# 23477494	Uw pos 8 Uw artikelnummer Festo sncl-25 Merk: FESTO Catalogusnr: 537793	1 ST	0 ST	1 ST

Vrijstelling van echtheidsverklaring nr. 958 van 19/4/85. Goederen geleverd volgens onze algemene verkoopvoorwaarden.

BTW BE 0402.956.608
RPR Antwerpen

Bank BNP Paribas Fortis 220-0503810-28
Bic: GEBABEBB
IBAN: BE37220050381028

verkoopvoorwaarden z.o.z.

blad 1

Appendice 17: Eriks-Baudoin 2/3

ERIKS + BAUDOIN**ERIKS NV****PAKBON**

Pakbonnummer **91541021**
 Datum 20.05.2014
 Uw klantnummer 1701615
 Uw bestelnummer Stageproject 104135

Genk
 Hasseltweg 308, 3600 Genk, België
 Telefoon +32-89 32 27 27
 Fax +32-89 36 31 83
 www.eriksbaudoin.be

Pos.	Artikelnummer	Omschrijving	Besteld	Reeds geleverd	Deze levering
70	# 23460885	Uw pos 9 Uw artikelnummer Festo zncf-50 Merk: FESTO Catalogusnr: 174413	1 ST	0 ST	1 ST
80	# 12264039	Uw pos 13 Uw artikelnummer sensor SME-10M-ZS-24V-E-2,5-L-OE 551369 Merk: FESTO Catalogusnr: 551369	2 ST	0 ST	2 ST

Verpakking
 Aantal colli : 1
 Gewicht : 2 KG

Vrijstelling van echtfactuur nr. 958 van 19/4/85. Goederen geleverd volgens onze algemene verkoopvoorwaarden.

BTW BE 0402.956.608
 RPR Antwerpen

Bank BNP Paribas Fortis 220-0503810-28
 Bic: GEBABEBB
 IBAN: BE37220050381028

verkoopvoorwaarden z.o.z.

blad 2

Appendice 18: Eriks-Baudoin 3/3

h. Multiprox

MULTIPROXIndustrial
Automation**K-TEG BVBA****Borggravevijversstraat 23A
3500 HASSELT**

Facturiatieadres

K-TEG BVBA

Borggravevijversstraat 23A
3500 HASSELT**Leveringsnota**

BTW Nummer		Ordernummer	Klantnummer	Munt	Datum
BE 0454.860.516	3 116682	366842 99 09-05-2014	484650	EUR	20-05-2014

Uw orderreferentie Mail Mr Wim Jans 08.05.2013

Idennummer	Artikelomschrijving	Aantal
Banner opto diffuus		
13072111	Q12AB6FF30Q	3
Turck Connectoren		
16625503	RKC4.4T-2/TXL	1
16625516	WKC4.4T-5/TXL	2

bv mailen : wim@k-teg.comMULTIPROX N.V.
Lion d'Orweg 12
B-9300 AALSTT +32 53 766 566
F +32 53 78 39 77mail@multiprox.be
www.multiprox.beBTW BE 0416.598.370
RPR DENDERMONDEBNP PARIBAS FORTIS 293-0513560-97
IBAN BE54 2930 5135 6097
BIC/SWIFT GEBABEBB

MULTIPROXIndustrial
Automation**K-TEG BVBA****Borggraveijversstraat 23A
3500 HASSELT**

Facturiatieadres

K-TEG BVBA

Borggraveijversstraat 23A
3500 HASSELT**Leveringsnota**

BTW Nummer		Ordernummer	Klantnummer	Munt	Datum
BE 0454.860.516	3 116750	367302 99 22-05-2014	484650	EUR	22-05-2014

Uw orderreferentie: Mr Wim Jans - nalevering

Identnummer	Artikelomschrijving	Aantal
Turck Connectoren		
16625553	PKG4M-2/TXL	1
16625560	PKW4M-5/TXL	2

MULTIPROX N.V.
Lion d'Orweg 12
B-9300 AALSTT +32 53 766 566
F +32 53 78 39 77mail@multiprox.be
www.multiprox.beBTW BE 0416.598.370
RPR DENDERMONDEBNP PARIBAS FORTIS 293-0513560-97
IBAN BE54 2930 5135 6097
BIC/SWIFT GEBABEBB

Appendice 20: Leveringsnota 2/2

II. FMEA

a. *Risicoanalyse formulier*

Nietmachine

Vraag:

Wat vindt u dat het risico inhoud van het nietmachine. Dit heeft betrekking op het per ongeluk afschieten of verkeerd plaatsen van een niet. Zowel qua technische als menselijke fouten.

Functie	Naam	Ernst	Frequentie	Detectie	Risico
Stagiair	Maarten Panis	8	10	3	240
Stagiair	Rob Janssen	7	10	4	280
Stage promotor	Wim Jans	6	3	2	36
leiding K-teg	Joerie swennen	7	4	1	28
Personeel		7	4	2	56
<i>Totale gemiddelde risico</i>					128

Freesmachine

Vraag:

Wat vindt u dat het risico inhoud van het freesmachine. Dit heeft betrekking op het in contact komen met de freeskop. Zowel qua technische als menselijke fouten.

Functie	Naam	Ernst	Frequentie	Detectie	Risico
Stagiair	Maarten Panis	8	10	1	80
Stagiair	Rob Janssen	8	10	1	80
Stage promotor	Wim Jans	7	3	1	21
leiding K-teg	Joerie swennen	8	3	1	24
Personeel		8	4	1	32
<i>Totale gemiddelde risico</i>					47.4

Geleider

Vraag:

Wat vindt u dat het risico inhoud van de lineaire geleider. Dit heeft betrekking op het in contact komen met de bewegende delen. Zowel qua technische als menselijke fouten.

Functie	Naam	Ernst	Frequentie	Detectie	Risico
Stagiair	Maarten Panis	5	4	1	20
Stagiair	Rob Janssen	4	4	1	16
Stage promotor	Wim Jans	4	3	1	12
leiding K-teg	Joerie swennen	3	3	1	9
Personeel		3	3	1	9
<i>Totale gemiddelde risico</i>					13.2

b.

Elektrisch en pneumatisch**Vraag:**

Wat vindt u dat het risico inhoud van het totale machine qua elektrische en pneumatische gevaren. Dit heeft betrekking op het in contact komen met onder spanning staande delen en de gevaren door perslucht. Dit omvat ook hinder van leidingen. Zowel qua technische als menselijke fouten.

Functie	Naam	Ernst	Frequentie	Detectie	Risico
Stagiair	Maarten Panis	3	7	2	44
Stagiair	Rob Janssen	3	5	2	30
Stage promotor	Wim Jans	2	3	3	18
leiding K-teg	Joerie swennen	2	4	4	32
Personeel		2	3	4	24
Totale gemiddelde risico					29.6

Geluidshinder**Vraag:**

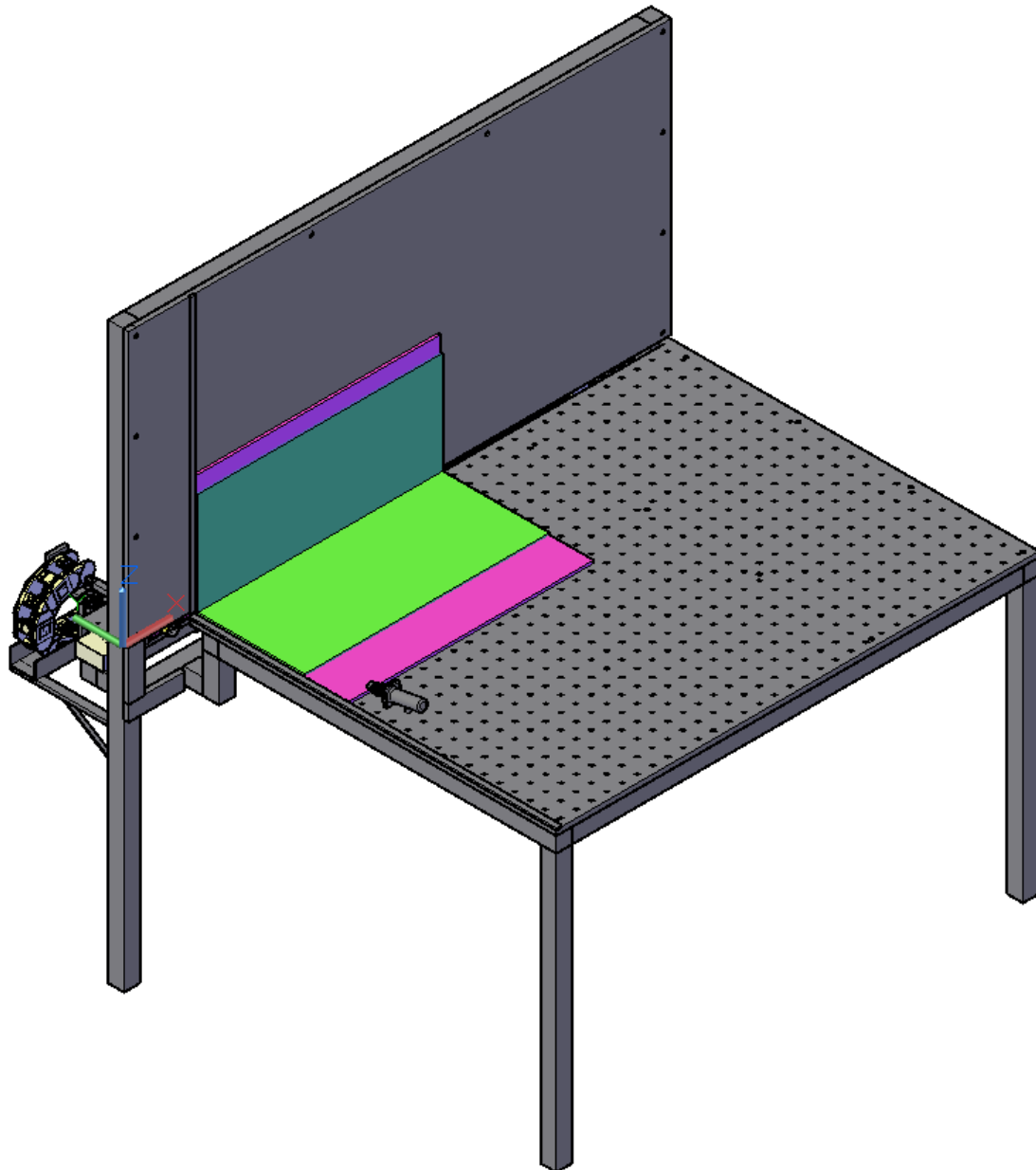
Wat vindt u dat het risico inhoud qua gehoorschade. Dit heeft betrekking op het geluidsniveau geproduceerd door het in bedrijf zijn van het machine. Zowel qua technische als menselijke fouten.

Functie	Naam	Ernst	Frequentie	Detectie	Risico
Stagiair	Maarten Panis	9	10	1	90
Stagiair	Rob Janssen	9	9	1	81
Stage promotor	Wim Jans	9	9	1	81
leiding K-teg	Joerie swennen	8	9	1	72
Personeel		9	9	1	81
Totale gemiddelde risico					81

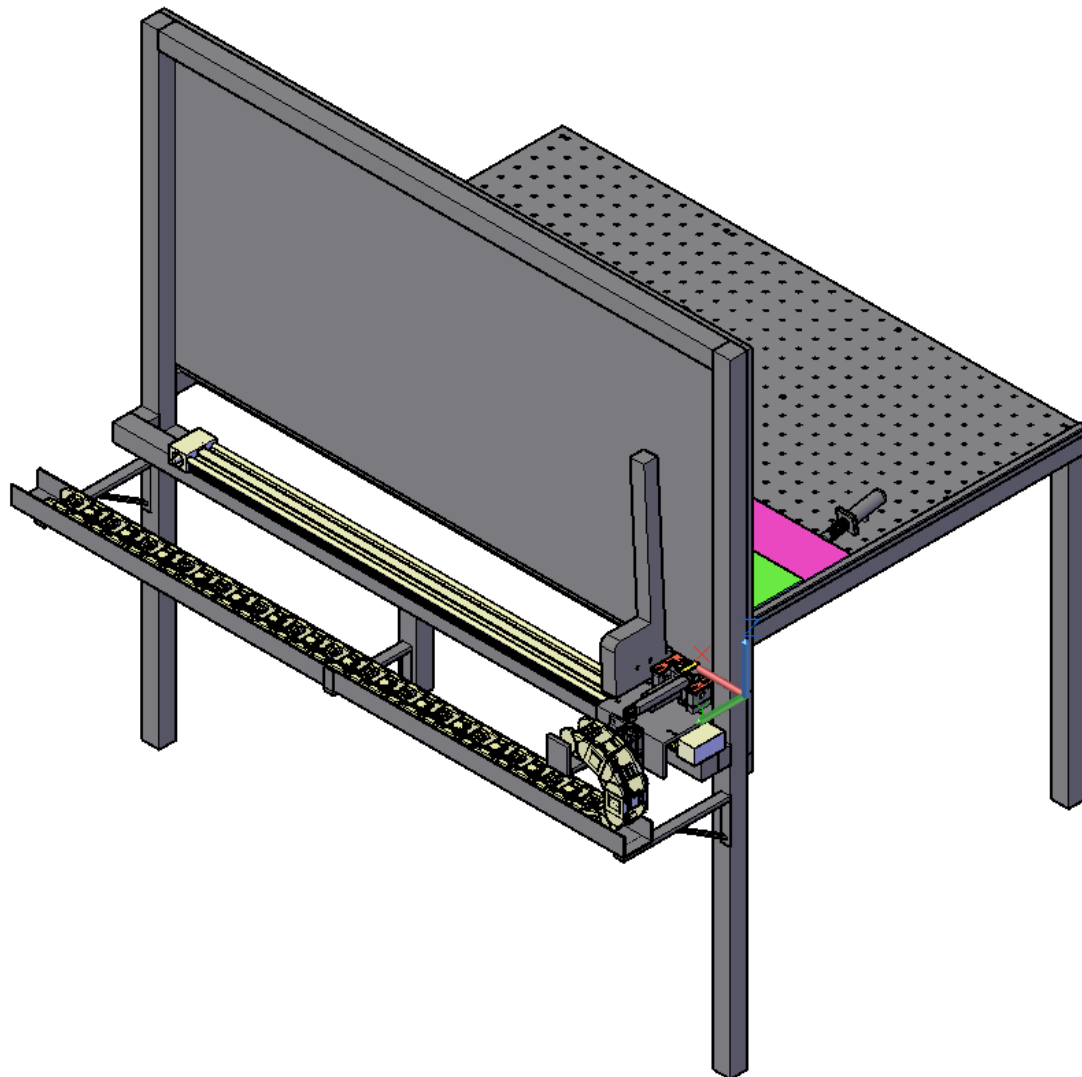
Appendice 22: FMEA formulier 2/2

III. AutoCAD

a. Samenstelling

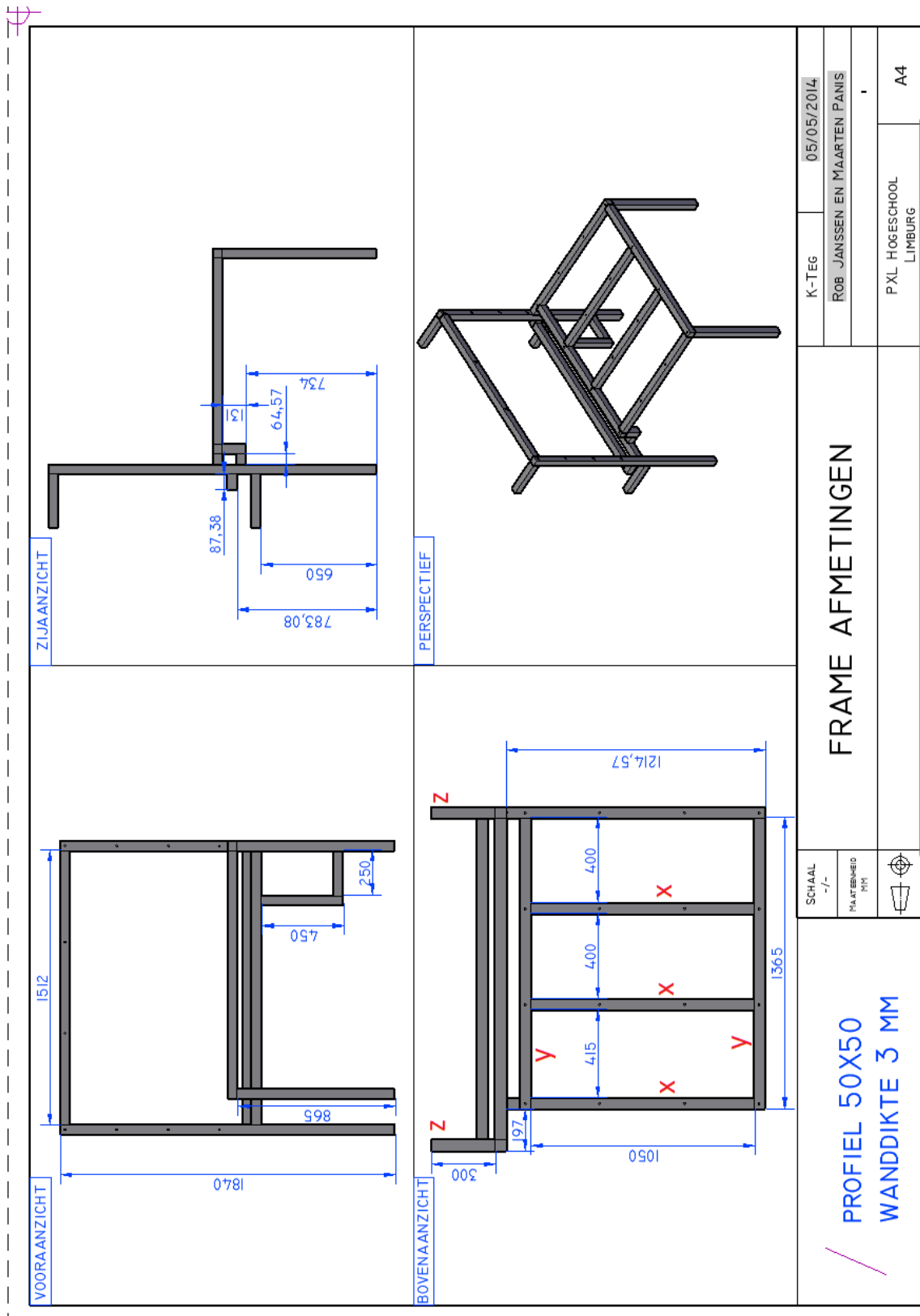


Appendice 23: Samenstelling SW isometrisch



Appendice 24: Samenstelling NW isometrisch

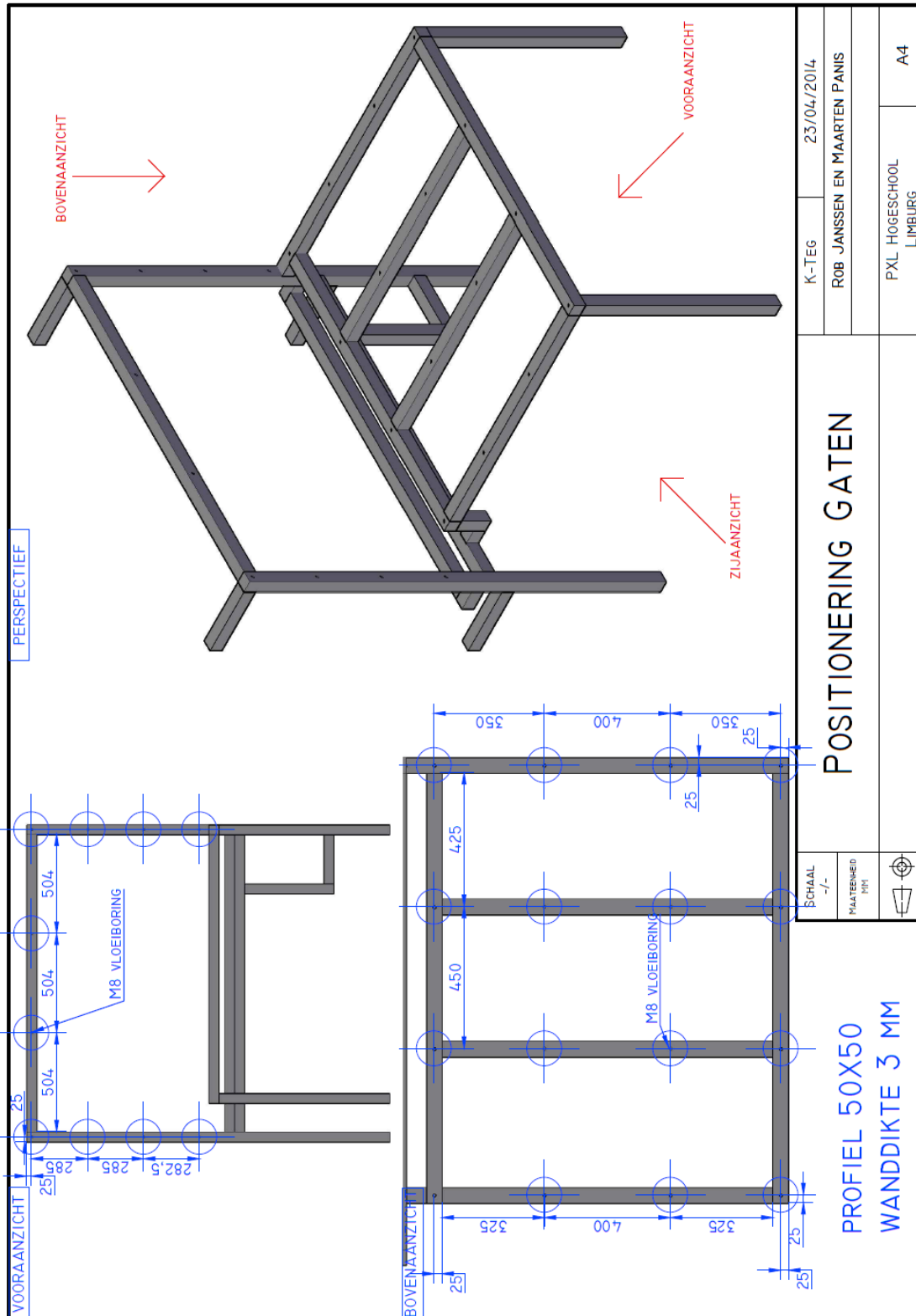
b. Detailtekeningen



Appendice 25: Frame, vereenvoudigde detailtekening

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

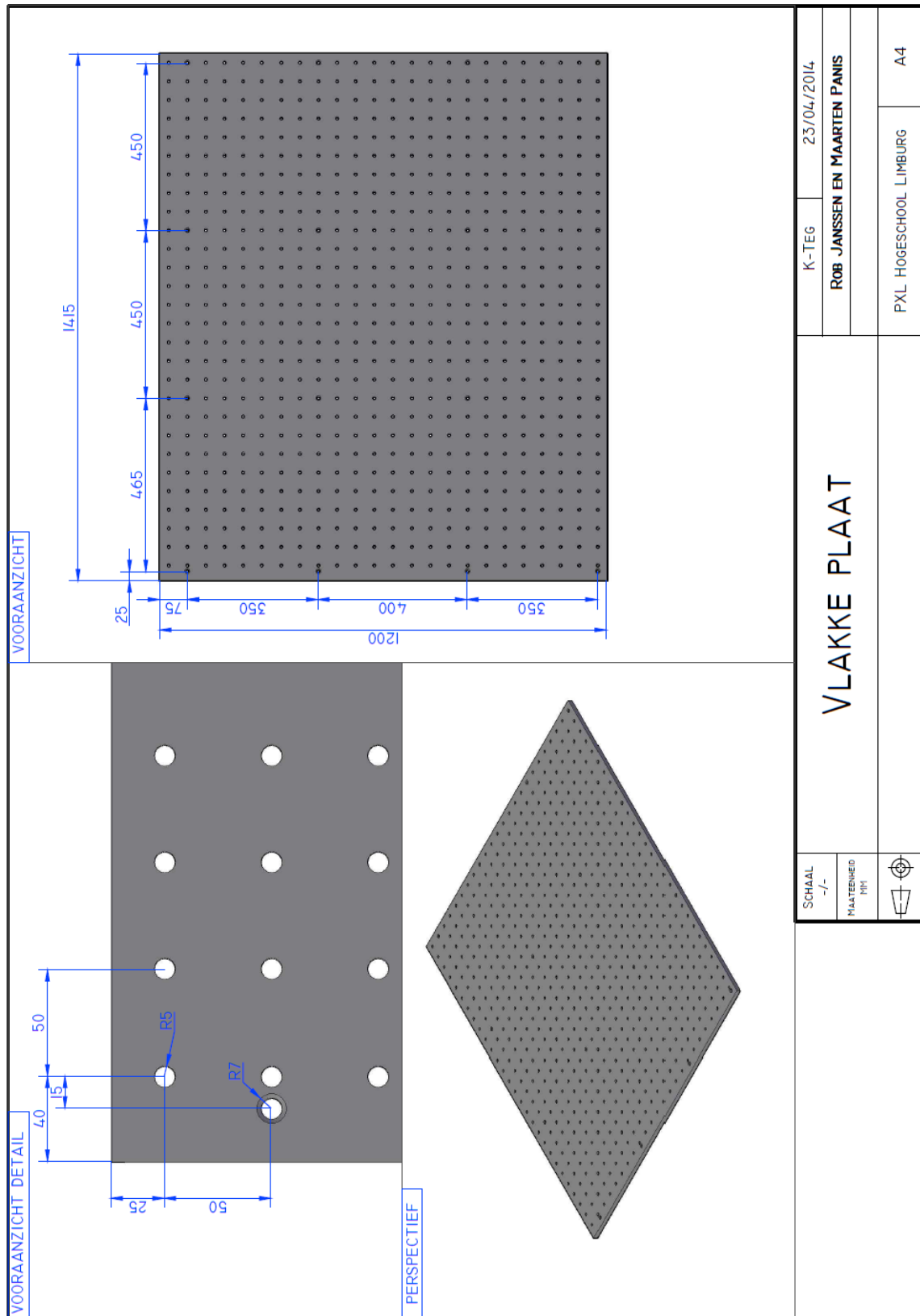


PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

Appendice 26: Frame, positie boringen

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

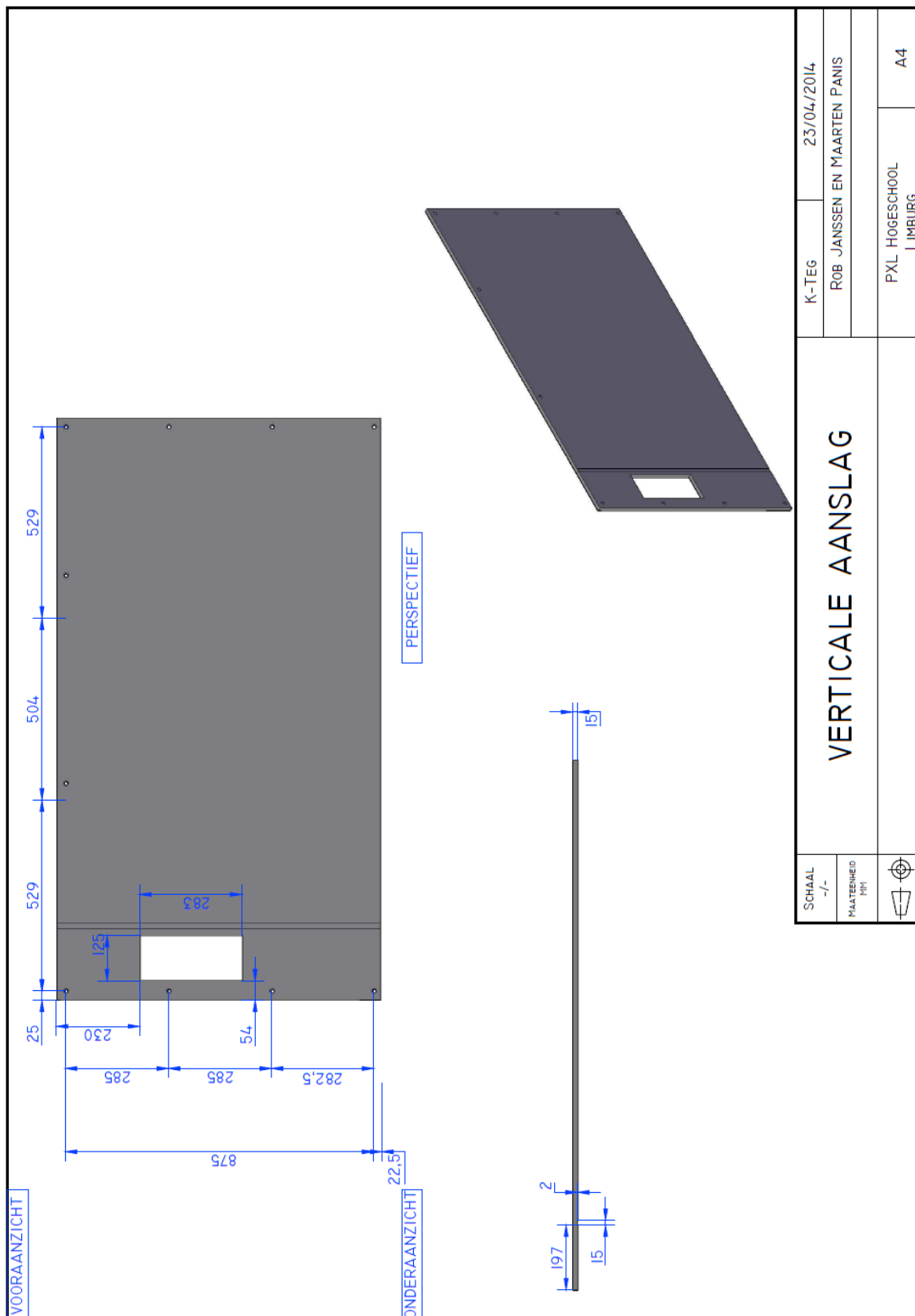
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

Appendice 27: Vlakke plaat

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



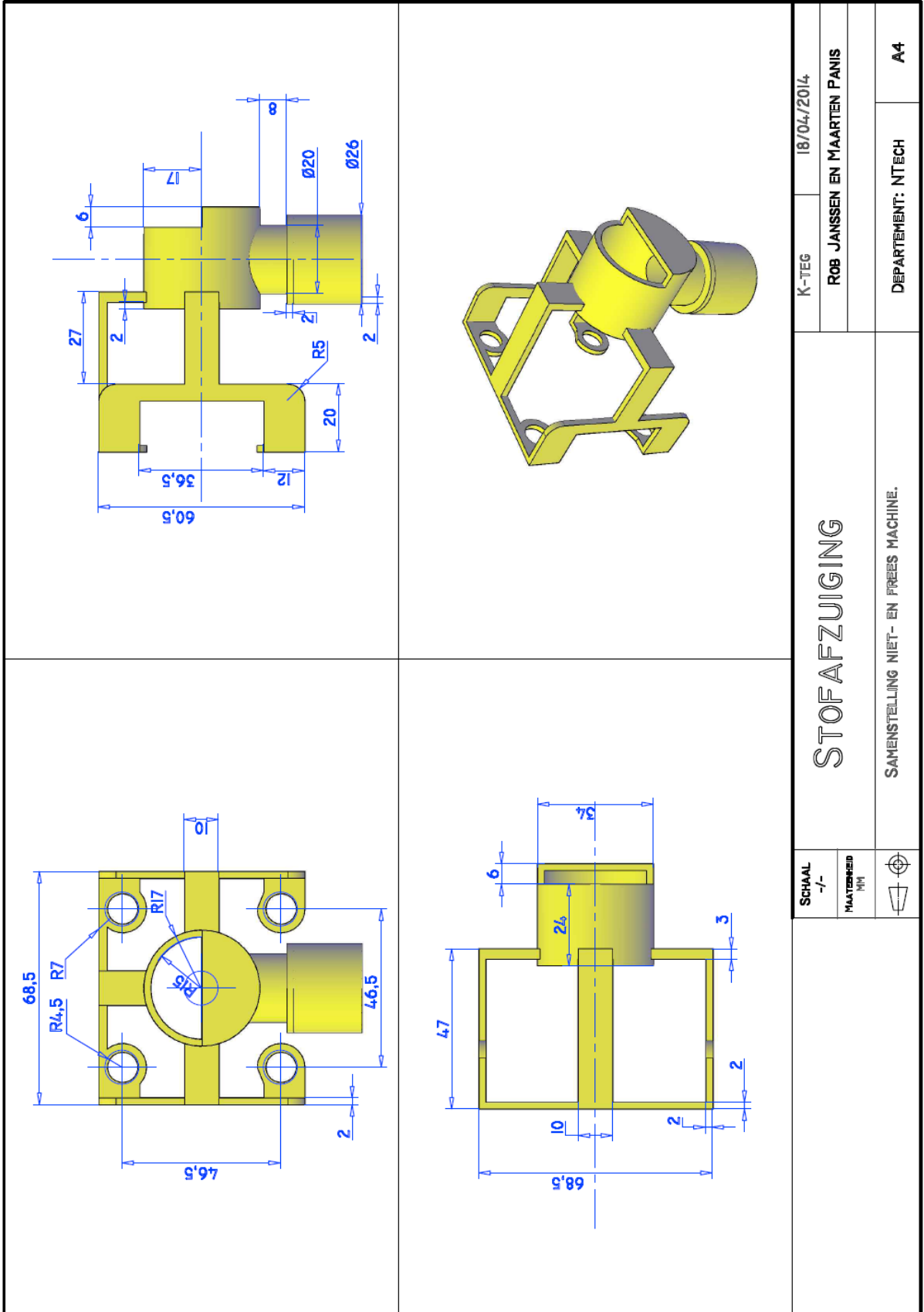
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

Appendice 28: Verticale aanslag

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

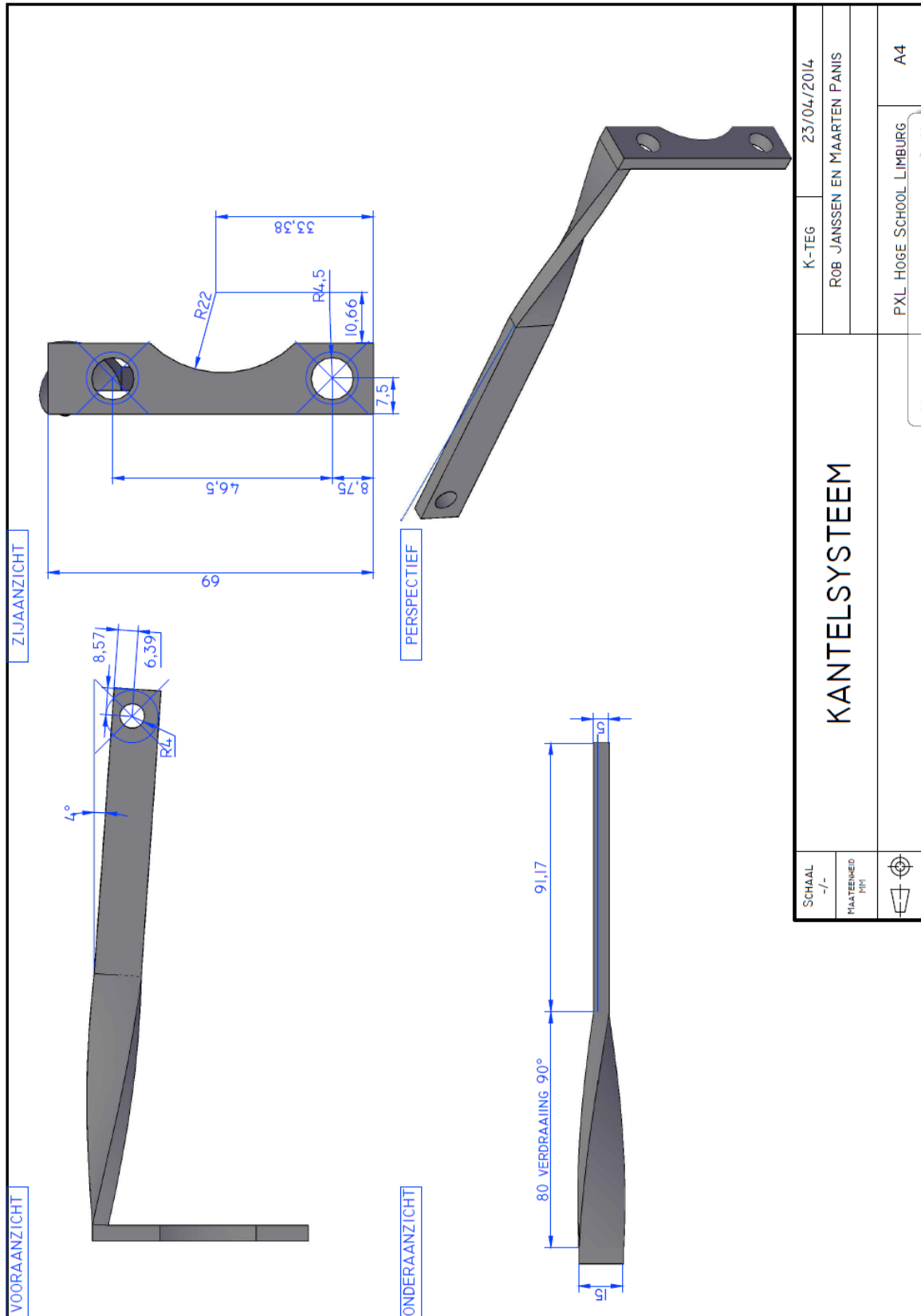
Appendice 29: Stofafzuiging, 1e ontwerp

SCHAAL -/-	K-TEG		18/04/2014
	ROB JANSSEN EN MAARTEN PANIS		
MAATSTAF 1:1	DEPARTEMENT: NTECH		
STOFAFZUIGING		A4	
SAMENSTELLING NIET- EN FREES MACHINE.			

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

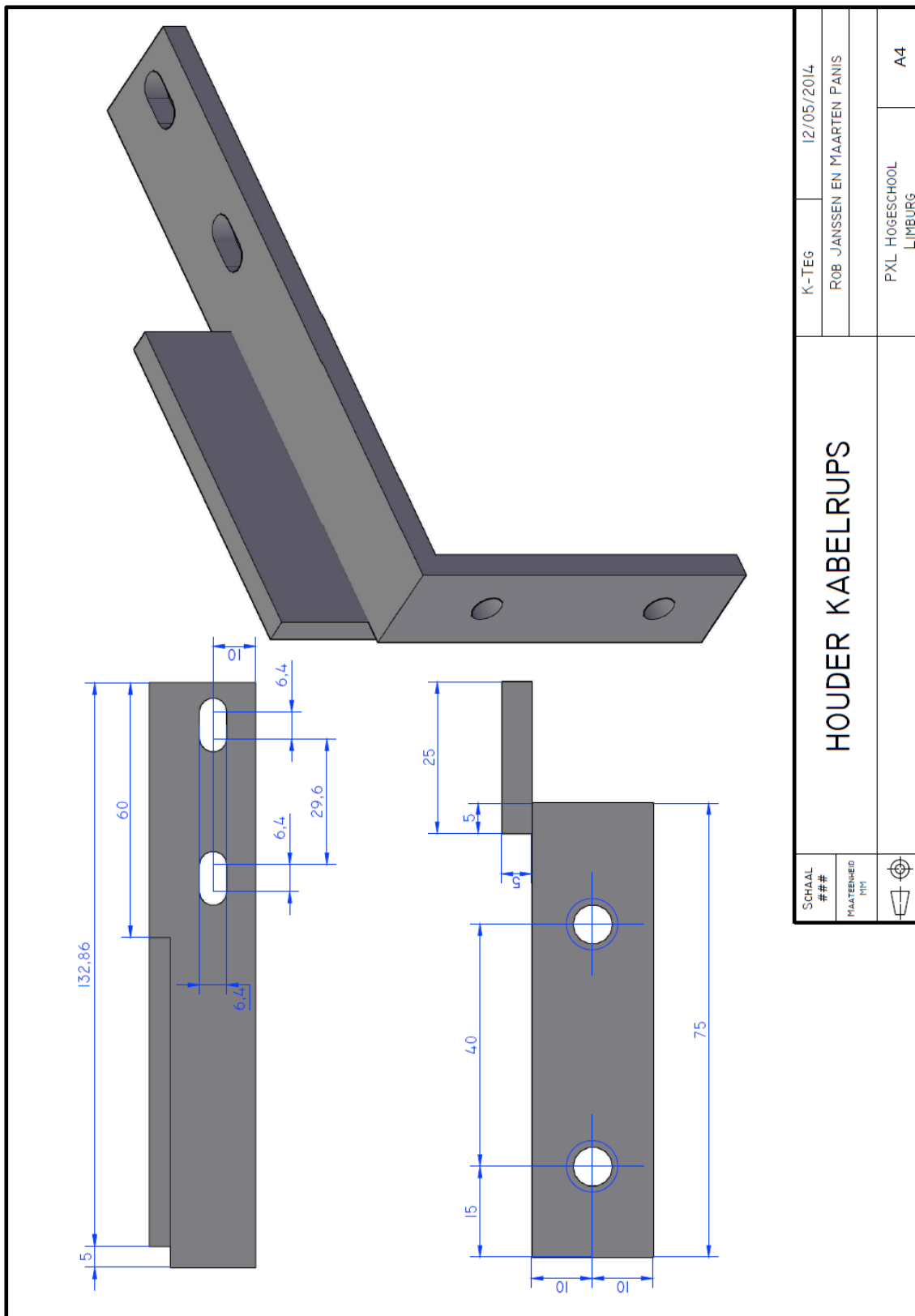


PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

Appendice 30: Arm kantelsysteem

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

Appendice 31: Houder kabelrups

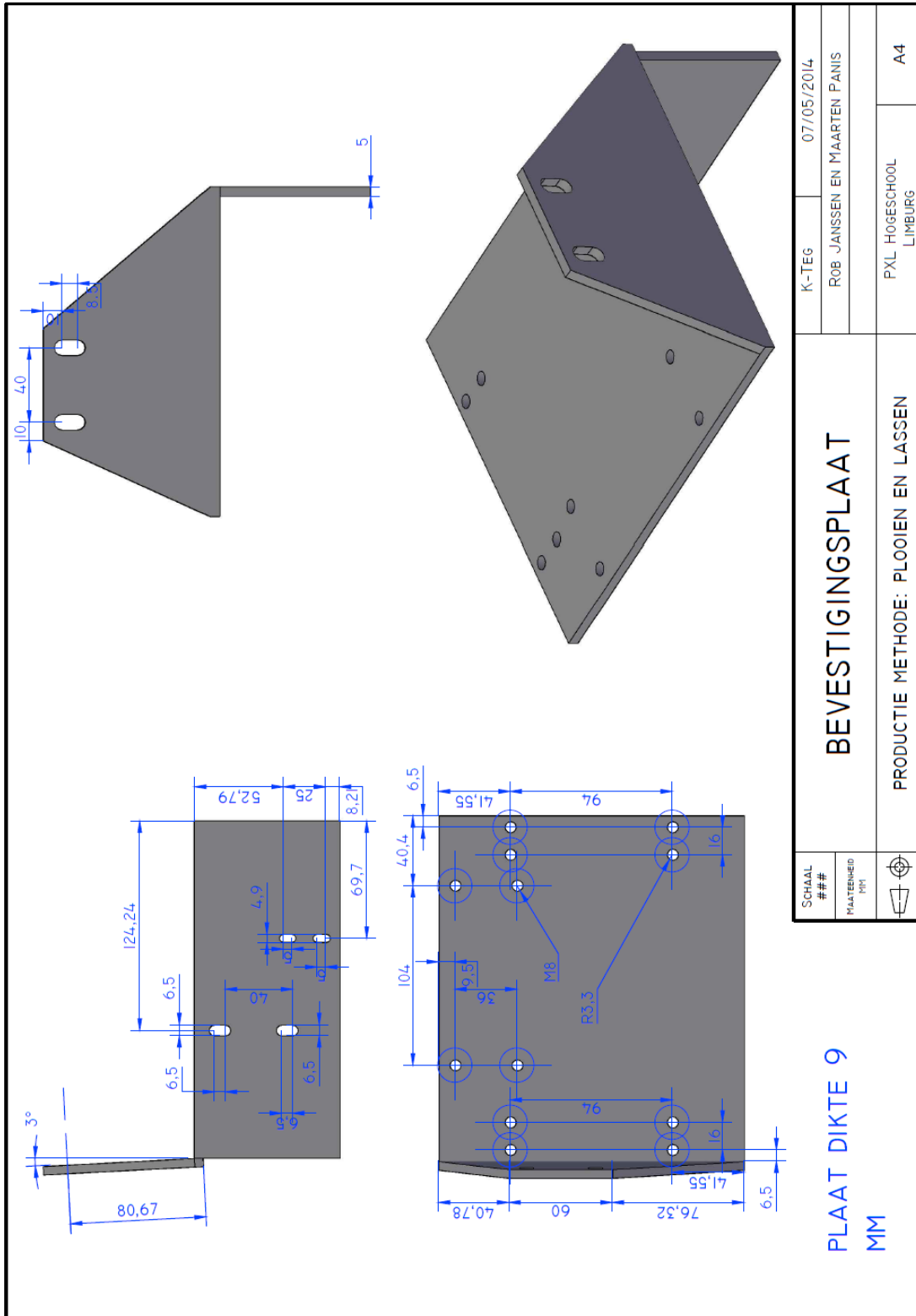
SCHAAL ## #	MAATBEHEID F101	K-TEG		12/05/2014
		ROB. JANSSEN EN MAARTEN PANIS		
		PXL HOGESCHOOL LIMBURG		A4

HOUDER KABELRUPS

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

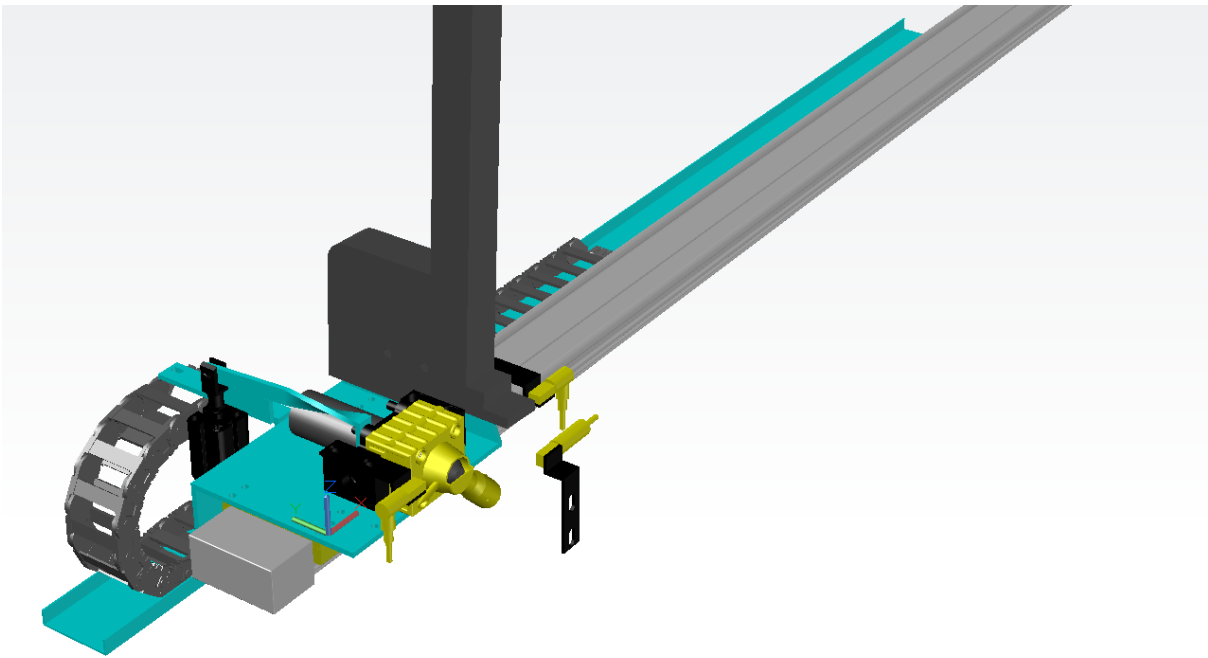


PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

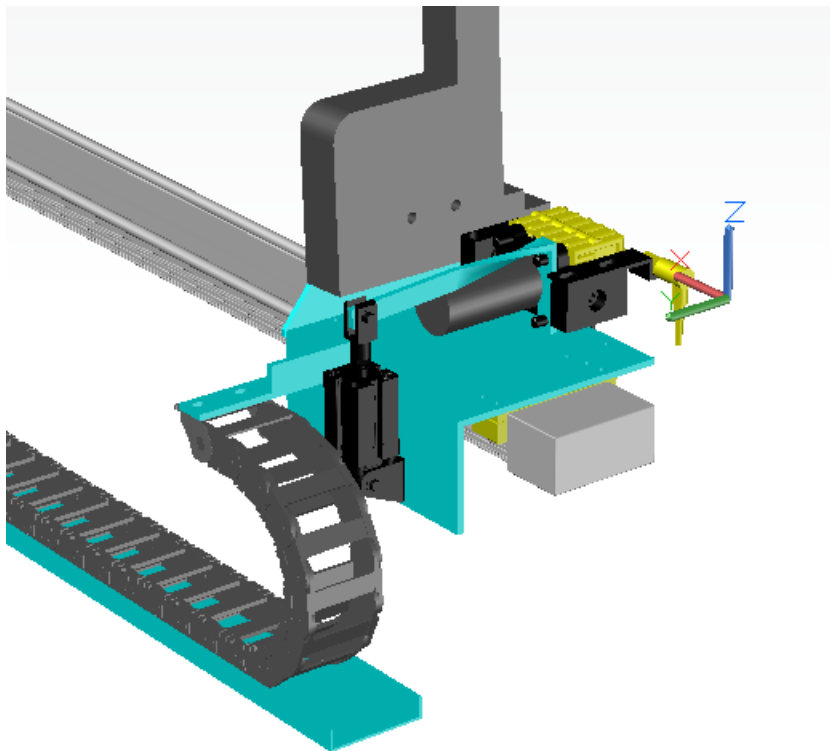
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

Appendice 32: Montageplaat

C. Loopwagen



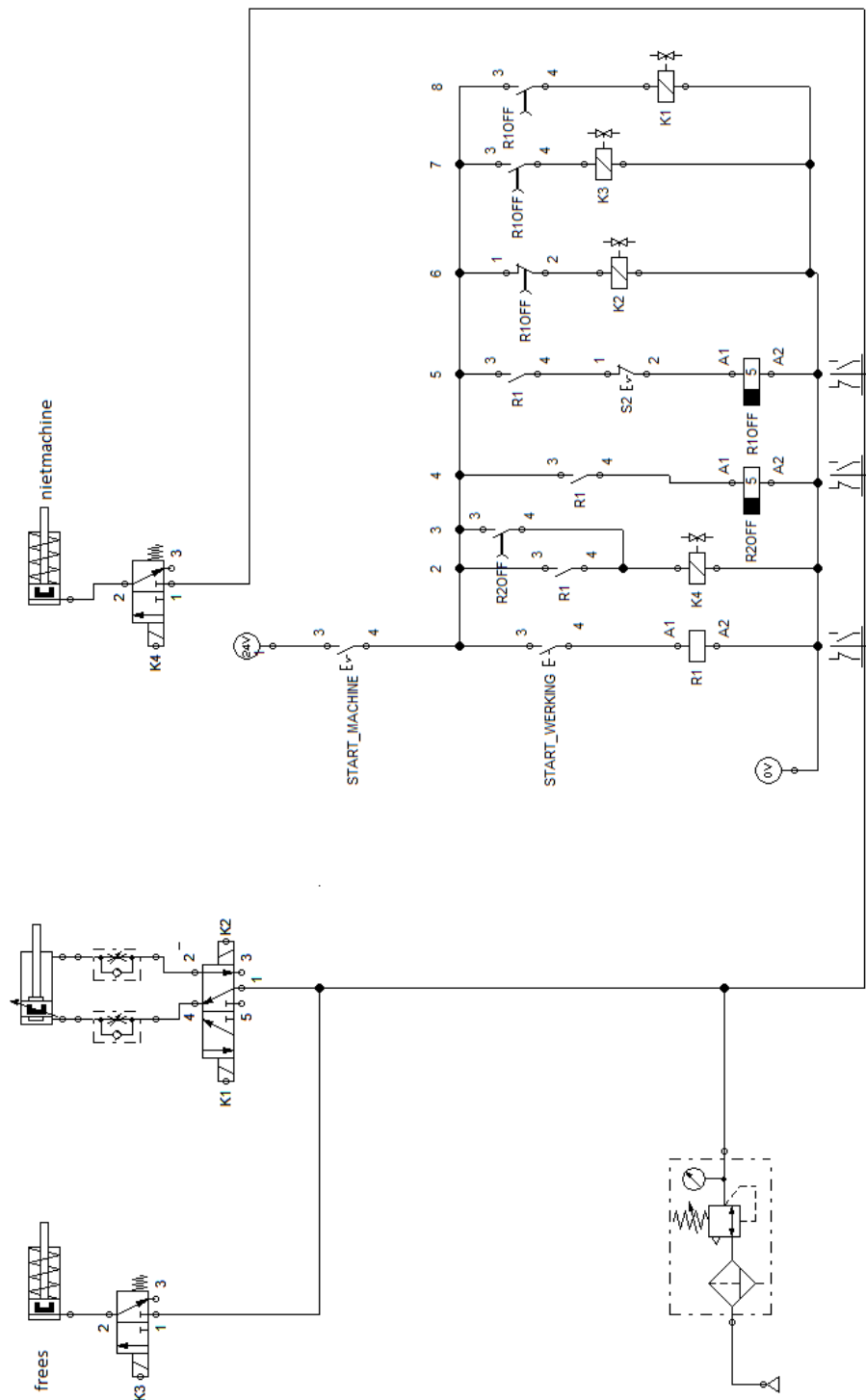
Appendice 34: Loopwagen voorzijde



Appendice 33: Loopwagen achterzijde

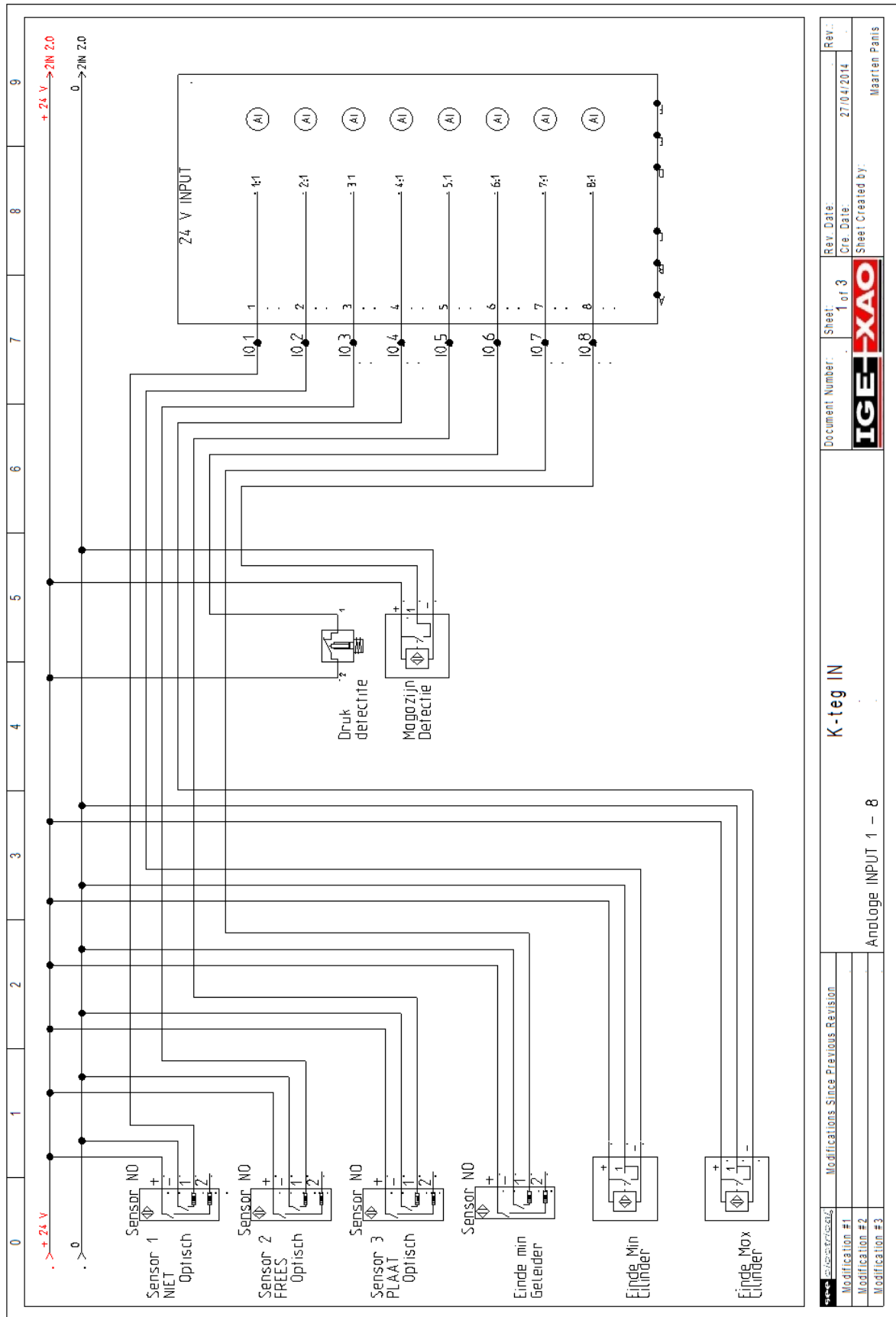
IV. Schema's

a. Pneumatisch schema



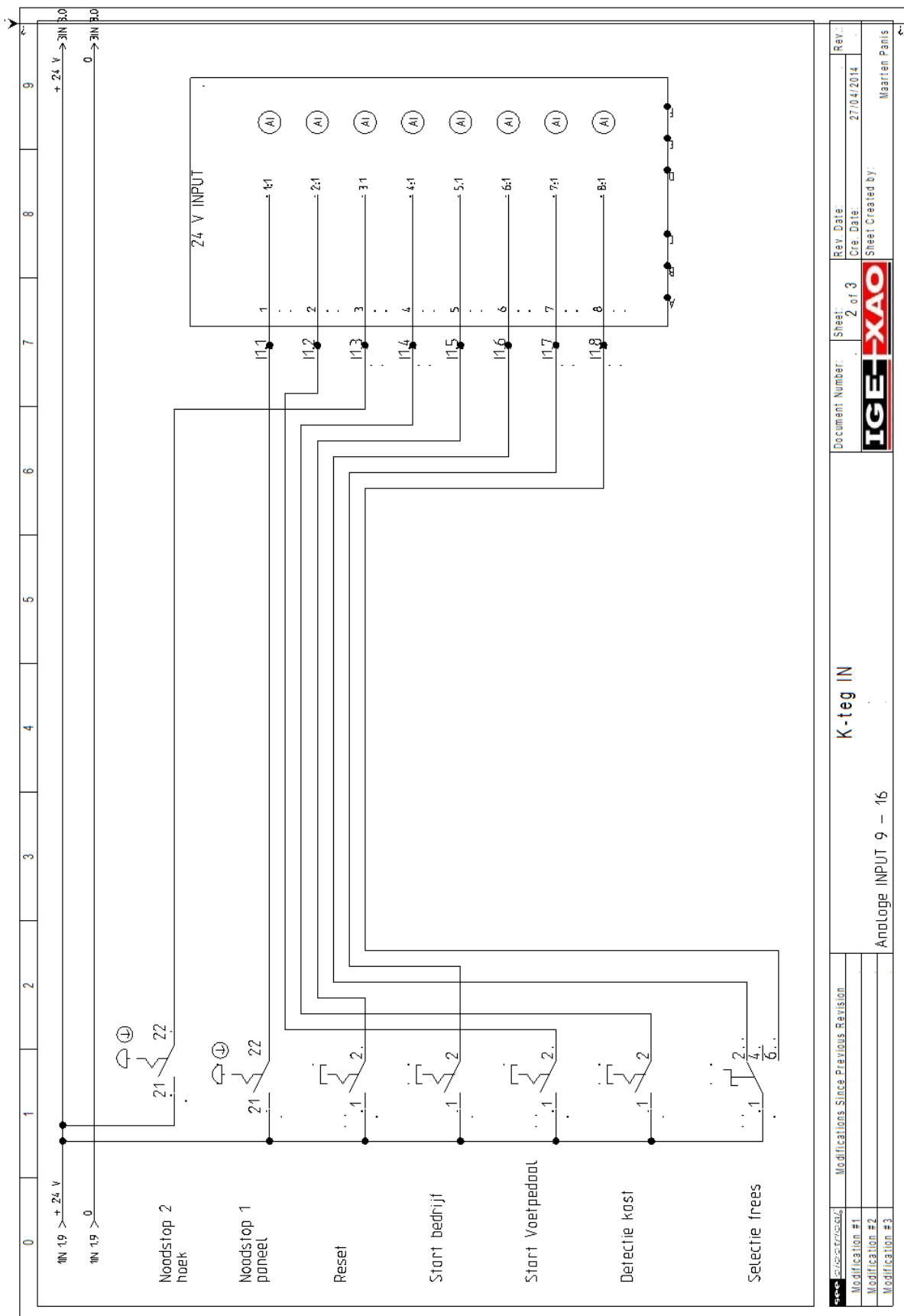
Appendice 35: Pneumatisch schema

b. Elektrisch schema



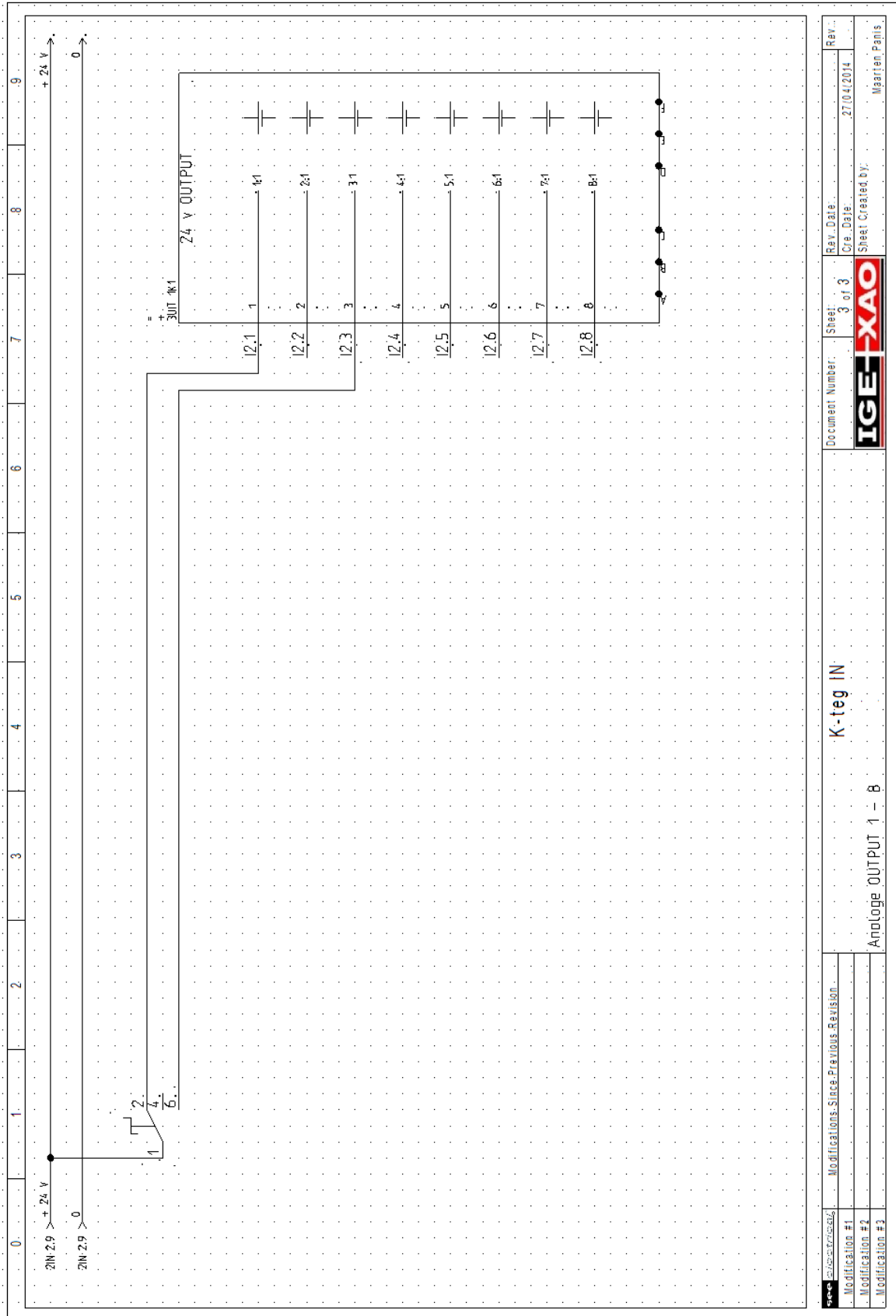
Appendice 36: Elektrisch schema 1/4

Document Number:	Sheet:	Rev. Date	Rev.:
	1 of 3	Cre. Date	27/04/2014
		Sheet Created by:	
		Maarten Panis	
K-teg IN			
Analoge INPUT 1 - 8			
Modifications Since Previous Revision			
Modification #1			
Modification #2			
Modification #3			

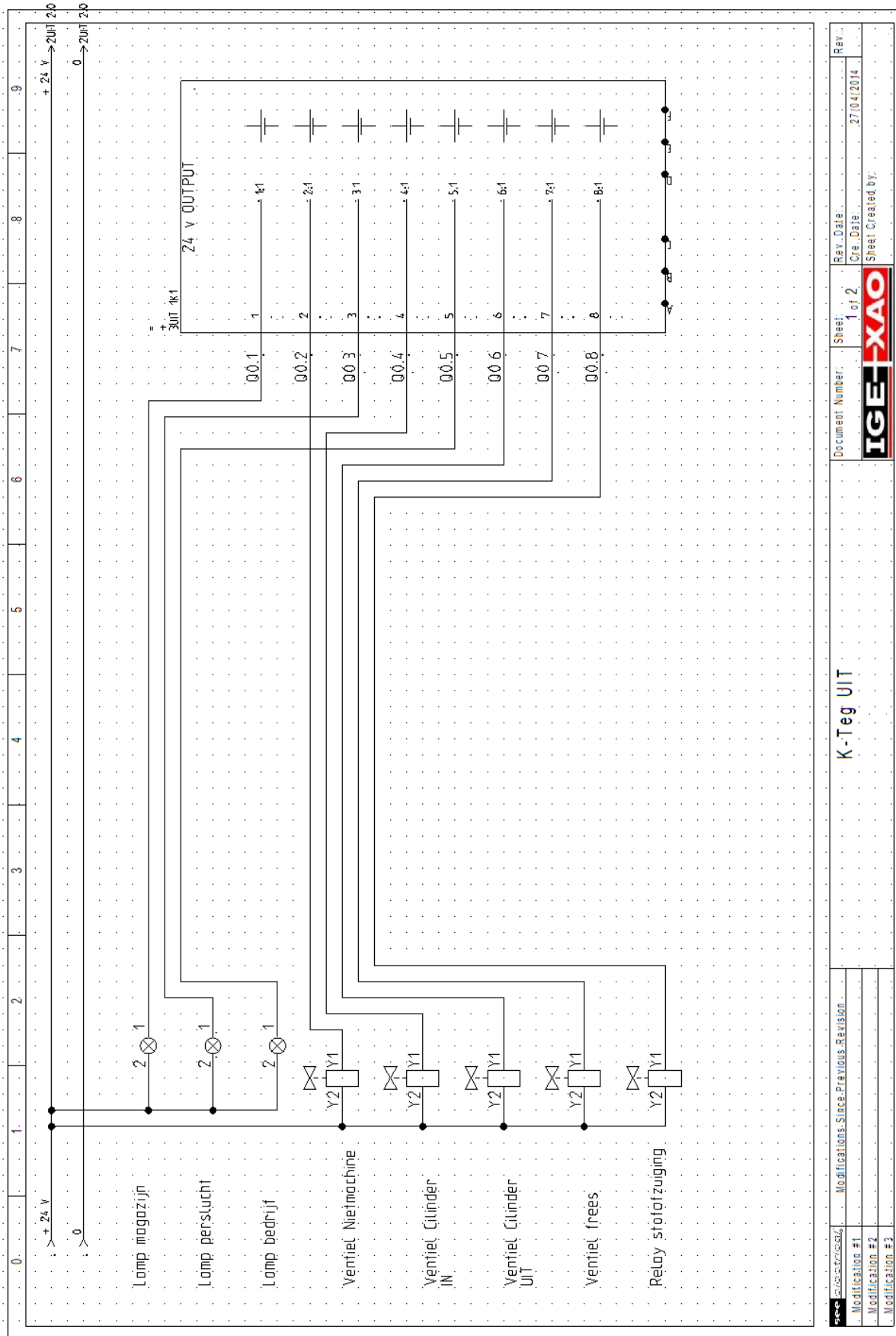


Appendice 37: Elektrisch schema 2/4

Document Number:	Sheet:	Rev. Date:	Rev.:
	2 of 3	27/04/2014	
		Cre. Date:	27/04/2014
		Sheet Created by:	Maarten Panis
Modifications Since Previous Revision:			
Modification #1			
Modification #2			
Modification #3			



Appendice 38: Elektrisch schema 3/4



Document Number:	Sheet:	Rev. Date:	Rev.:
K-Teg UIT	1 of 2	27/04/2014	
Modifications Since Previous Revision:	Cre. Date:	27/04/2014	Sheet Created by:
Modification #1			
Modification #2			
Modification #3			



Appendice 39: Elektrisch schema 4/4

C. PLC aansluiting

OMSCHRIJVING	IN/UIT	AANSLUITING
SENSOR 1 (NIET)	IN	I0.1
SENSOR 2 (FREES)	IN	I0.3
SENSOR 3 (TAFEL)	IN	I0.5
EINDELOOP GELEIDER	IN	I0.7
EINDELOOP CILINDER IN	IN	I0.2
EINDELOOP CILINDER UIT	IN	I0.4
DETECTIE PERSLUCHT	IN	I0.6
DETECTIE MAGAZIJN	IN	I0.8
NOODSTOP 1 (PANEEL)	IN	I1.1
NOODSTOP 2 (HOEK)	IN	I1.3
RESET	IN	I1.5
START BEDRIJF	IN	I1.7
START VOETPEDAAL	IN	I1.2
DETECTIE KAST	IN	I1.4
SELECTIE FREES RECHTS	IN	I1.6
SELECTIE FREES LINKS	IN	I1.8
SELECTIE SNELHEID I	IN	I2.1
SELECTIE SNELHEID III	IN	I2.3
LAMP MAGAZIJN	UIT	Q0.1
LAMP PERSLUCHT	UIT	Q0.3
LAMP BEDRIJF	UIT	Q0.5
VENTIEL FREES	UIT	Q0.7
NIET MACHINE VENTIEL	UIT	Q0.2
CILINDER VENTIEL IN	UIT	Q0.4
CILINDER VENTIEL UIT	UIT	Q0.6
STOFZUIGER RELAY	UIT	Q0.8

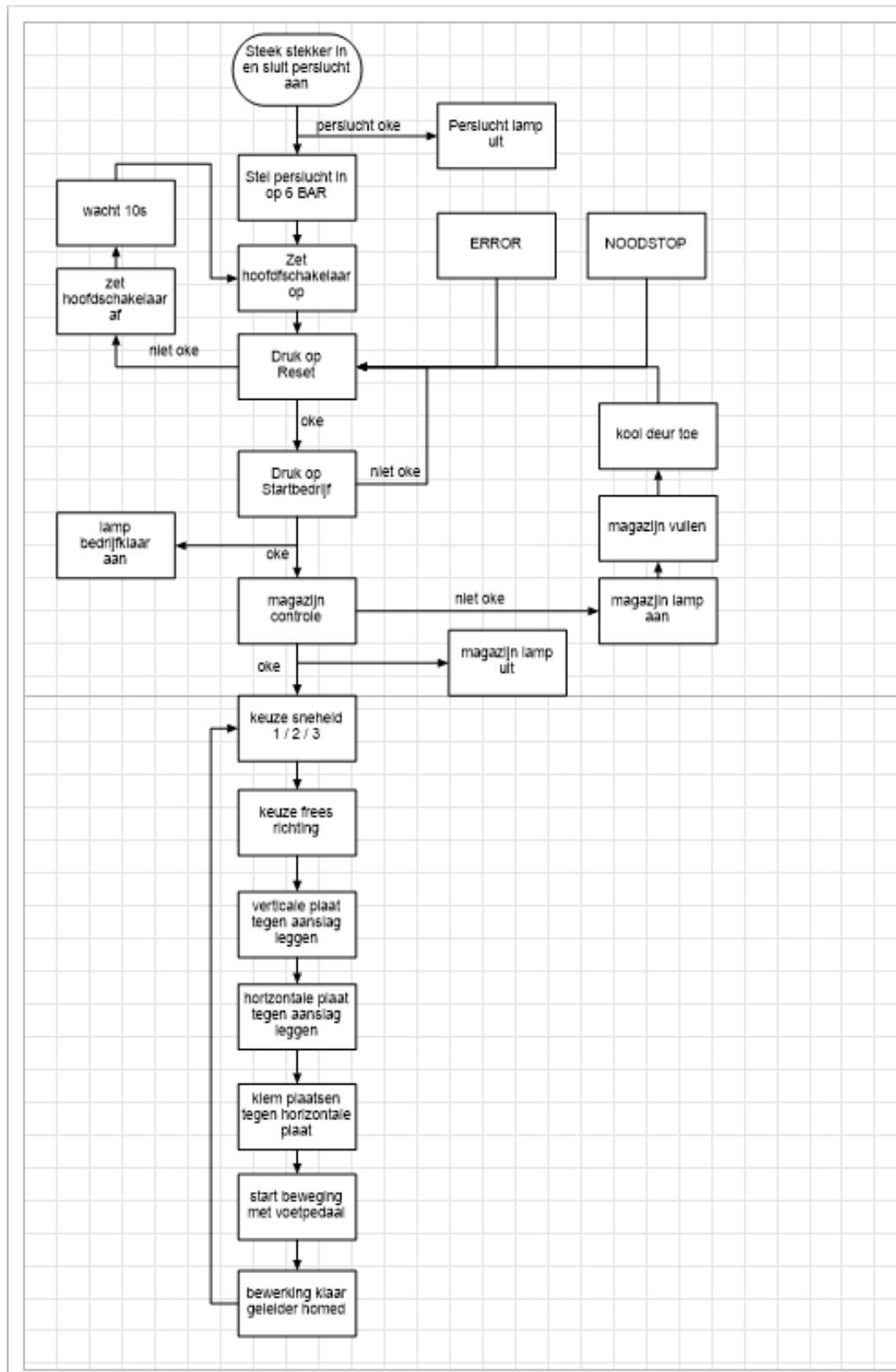
Stappenmotor + encoder module					
Grijs = Encoder		Zwart = Motor		Voedingsmodule 24 V DC	
Wit	Groen	Wit	Bruin	Voeding + 24 V DC	Voeding -
Blauw		Blauw	Zwart	5 V DC Encoder rood	5 V DC /
/	/	/	/	NUL Encoder grijs	NUL /
/	/	Voeding + 48 V DC	Voeding -	PE Motor geel-groen	PE

Opbouw PLC modules													
PLC	24 V	IN		IN		IN		UIT		UIT		Stepper	24 V
		I0.1	I0.2	I1.1	I1.2	I2.1	I2.2	Q0.1	Q0.2	Q1.1	Q1.2		
		I0.3	I0.4	I1.3	I1.4	I2.3	I2.4	Q0.3	Q0.4	Q1.3	Q1.4		
		I0.5	I0.6	I1.5	I1.6	I2.5	I2.6	Q0.5	Q0.6	Q1.5	Q1.6		
		I0.7	I0.8	I1.7	I1.8	I2.7	I2.8	Q0.7	Q0.8	Q1.7	Q1.8		

Appendice 40: Aansluiting PLC modules

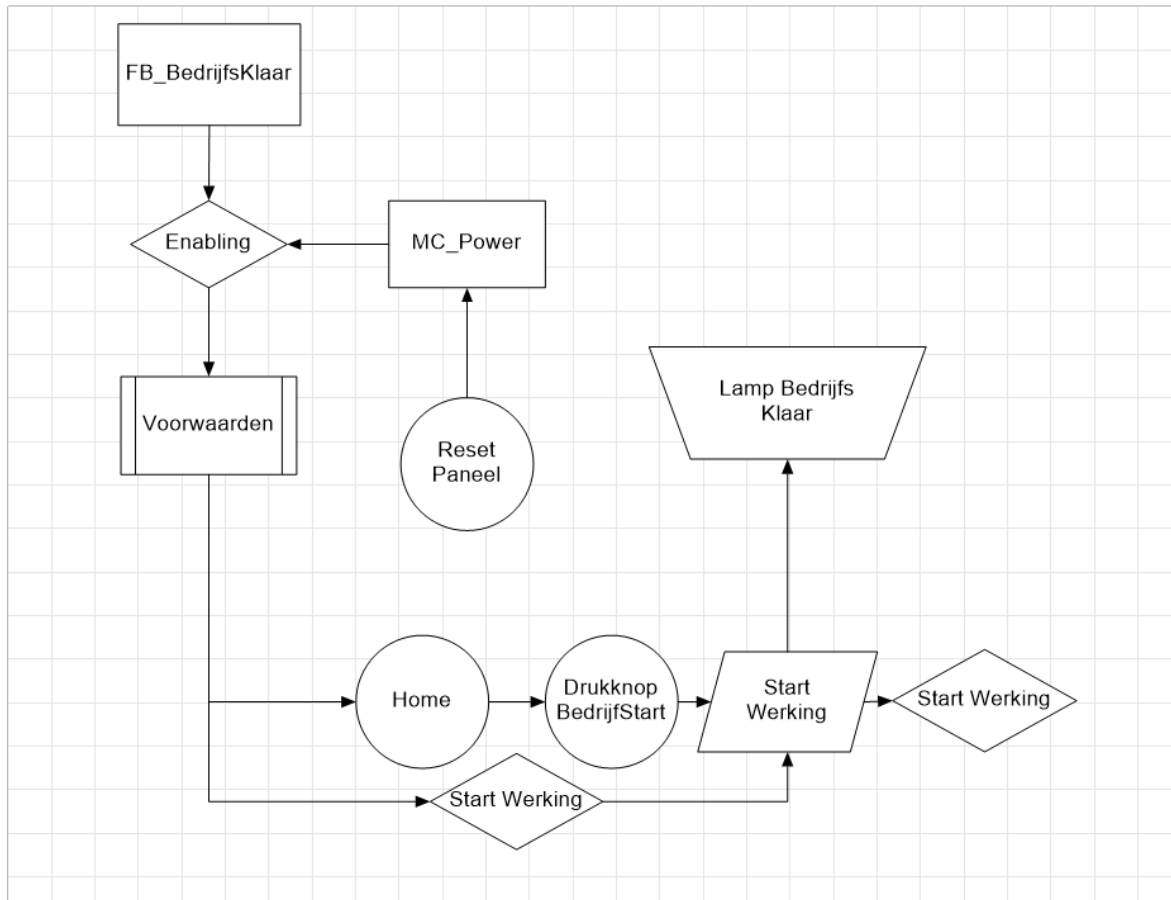
V. Flowcharts

a. Opstart handleiding

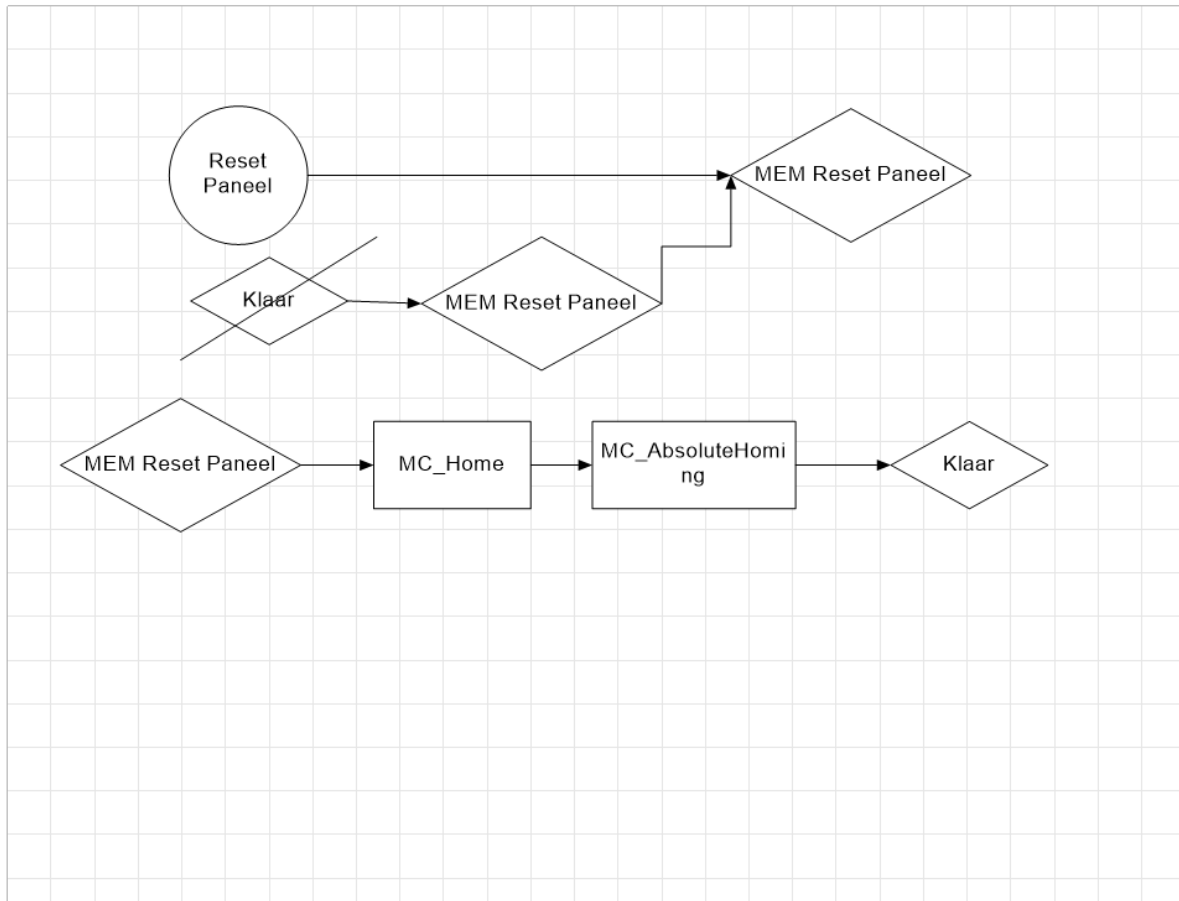


Appendice 41: Opstart handleiding

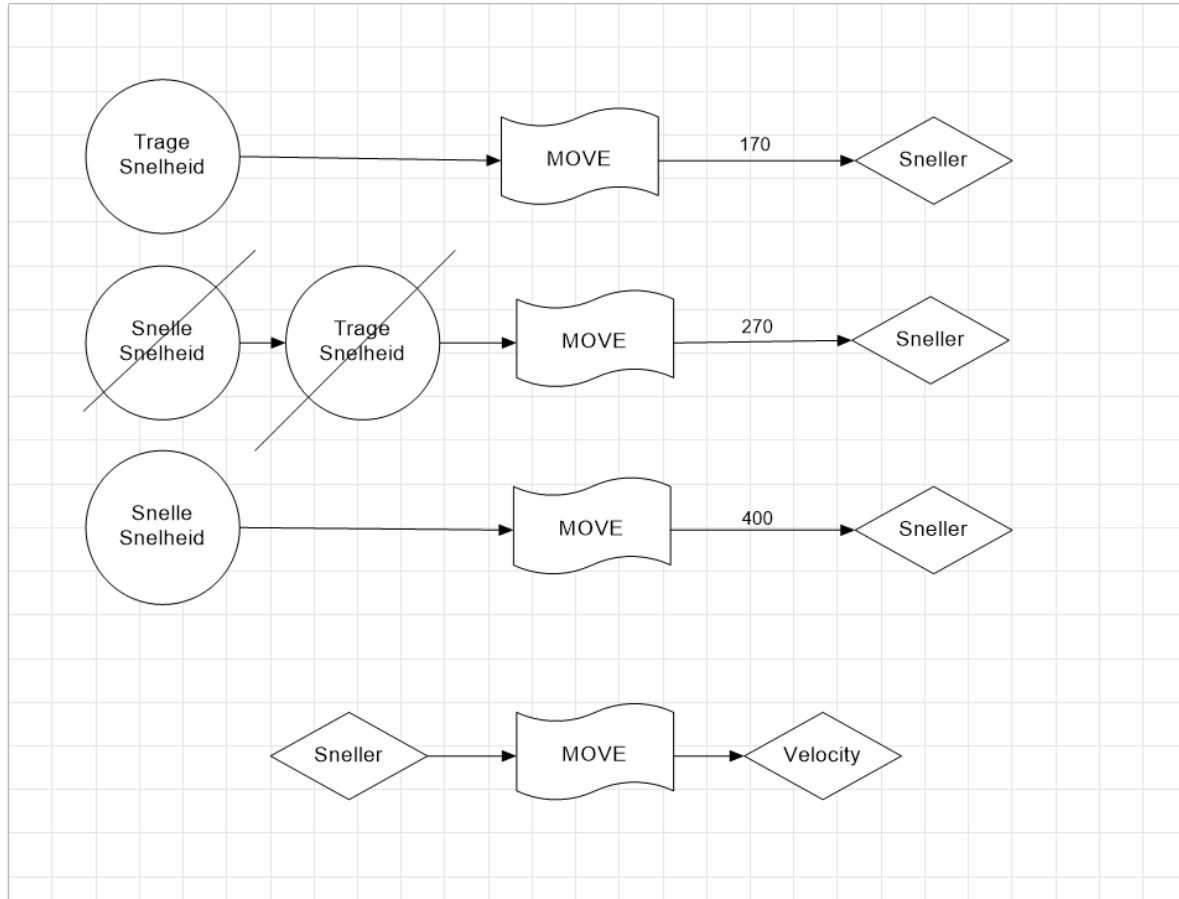
b. Flowcharts PLC programma



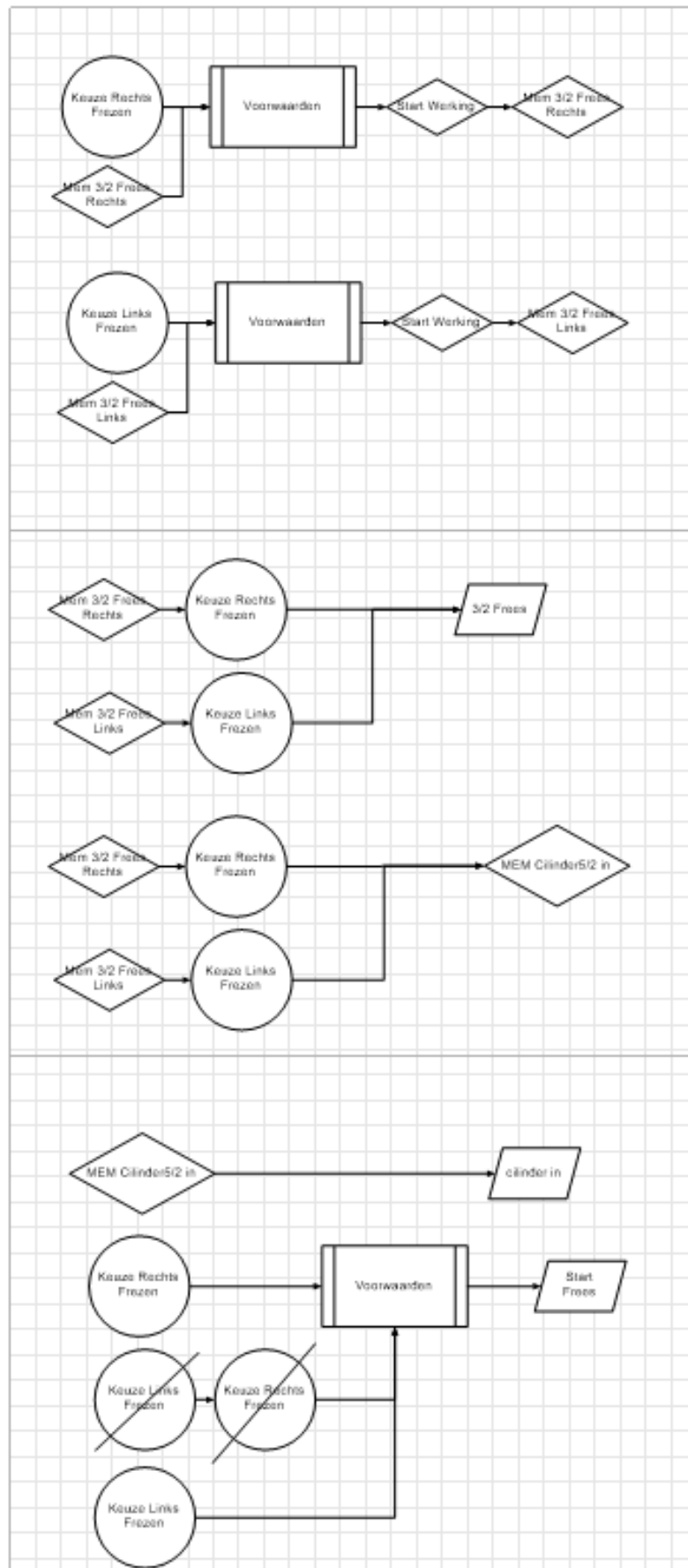
Appendice 42: FB bedrijfsklaar



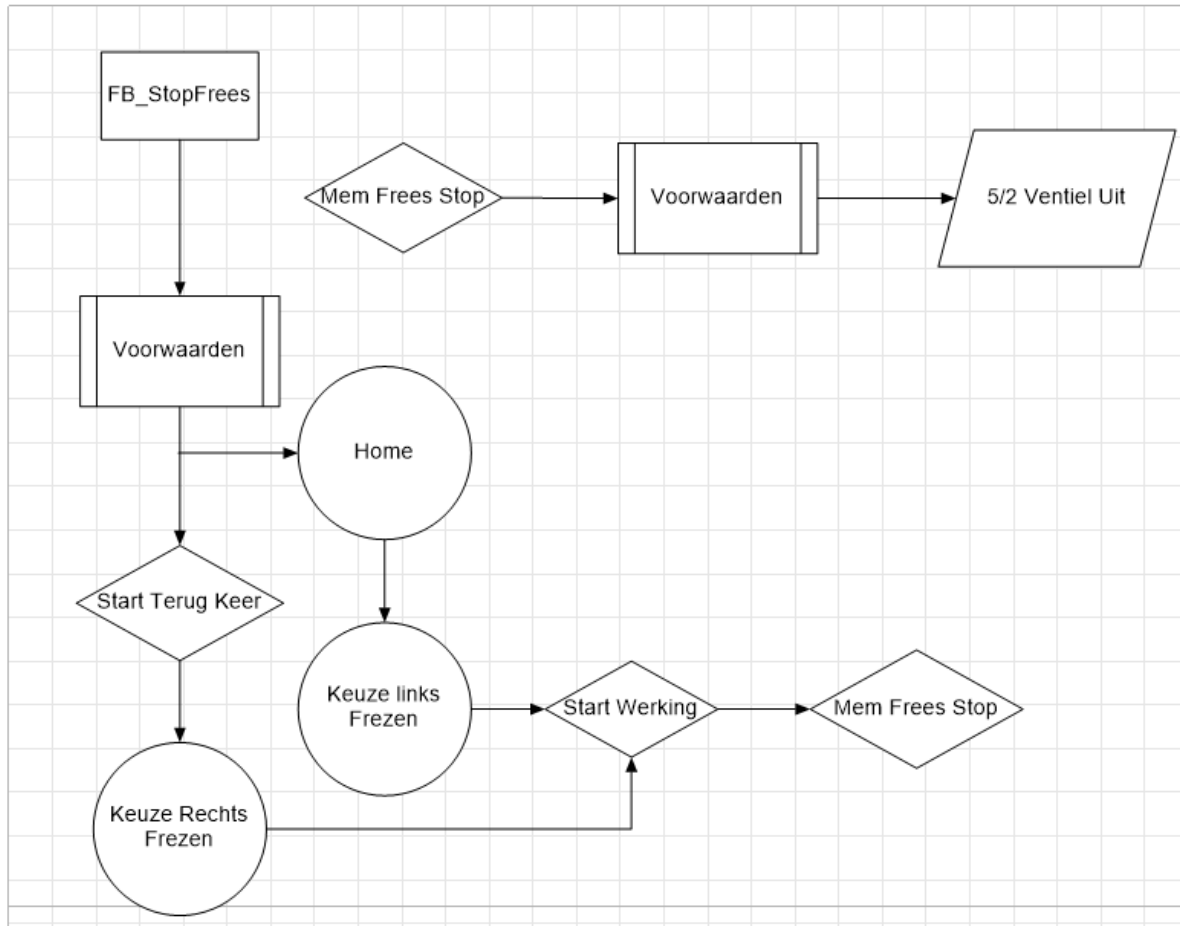
Appendice 43: FB homing reset



Appendice 44: FB snelheid



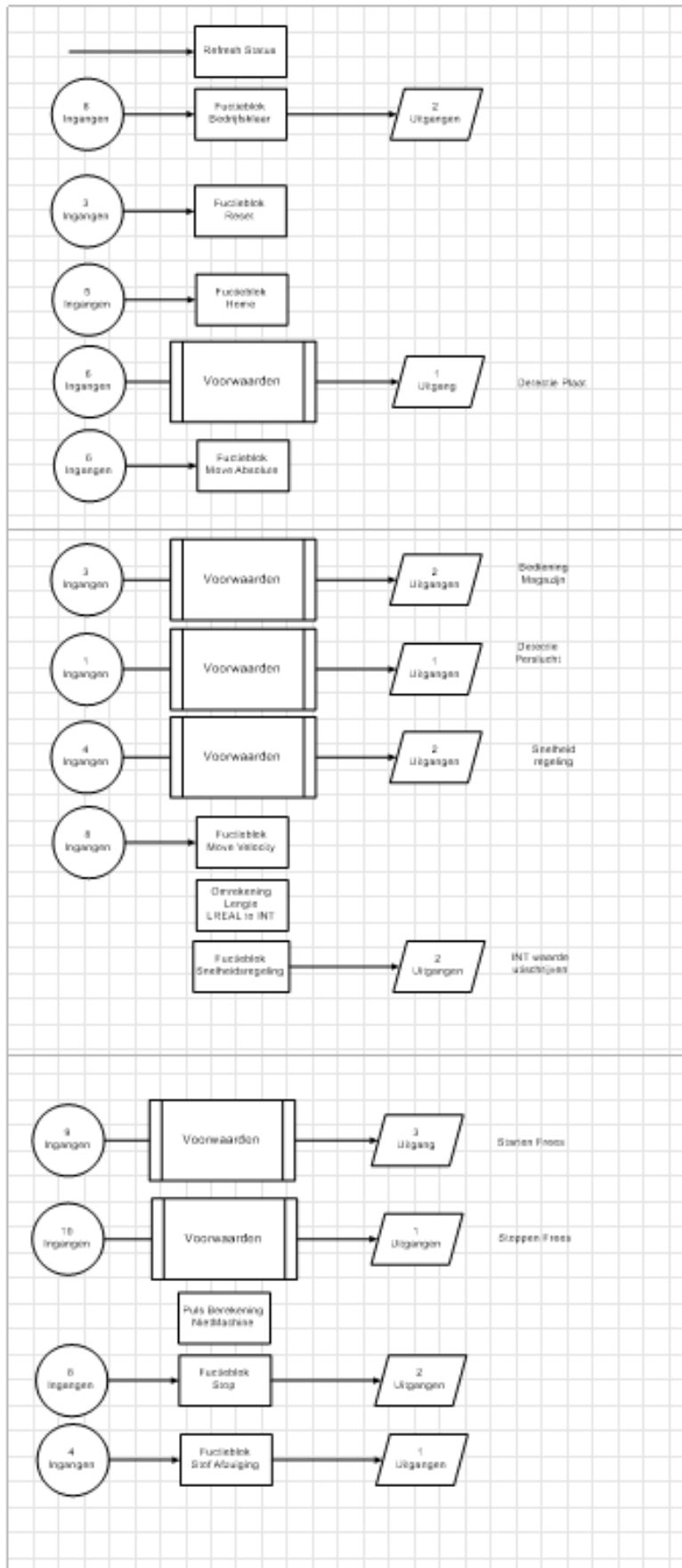
Appendice 45: FB start frees



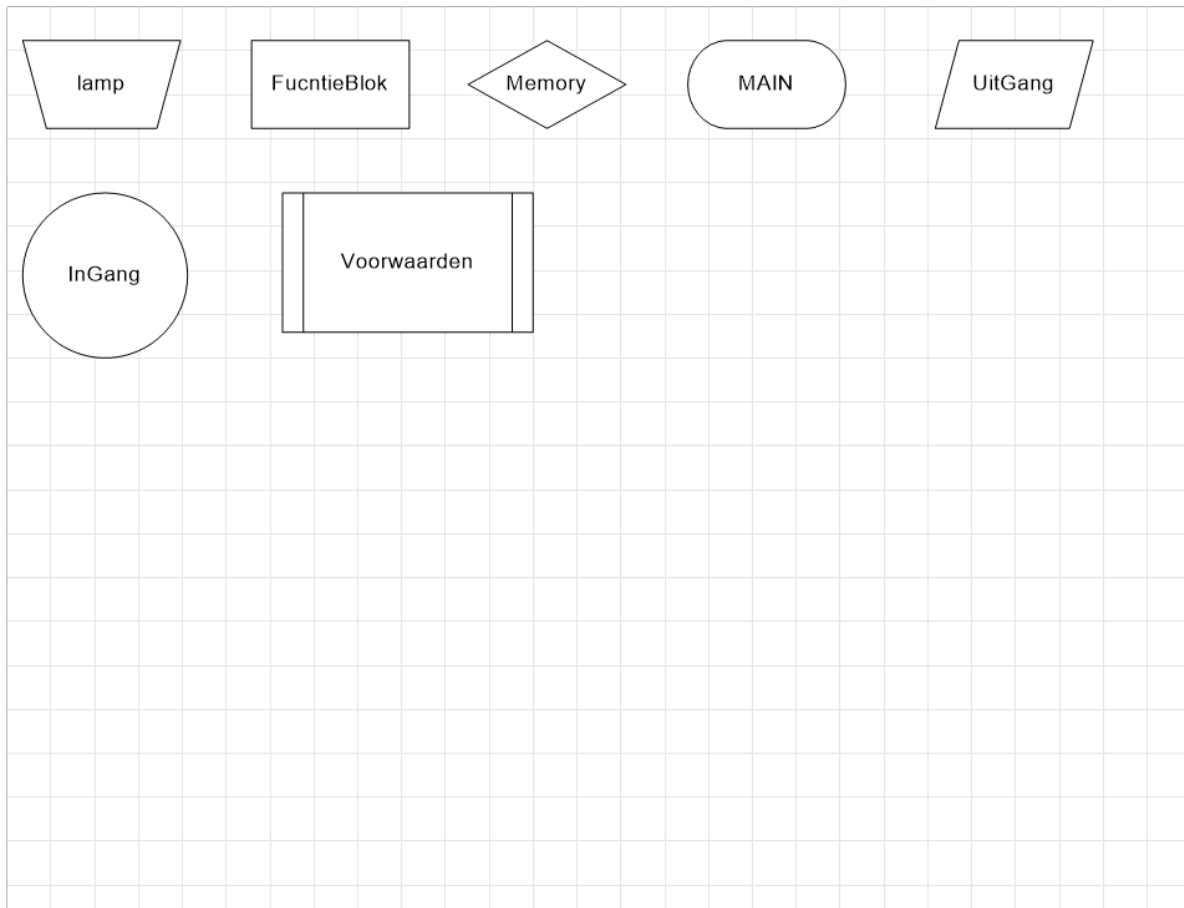
Appendice 46: FB stop frees



Appendice 47: MAIN aanwezig




Appendice 48: MAIN



Appendice 49: Gebruikte symbolen

VI. Technische specificaties

a. *World-Beam sensor*




BANNER[®]

more sensors, more solutions

WORLD-BEAM[®] Q12 Series

MORE INFO ONLINE www.bannerengineering.com/119223
View Data Sheet

Q12AB6FF30Q



72111

Range: 30 mm

Supply Voltage: 10 to 30V dc

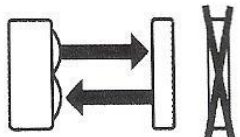
Output Type: Bipolar
(1 NPN and 1 PNP)

Output Rating: 50 mA (total)

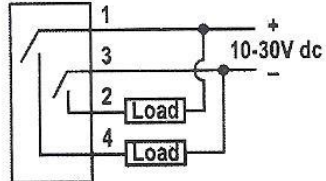
Output Configuration: Light Operate (LO)

Environmental Rating: IP67

Operating Conditions: -20° to +55° C

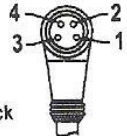


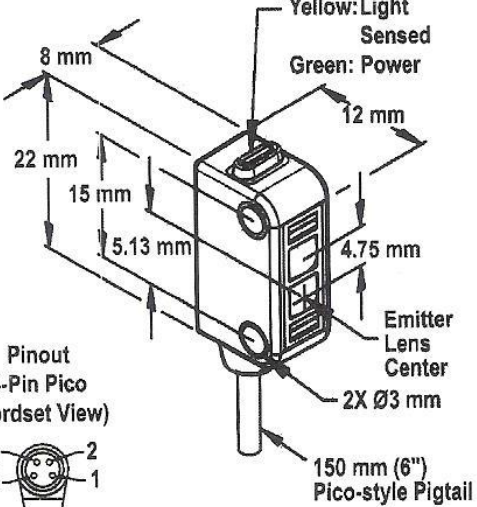
30 mm Fixed-Field
Visible Red, 640 nm



Wiring Key: 1 = Brown 2 = White 3 = Blue 4 = Black

Pinout
4-Pin Pico
(Cordset View)






Yellow: Light Sensed
Green: Power

8 mm, 12 mm, 22 mm, 15 mm, 5.13 mm, 4.75 mm, 2X Ø3 mm, 150 mm (6") Pico-style Pigtail

Emitter Lens Center

EID: 3072111

Insp: 177 1413H



Banner Engineering Corp. · 9714 Tenth Ave. No., Minneapolis, MN 55441
Ph. 763.544.3164 or 888 - 3SENSOR · sensors@bannerengineering.com 120006 Rev A

Appendice 50:Specs World-Beam

b. FESTO

SME-10M-DS-24V-...M...

Elektrischer Anschluss/ Electrical connection/ Conexión eléctrica

<p>M12</p>	<p>M12</p>
<p>M8D</p>	<p>M8</p>

SME-10M-ZS-24V-...OE

Montagehinweise/Assembly notes/Instrucciones para el montaje

SME-10M-DS-24V-...
 5 ... 30 V AC/DC
 Max. 50 mA¹⁾, max. 300 mA_h
 Max. 1,5 W²⁾, max. 9 W
 -40 ... +70 °C
 (-20 ... +70 °C)³⁾
 IP65, IP68

SME-10M-ZS-24V-...
 5 ... 30 V AC/DC
 Max. 50 mA¹⁾, max. 100 mA_h
 Max. 1,5 W²⁾, max. 3 W
 -40 ... +70 °C
 (-20 ... +70 °C)³⁾
 IP65, IP68

1) **de** Für SME-10M... montiert in Einsatz.
 1) **es** For SME-10M... mounted with fit.
 1) **en** Para SME-10M... montado por medio de un fit.
 2) **de** Bei beweglicher Kabelverlegung
 2) **en** Cable not in fixed location
 2) **es** Cable no en posición fija

SME-10M-...-24V-...

Näherungsschalter
Proximity switch
Detector de proximidad

Postfach
73776 Esslingen
Deutschland
+49 711 347-0
www.festo.com

FESTO

1307b

8028593

Hinweis/Note/Nota

de Dieses Produkt wird bestimmungsgemäß zur Abfrage der Position von Magneten (z. B. der Kolbenstellung) in Produkten von Festo verwendet. Es ist für den Einsatz im Industriebereich vorgesehen.

en This product has been designed for scanning the position of magnets (e.g. the piston position) in Festo products. It is intended for use in an industrial environment.

es Este producto ha sido diseñado para la detección de la posición de imanes (p. ej. de la posición del émbolo) en productos de Festo. Está previsto para un uso industrial.

Warning/Warning/Advertencia

de Vor Arbeiten an der Elektrik: Spannung ausschalten.

en Switch off voltage prior to working on electricals.

es Desconectar la tensión antes de manipular el sistema eléctrico.

• Verwenden Sie ausschließlich Stromquellen, die eine sichere elektrische Trennung der Betriebsspannung nach IEC/EN 60204-1 gewährleisten. Berücksichtigen Sie zusätzlich die allgemeinen Anforderungen an PELV-Stromkreise gemäß IEC/EN 60204-1.

• Use power supplies which guarantee reliable electrical isolation of the operating voltage as per IEC/EN 60204-1. Consider also the general requirements for PELV circuits in accordance with IEC/EN 60204-1.

• Utilice exclusivamente fuentes de corriente que garanticen una desconexión electrónica segura de la tensión de servicio conforme a la IEC/EN 60204-1. Preste también atención a las exigencias generales para circuitos PELV de conformidad con IEC/EN 60204-1.

Appendice 51: Specs FESTO eindeloopschakelaar

c. Configureerprogramma IguS

Interior separation configuration for Series 1400 [IguS® - Home](#) [Back to echain-selection](#) [Towards product page / order](#)

E-Chain® part no.: 1400.050.075.0 (Length:966 mm)

Inner width B1 [mm]:

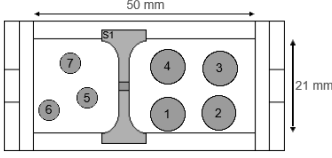
Bending radius R [mm]:

Shelving elements

- Part No.: 21.1.1 | Separator wide base, assembled | Base width: 10 mm
- Part No.: 21.2.1 | Separator for snap-open crossbar, assembled | Base width: 10 mm
- Part No.: 21.3.1 | Separator small, assembled | Base width: 5 mm
- Part No.: 21.4.1 | Asymmetric separator, assembled | Base width: 10 mm
- Part No.: 2310.xx | Lockable push-in shelf, assembled
- Part No.: 14011 | Separator slotted, assembled | Base width: 8 mm
- Part No.: 111.xx | Full-width shelf, assembled

per Chain link *For side-mounted applications

Please drag the elements into the chain link



View from the fixed end

lock

[Renumbering](#) [3D CAD of this configuration](#) [Save configuration](#)

Cables

Chainflex® cables other cables/hoses

Conductor and cable rate cross-section: 3 x 0,25

Control cables:

chainflex® CF130.UL control cable PVC

CF130.02.03.UL Ø: 5 mm

Excess lengths of cables: Moving End m Fixed End m Cable weight: 0,025 kg/m Number:

Please drag the cables into the pool of cables or the chain link

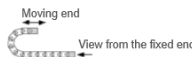
Pool of cables

- chainflex® CF130.UL control cable PVC, CF130.05.18.UL, Ø 12 mm, Length 2,966 m
- chainflex® CF130.UL control cable PVC, CF130.05.18.UL, Ø 12 mm, Length 2,966 m
- chainflex® CF130.UL control cable PVC, CF130.05.18.UL, Ø 12 mm, Length 2,966 m
- chainflex® CF130.UL control cable PVC, CF130.05.18.UL, Ø 12 mm, Length 2,966 m

Select all Number: 11 Used: 7

Please drag the cables into the pool of cables or the chain link

[Start automatic filling](#)



Moving end View from the fixed end

Part list

No.	Part No.	Description	Length	Comments
S1	1400.050.075.0	e-chains® Series 1400	Length 966 mm	» Comments
	21.1.1	Separator wide base, assembled	per 2. Chain link	

No.	Part No.	Description	Labeling	Excess length FE	Excess length ME	Conntector type FP
1	CF130.15.04.UL	chainflex® CF130.UL control cable PVC	<input type="text"/>	<input type="text"/> m	<input type="text"/> m	Ø 8 mm, Length 2,966 m
2	CF130.15.04.UL	chainflex® CF130.UL control cable PVC	<input type="text"/>	<input type="text"/> m	<input type="text"/> m	Ø 8 mm, Length 2,966 m
3	CF130.15.04.UL	chainflex® CF130.UL control cable PVC	<input type="text"/>	<input type="text"/> m	<input type="text"/> m	Ø 8 mm, Length 2,966 m
4	CF130.15.04.UL	chainflex® CF130.UL control cable PVC	<input type="text"/>	<input type="text"/> m	<input type="text"/> m	Ø 8 mm, Length 2,966 m
5	CF130.02.03.UL	chainflex® CF130.UL control cable PVC	<input type="text"/>	<input type="text"/> m	<input type="text"/> m	Ø 5 mm, Length 2,966 m
6	CF130.02.03.UL	chainflex® CF130.UL control cable PVC	<input type="text"/>	<input type="text"/> m	<input type="text"/> m	Ø 5 mm, Length 2,966 m
7	CF130.02.03.UL	chainflex® CF130.UL control cable PVC	<input type="text"/>	<input type="text"/> m	<input type="text"/> m	Ø 5 mm, Length 2,966 m

Appendice 52: Voorbeeld Configureerprogramma IguS, Kabelrups

d. Igus motor en encoder



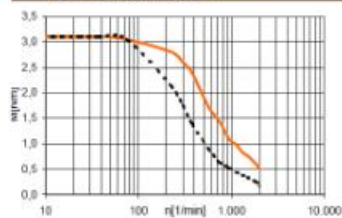
- 2-phase hybrid stepper motor (bipolar)
- high protection class
- with plug or stranded wires
- optional with encoder / brake

stepper motor MOT-AN-S . . .



technical data		28(NEMA11)	42(NEMA17)	56(NEMA23)	60(NEMA23XL)	86(NEMA34)
motor						
flange dimension						
max voltage	[VDC]	80	80	80	80	80
nominal voltage	[VDC]	24-48	24-48	24-48	24-48	24-48
nominal current	[A]	1.0	1.8	4.2	4.2	6.4
holding torque	[Nm]	0.13	0.5	2.0	3.5	5.9
detent torque	[Nm]	0.004	0.022	0.068	0.075	0.210
step angle	"	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
resistance / phase	[Ω]	2.30±10%	1.75±10%	0.50±10%	0.65±10%	0.33±10%
inductance / phase	[mH]	1.40±20%	3.30±20%	1.90±20%	3.20±20%	3.00±20%
moment of inertia / rotor	[kgcm ²]	0.02	0.08	0.48	0.84	2.70
max. shaft load axial	[N]	7	7	15	15	65
max. shaft load radial	[N]	20	20	52	63	200
encoder						
operating voltage	[VDC]	5				
impulse / turn	[1/min]	500				
zero impulse / index		yes				
line-driver		RS422 protocol				
signal sequence (motor rotation clockwise)	CW					
brake						
operating voltage	[VDC]	-	24±10%	-	-	-
wattage	[W]	-	8	10	10	11
holding torque	[Nm]	-	0.4	1.0	1.0	2.0
moment of inertia	[kgcm ²]	-	0,01	0,02	0,02	0,07

flange dimension 60 (NEMA23XL)
MOT-AN-S-060-035-060-...



pin assignment stepper motor
flange dimension 28,42,56,60(NEMA11,17,23,30XL)

motor bipolar		motor cable	
M12 5-pole	signal	wires	M12 5-pole
pin	color	color	color
1	A/	brown	brown
2	A	white	white
3	B/	blue	blue
4	B	black	black
5	PE	-	green/yellow
housing	schilding	-	-

pin assignment encoder
flange dimension 42(NEMA17), 56(NEMA23), 60(NEMA23XL)

encoder		encoder cable	
M12 8-pole	signal	M12 8-pole	
pin	color	color	
1	A	white	
2	A/	brown	
3	B	green	
4	B/	yellow	
5	0V	gray	
6	N/	pink	
7	N	blue	
8	0V DC	red	
housing	schilding	schilding	

pin assignment brakemittator
flange dimension 42(NEMA17), 56(NEMA23), 60(NEMA23XL)

brake		brake cable	
M8 3-pole	signal	M8 3-pole	
pin	color	color	
1	brake (24V)	brown	
3	0V	blue	
4	-	black	

Appendice 53: essentiële gegevens stappenmotor en encoder

iv. Literatuuropgave en referenties

- [1] J. Swennen, „K-Teg,” K-Teg bvba, ? ? 2014. [Online]. Available: <http://k-teg.com/>. [Geopend 10 03 2014].
- [2] f. start, „formdrill,” vloieboren, 2009. [Online]. Available: <http://www.formdrill.com/dutch/index.html>. [Geopend 13 05 2014].
- [3] A. media, „Cursus AutoCAD,” Cursusvoor, ? ? 2010. [Online]. Available: <http://www.cursusvoor.nl>. [Geopend 03 05 2014].
- [4] Wilddam, „motor-forum,” Racing Holland, 16 03 2011. [Online]. Available: <http://www.motor-forum.nl>. [Geopend 09 06 2014].
- [5] PEC, „PEC about-us,” PEC, ? ? 2011. [Online]. Available: <http://www.peccorp.com/>. [Geopend 16 4 2014].
- [6] Item, „item home,” item, ? ? 2014. [Online]. Available: <http://www.item24.nl/>. [Geopend 16 04 2014].
- [7] Certis, „Certis benelux,” Certis, ? ? 2005. [Online]. Available: <http://www.certis.be/>. [Geopend 16 04 2014].
- [8] BeA, „BeA home,” BeA, ? ? ?. [Online]. Available: <http://www.bea-group.com/>. [Geopend 16 04 2014].
- [9] Beckhoff, „Beckhoff home,” Beckhoff, 09 04 2014. [Online]. Available: <http://www.beckhoff.be/>. [Geopend 16 01 2014].
- [10] Iigus, „igus aboutigus,” igus, ? ? ?. [Online]. Available: <http://www.igus.com/>. [Geopend 16 04 2014].
- [11] F. Didactic, „Festo,” Festo, ? ? ?. [Online]. Available: <http://www.festo.com/>. [Geopend 07 05 2014].
- [12] SMC, „SMC,” SMC, ? ? 2014. [Online]. Available: <http://www.smc.eu/>. [Geopend 07 05 2014].
- [13] B. Engineering, „Banner Engineering Corp.,” Banner Engineering, ? ? 2014. [Online]. Available: <http://www.bannerengineering.com/>. [Geopend 07 05 2014].
- [14] M. N.V., „Multiprox historie,” Multiprox, ? ? 2014. [Online]. Available: <http://www.multiprox.be>. [Geopend 25 04 2014].
- [15] RS, „Rs components Benelux,” RS, ? ? ?. [Online]. Available: <http://benl.rs-online.com/>. [Geopend 07 05 2014].
- [16] E. e. Baudoin, „Eriks+Baudoin,” Eriks, ? ? ?. [Online]. Available: <http://www.eriksbaudoin.be>. [Geopend 12 05 2014].
- [17] Tradcom, „Tradcom,” /, ? ? 2014. [Online]. Available: <https://www.tradcom.com>. [Geopend 12 05 2014].

- [18] Makita, „Makita Belgium,” Makita, ? ? 2008. [Online]. Available: <http://www.makita.be/>. [Geopend 27 04 2014].
- [19] S. Thatte, „SWOT Analysis PowerPoint Template,” Sam Thatte presentations, ? 06 2011. [Online]. Available: <http://www.samthatte.com>. [Geopend 23 5 2014].
- [20] K. G. W. H. H. I. G. K. W. Dax, Tabellenboek voor metaaltechniek, Hamburg: Plantyn, 2009.
- [21] R. Rössel, Leitungen Chainflex, Köln: ?, 2013.
- [22] Igus, Polymer bearings, Cologne: ?, 2013.
- [23] Igus, 114 News `14, Köln: ?, 2014.
- [24] Igus, e-chain systems, Köln: ?, 2013.
- [25] K. P. P. S. B. Emelie, Automotion, Eggelsberg: Rainer Industrie-electronik, 2014.
- [26] Item, „ikasys & ikonsys,” scs media, Solingen, 2013.
- [27] I. i. GmbH, MB Systembaukasten - Der Gesankatalog, Solingen: ?, 2014.
- [28] F. Metzner, PC Control, Verl: Richter Druck - und Mediencenter, 2013.
- [29] Beckhoff, Main Catalog, Verl: ?, 2014.
- [30] Beckhoff, „Products & solutions,” Arvato, Verl, 2014.
- [31] Beckhoff, Beckhoff News, Verl: ?, 2014.
- [32] Beckhoff, Price list Industrial PC, Embedded PC, Verl: ?, 2014.
- [33] B. E. Corp., Sensor products, Minneapolis, minnesota: ?, 2008 - 2009.
- [34] wikipedia, „wikipedia,” 16 07 2013. [Online]. Available: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Vloeiboren>. [Geopend 13 05 14].
- [35] Wieland, „Wieland,” Wieland , ? ? 2014. [Online]. Available: <http://www.wieland.com>. [Geopend 09 06 2014].

